



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CRÍTICA SOBRE DEPÓSITOS
SEDIMENTARES RECENTES DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO**

Mariana Rodrigues Nunes

MONOGRAFIA nº 437

Ouro Preto, Junho de 2022

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CRÍTICA SOBRE DEPÓSITOS
SEDIMENTARES RECENTES DO QUADRILÁTERO
FERRÍFERO**



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitora

Prof.^a Dr.^a Cláudia Aparecida Marlière de Lima

Vice-Reitor

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Júnior

Pró-Reitora de Graduação

Prof.^a Dr.^a Tânia Rossi Garbin

ESCOLA DE MINAS

Diretor

Prof. Dr. José Alberto Naves Cocota Junior

Vice-Diretor

Prof. Dr. Cláudio Eduardo Lana

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Chefe

Prof. MSc. Edison Tazava

MONOGRAFIA

Nº 437

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CRÍTICA SOBRE DEPÓSITOS SEDIMENTARES RECENTES DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

Mariana Rodrigues Nunes

Orientador

Prof.^a Dr. Cláudio Eduardo Lana

Monografia do Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso – TCC 430, ano 2022/1.

OURO PRETO

2022

Direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

N972r Nunes, Mariana Rodrigues.
Revisão bibliográfica e crítica sobre depósitos sedimentares recentes do Quadrilátero Ferrífero. [manuscrito] / Mariana Rodrigues Nunes. - 2022.
93 f.: il.: color., gráf., tab., mapa. (Série: 437)

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Eduardo Lana.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Geológica .

1. Geologia estratigráfica - Cenozóico. 2. Quadrilátero Ferrífero (MG). 3. Sedimentação e depósitos. I. Lana, Cláudio Eduardo. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 551.3.051

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



FOLHA DE APROVAÇÃO

Mariana Rodrigues Nunes

Revisão Bibliográfica e Crítica sobre Depósitos Sedimentares Recentes do Quadrilátero Ferrífero

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Geológica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Geólogo

Aprovada em 28 de junho de 2022

Membros da banca

Dr. Cláudio Eduardo Lana - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dra. Adivane Terezinha Costa (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dra. Maria Eugênia Silva de Souza (Universidade Federal de Ouro Preto)

Cláudio Eduardo Lana, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 11/08/2022



Documento assinado eletronicamente por **Claudio Eduardo Lana, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/08/2022, às 12:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0380283** e o código CRC **EB6ADAB3**.

Agradecimentos

Um agradecimento especial ao Fabrício pela paciência, disposição e assistência durante o início desse trabalho.

Ao professor Claudio Lana pela orientação, ensinamento e boa vontade de sempre.

Às minhas irmãs Mandalenses, por estarem comigo sempre e por tornarem todos os momentos mais leves e divertidos.

Um agradecimento à Malu por ser minha companhia de escrita nas noites frias.

Ao Luan, por ser um ombro amigo e me apoiar sempre.

E à minha família, pelo incentivo e amor.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS.....	1
1.3 MATERIAIS E MÉTODOS	2
2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	3
2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO	3
2.2 QUADRO ESTRATIGRÁFICO	4
2.2.1 Litoestratigrafia	4
3 DEPÓSITOS SEDIMENTARES.....	7
3.1 INTEMPERISMO E ORIGEM DOS SEDIMENTOS	7
3.1.1 Intemperismo Físico.....	7
3.1.2 Intemperismo Químico	8
3.1.3 Intemperismo Biológico.....	8
3.2 EROÇÃO	8
3.2.1 Ciclo de erosão fluvial	9
3.3 O TRANSPORTE DOS SEDIMENTOS	10
3.4 PROCESSO DE DEPOSIÇÃO DOS SEDIMENTOS.....	11
3.4.1 Depósitos aluviais	12
3.4.2 Depósitos coluviais	12
3.4.3 Depósitos eluviais	12
3.5 FÁCIES SEDIMENTARES.....	12
3.5.1 Associação de Fácies	13
3.5.2 Sucessão de Fácies	13
3.5.3 Modelo de Fácies	14
3.6 DEPÓSITOS SEDIMENTARES DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO E A TECTÔNICA CENOZÓICA	14
4 REVISÃO DE TRABALHOS REALIZADOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO.....	17
4.1 Saadi & Magalhães Jr. (1994) - Ritmos da dinâmica fluvial Neo-Cenozóica controlados por soerguimento regional e falhamento: o Vale do Rio das Velhas na região de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil	19
4.2 Bacellar <i>et al.</i> (2005) - Controlling factors of gullyng in the Maracujá Catchment, Southeastern Brazil.....	19

4.3	Costa (2007) - Registro histórico de contaminação de metais pesados associados à exploração aurífera na bacia do Ribeirão do Carmo: Um estudo de sedimentos de planícies de inundação e terraços aluviais.....	21
4.4	Santos <i>et al.</i> (2008) - Níveis e Sequências Depositionais Fluviais no Vale do Alto Rio das Velhas – Quadrilátero Ferrífero/MG.....	24
4.5	Magalhães Jr. <i>et al.</i> (2008) - Processos de Encouraçamento da Calha do Alto Rio das Velhas e seus Reflexos na Dinâmica Fluvial Moderna, Quadrilátero Ferrífero, MG.....	25
4.6	Santos <i>et al.</i> (2009) - Níveis de terraços fluviais e depósitos sedimentares correlativos no Alto Vale do Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG.....	26
4.7	Lana & Castro (2010) - Variabilidade morfológica em níveis de base do Rio Maracujá (Quadrilátero Ferrífero – MG): influências litológicas, estruturais e de reativações Cenozóicas. 28	
4.8	Magalhães Júnior <i>et al.</i> (2010) - Eventos deposicionais fluviais quaternários e dinâmica recente do Vale Do Rio Maracujá – Quadrilátero Ferrífero/MG.....	30
4.9	Maizatto (2011) - Análise bioestratigráfica, paleoecológica e sedimentológica das bacias terciárias do Gandarela e Fonseca - Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais, com base nos aspectos palinológicos e sedimentares.....	31
4.10	Magalhães Júnior <i>et al.</i> (2011) - OSL dating of sediments from a mountainous river in southeastern Brazil: Late Cenozoic tectonic and climatic implications.....	33
4.11	Barros (2012) - Eventos sedimentares do Quaternário e evolução morfodinâmica do Vale do Rio Conceição – Quadrilátero Ferrífero/MG.....	35
4.12	Magalhães <i>et al.</i> (2012) - Dinâmica fluvial quaternária Do Rio Maracujá, Quadrilátero Ferrífero (MG).....	37
4.13	Rodrigues <i>et al.</i> (2012) – Evaluation of the mineral exploration influence on sediment composition in the Gualaxo do Norte River Basin (MG-Brazil) based on geochemical and stratigraphic data.....	38
4.14	Barros & Magalhães Jr. (2013) - Quaternary alluvial sedimentation in the Conceição river valley, southeastern Brazil.....	40
4.15	Barros <i>et al.</i> (2016) - Paleobiogeoclimatic scenarios of the Late Quaternary inferred from fluvial deposits of the Quadrilatero Ferrífero (Southeastern Brazil).....	41
4.16	Santos (2017) - Caracterização geoquímica das águas e sedimentos da bacia do ribeirão Sardinha, porção sul do Quadrilátero Ferrífero (MG).....	43
4.17	(Lopes, 2017) - Contribuições sobre a dispersão de minerais ferrosos e evolução morfossedimentar da porção nordeste do médio curso do Rio Paraopeba, borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, MG.....	45
4.18	(Barros e Magalhães Jr, 2018) - Reconstituição de eventos geomorfológicos no Quadrilátero Ferrífero/MG a partir de registros deposicionais fluviais: a Bacia do Rio Paraopeba 46	
4.18.1	Vale do Rio Paraopeba.....	46
4.18.2	A Bacia do Ribeirão Serra Azul.....	47

4.19(Barros e Magalhães Jr, 2018) Morfogênese no Quadrilátero Ferrífero/MG no Quaternário Superior: processos fluviais e condicionantes paleoambientais na Bacia do Rio das Velhas..	48
4.19.1 O vale do Alto Rio das Velhas.....	49
4.19.2 O vale do Rio Maracujá	49
4.19.3 O vale do Ribeirão do Mango	50
4.19.4 O vale do Ribeirão Sardinha	50
4.19.5 O vale do Ribeirão Carioca.....	50
4.20(Barros e Magalhães Jr, 2019) - O papel da Bacia do Rio Doce na configuração geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero/MG.....	51
5 SÍNTESE QUANTITATIVA E ANÁLISE CRÍTICA	56
5.1 ASPECTOS FACIOLÓGICOS.....	56
5.2 INTERPRETAÇÃO DE AMBIENTES DEPOSICIONAIS.....	57
5.3 AMBIENTES DEPOSICIONAIS DIFERENTES DOS FLUVIAIS.....	58
5.4 BACIA HIDROGRÁFICA COM MAIOR REGISTRO DE TRABALHOS	60
5.5 FAIXA DE IDADES ABSOLUTAS ENCONTRADAS	62
6 CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Mapa geológico esquemático do extremo sul do Cráton do São Francisco, enfatizando a zona de influência do Evento Transamazônico (Teixeira et al. 1996) por Lopes, 2017.	4
Figura 2.2 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (modificada por Lana, 2010 de Alkmim & Marshak, 1998).....	6
Figura 3.1 – Transporte dos sedimentos por regimes fluviais. (Christopherson, 2012)	11
Figura 4.1 – Mapa de localização dos trabalhos realizados no Quadrilátero Ferrífero que serão resumidos nesta revisão bibliográfica.	18
Figura 4.2 - Seção geológica idealizada representando a relação entre as unidades sedimentares quaternárias do Maracujá. Fonte: Bacellar <i>et at.</i> (2005)	21
Figura 4.3 - Classificação dos ambientes aluviais observadas neste trabalho, a partir do estudo de associação de fácies, modificado da classificação hierárquica de Allen (1965) (Retirado de Costa 2007).....	23
Figura 5.1 – Gráfico contendo a porcentagem de autores que distinguiram fácies sedimentares baseados em um ou mais aspectos faciológicos.	56
Figura 5.2 – Porcentagem de trabalhos que basearam suas interpretações acerca dos ambientes de sedimentação em uma, duas ou mais fácies sedimentares.....	58
Figura 5.3 – Porcentagem dos depósitos analisados com interpretações de ambientes fluviais e diferentes de fluviais.....	59
Figura 5.4 – Porcentagem referente às bacias hidrográficas analisadas neste trabalho.	61
Figura 5.5 – Porcentagens encontradas para as áreas de graduação dos autores estudados neste trabalho.	62
Figura 5.6 – Relação contendo a porcentagem dos níveis datados nos trabalhos analisados.	63

Figura 5.7 - Linha do tempo contendo as idades absolutas encontradas para dos terraços encontrados no QFe analisados neste trabalho.	63
Figura 5.8 - Linha cronológica contendo idades geológicas e porcentagem dos depósitos encontrados em cada era.	64
Figura 5.9 – Quadro contendo datações absolutas encontradas para os níveis deposicionais e suas respectivas localizações.	65

RESUMO

Os depósitos presentes no Quadrilátero Ferrífero ao longo dos anos tem sido base de muitos estudos na região, principalmente a respeito das voçorocas encontradas no embasamento cristalino e do mapeamento litoestrutural de seus domínios. No entanto, quando se tratando das bacias sedimentares aqui presentes, notou-se que o acervo não se apresentava de forma tão completa. O interesse nessa área de estudo aumentou nos últimos anos e a partir disso, foi possível promover a reconstituição dos eventos morfodinâmicos ocorridos no Cenozoico, construir uma cronologia de sedimentação entendendo a dinâmica erosiva da região e comparar os processos evolutivos nos níveis de base estudados, engrandecendo o acervo de base para pesquisas que possam ocorrer futuramente. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo reunir esses estudos, de modo que fossem resumidos e posteriormente realizada uma análise crítica baseada nas constatações levantadas. Para isso foram agrupadas características em comum, de modo que pudessem ser comparadas entre si e com os modelos propostos para cada tipo de ambiente deposicional. Ao final do trabalho foi possível entender por que cada autor teve tal interpretação, quais foram os impulsos para que a região fosse mais estudada, as faixas de idade encontradas e interpretação acerca dos ambientes deposicionais.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Os depósitos sedimentares quaternários encontrados no Quadrilátero Ferrífero passaram a ter uma notoriedade maior por parte dos pesquisadores somente nos últimos anos. Tendo como objetivo a reconstrução da história dinâmica e morfológica fluvial local, diversos autores na basearam na investigação dos paleoníveis deposicionais encontrado e neste trabalho, o foco principal estará nas bacias hidrográficas do alto rio Doce e alto das Velhas.

Este trabalho vai reunir as interpretações propostas por cada autor, de modo que serão feitas consideração a respeito no número de fácies encontradas, nas interpretações dos ambientes baseados nas fácies, localização dos terraços analisados e idades absolutas. A partir disso será possível analisar os trabalhos sobre depósitos do Quadrilátero Ferrífero e verificar o critério de classificação adotado por cada autor, dentro de uma análise crítica proporcionada pela revisão bibliográfica anteriormente realizada.

A partir desta análise será possível entender os critérios, uma vez que o Quadrilátero Ferrífero é uma região de características diferenciadas daquelas para as quais os conceitos e modelos de fácies foram construídos.

1.2 OBJETIVOS

Tem-se como objetivo principal compreender as teorias sobre depósitos sedimentares e analisar criticamente os trabalhos anteriores realizados na região do Quadrilátero Ferrífero. Dentre alguns objetivos específicos, tem-se: entender melhor como se dão os depósitos sedimentares do Quadrilátero Ferrífero; avaliar crítica e quantitativamente as análises desses depósitos e contribuir com a literatura acerca dos depósitos sedimentares.

Desta maneira, as interpretações poderão ser comparadas entre si e com os modelos propostos para cada tipo de ambiente deposicional.

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em três etapas principais. A primeira consistiu em uma revisão bibliográfica a respeito do que são, qual a origem e como se apresentam os depósitos sedimentares continentais na paisagem, sobretudo os aluviais.

Posteriormente, será feito um refinamento dos dados, focando nos depósitos encontrados no Quadrilátero Ferrífero e como são caracterizados, segundo os autores que os descreveram. Os critérios utilizados foram as mudanças morfoestruturais provocadas por interferência dos sistemas fluviais decorrentes dos eventos ocorridos no Cenozoico.

Por fim, uma análise crítica e quantitativa baseada nas constatações levantadas. Para isso foram agrupadas características em comum, de modo que pudessem ser comparadas entre si e com os modelos propostos para este tipo de ambiente deposicional.

Para elaboração dos gráficos em que são exemplificados os dados foi utilizado o Excel e para a confecção do mapa de localização, utilizou-se o Google Earth e o software ArcMap 10.8.

CAPÍTULO 2

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1 CONTEXTO GEOTECTÔNICO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

O Quadrilátero Ferrífero (QF), localiza-se na região sul-sudeste do Cráton São Francisco (Almeida, 1977) e possui uma área de aproximadamente 7.000 km², sendo uma importante província metalogenética que possui grandes depósitos auríferos (Lobato et al. 2001). Contém terrenos Arqueanos a Paleoproterozóicos que podem ser dividido em três grandes unidades: embasamento granito-gnáissico; greenstone belt Rio das Velhas, e sequências metassedimentares (Dorr II, 1969). Para Farina et al. (2016), o QFe é resultado de dois eventos deformacionais, sendo eles o Transamazônico, de idade paleoproterozóica, e o Pan-Africano/Brasiliano, de idade neoproterozóica.

O evento Transamazônico, ou Riachiano-Orosiriano, é um ciclo geodinâmico responsável pela formação de crosta continental da Plataforma Sul-Americana. Iniciou-se no Paleocontinente São Francisco com a tafrogênese da massa continental e desenvolvimento de uma margem passiva, que seria correspondente do Supergrupo Minas. Ao fim das colisões é possível que se tenha formado um supercontinente que gerou diversos riftes e depositou sedimentos continentais intercalados com lavas ácidas (Alkmim et al. 2004). O evento Brasiliano, por sua vez, compreende também um ciclo geodinâmico, que se inicia com um regime extensional e respectiva formação de riftes. Este foi responsável pela formação de dobras na região norte, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil; pela formação de bacias do tipo rifte; abertura oceânica com geração de margem passiva e arcos de ilhas; evento colisional

principal com episódios tectônicos, metamorfismo de alto grau e formação de thrust and fold belts (Almeida et al. 1973).

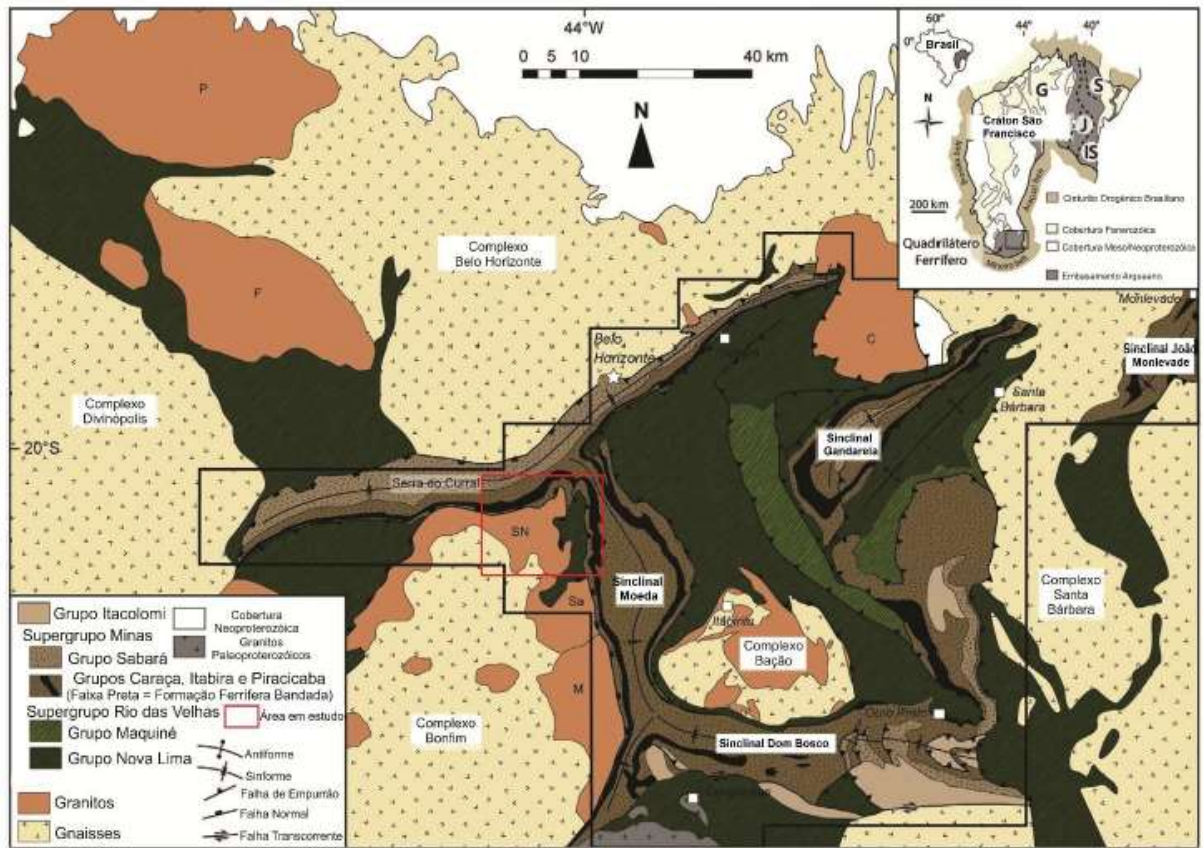


Figura 2.1 - Mapa geológico esquemático do extremo sul do Cráton do São Francisco, enfatizando a zona de influência do Evento Transamazônico (Teixeira et al. 1996) por Lopes, 2017.

2.2 QUADRO ESTRATIGRÁFICO

Alkmim & Marshak (1998) reconheceram cinco unidades estratigráficas principais, sendo elas o embasamento cristalino que possui idade arqueana; o Supergrupo Rio das Velhas, que se apresenta como uma sucessão do tipo “*greenstone belt*” arqueana; rochas metassedimentares de idade peleo e mesoproterozóica que compõem o Supergrupo Minas; rochas intrusivas surgidas após a deposição do Minas e o Grupo Itacolomi, representado por quartzitos e conglomerados paleoproterozóicos.

2.2.1 Litoestratigrafia

Como base da coluna estratigráfica (Figura 2.2) tem-se o embasamento cristalino, que é representado pelos complexos metamórficos de idade arqueana, que se distribuem como estruturas dômicas, correspondendo aos Complexos Belo Horizonte, Bação, Bonfim, Caeté e Santa Bárbara. Esses complexos consistem em granito-gnaisses do tipo TTG (Tonalito-

Tronjhemito-Granodiorito) (Alkmim & Marshak 1998), formados do Neoarqueno ao Paleoproterozóico (Noce 2000).

Sobreposto às rochas metamórficas do embasamento, apresenta-se o Supergrupo Rio das Velhas, formado pelo *greenstone belt* de origem arqueana (Dorr 1969, Schorscher 1978, Ladeira 1980, Schorscher *et al.* 1982, Machado *et al.* 1989 e 1992), e foi subdividido nos Grupos Nova Lima e Maquiné (Dorr, 1957). O Grupo Nova Lima consiste numa típica sucessão *greenstone belt* arqueana e tem hospedado um dos mais importantes depósitos auríferos do Quadrilátero Ferrífero (QFe). É formado por rochas basais toleíticas-komatiíticas e unidades vulcânicas com associações químicas sedimentares; uma unidade vulcanoclástica com vulcanismo félsico associado; e, por uma unidade clástica no topo, constituída de sequências de grauvacas argilosas geradas a partir do-vulcanismo félsico e rochas retrabalhadas da crosta arqueana antiga. Já o Grupo Maquiné, é composto pelos metaconglomerados e metarenitos (Dorr, 1969). Este grupo é representado pelas formações Palmital e Casa Forte, que consistem em metarenitos de granulação variando de fina a média e metaconglomerados. A sobreposição ao Grupo Nova Lima ocorre por meio de uma discordância angular.

O Supergrupo Minas tem origem no paleoproterozóico e apresenta suas unidades divididas por uma inconformidade regional (Alkmim & Martins Neto 2012), sendo uma sequência de sedimentos marinho-continental, representada pelos Grupos Caraça, Itabira e Piracicaba e no topo, tem-se um depósito de leques submarinos que marcam a inversão de uma margem passiva, definindo assim o Grupo Sabará (Alkmim & Marshak 1998). Este último grupo marca o processo de inversão tectônica provocado pelo fechamento da Bacia Minas (Alkmim & Marshak 1998). Pode-se dizer também que a geometria da região é resultado da distribuição dessa cobertura supracrustal, uma vez que os limites do QFe coincidem com as megadobras do Supergrupo Minas (Baltazar & Zucchetti 2007).

O Grupo Itacolomi representa a unidade mais recente do QFe. É constituída pelos metarenitos, metaconglomerados e filitos, sendo o primeiro o que ainda apresenta estruturas sedimentares preservadas. A sobreposição ao supergrupo Minas se dá ao longo de uma discordância angular de baixo grau (Dorr 1969; Alkmim & Martins-Neto 2012).

As intrusões são caracterizadas pelos diques máficos e intermediários, descritos como toleíticos e anfibolíticos, e atravessam as litologias desde o embasamento cristalino, até as rochas supracrustais. Para Silva *et al.* (1995), estes podem ser divididos em três grupos: quartzo-

clorita xisto e cloritita-sericita xisto, que está associado à abertura da Bacia do Espinhaço; o mais representativo, os metagabros, que marcam início do ciclo Brasiliano; e os diques de diabásio, que representam o terceiro e mais recente grupo.

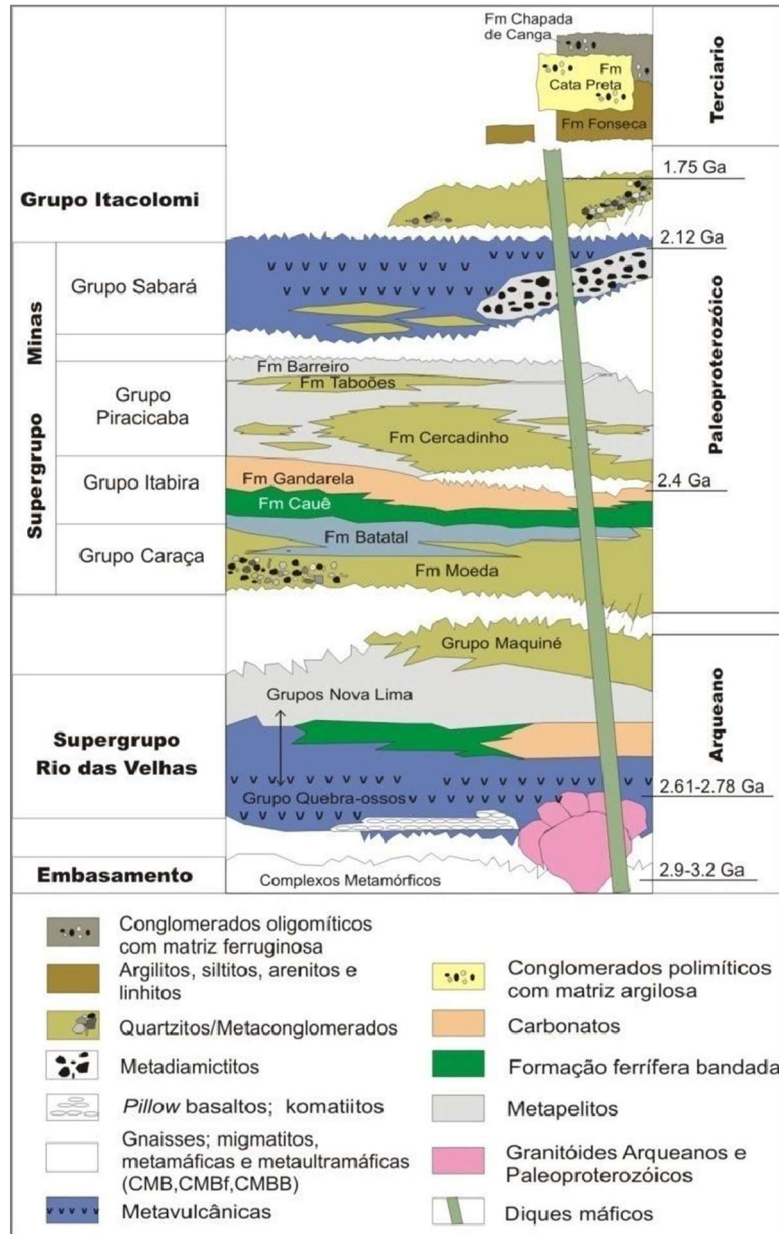


Figura 2.2 - Coluna estratigráfica do Quadrilátero Ferrífero (modificada por Lana, 2010 de Alkmim & Marshak, 1998)

CAPÍTULO 3

DEPÓSITOS SEDIMENTARES

3.1 INTEMPERISMO E ORIGEM DOS SEDIMENTOS

Segundo Ollier (1969 e 1975), intemperismo é uma soma de fatores que provocam alterações nas rochas que se encontram na superfície terrestre, de forma que suas condições físico-químicas atuais não estão mais em equilíbrio com as que lhe deram origem. Já para Suguio (2003), o intemperismo é a desintegração das rochas por ações físicas, e/ou decomposição dessas por ação química, seguida de erosão. Este processo pode ser dividido em físico, químico e biológico.

3.1.1 Intemperismo Físico

O intemperismo físico se refere ao dismantelamento de rochas por esforços mecânicos internos ou externos. À medida que sofrem esses esforços, as rochas primeiramente se deformam e depois se colapsam. São divididos em três principais tipos: por alívio de pressão, cristalização em poros ou fraturas e por expansão térmica.

- a. **Alívio de pressão:** por vezes, rochas sobrepostas por grande volume de material tendem a ser comprimidas pelo aumento da pressão exercida, como é o exemplo do granito. A medida que a carga é diminuída pelas ações intempéricas ou de erosão, a carga é diminuída, acarretando um alívio de pressão e conseqüentemente uma expansão dessas rochas. Esse processo por levar ao fraturamento dessas rochas (Suguio, 2003).
- b. **Cristalização em poros ou fraturas:** fissuras nas rochas podem ocorrer em decorrência do próprio congelamento e esses espaços vazios podem ser preenchido por água. Com a variação do clima e diminuição da temperatura, essa água vai congelar e sofrer expansão térmica, exercendo força nas paredes das fissuras/poros, levando ao fraturamento (Suguio, 2003).
- c. **Expansão térmica:** ocorre em regiões com grandes amplitudes térmicas, onde a variação térmica entre dia e noite são muito altas – comumente encontrada em regiões desérticas. No Saara por exemplo pode chegar a 25°C. Durante o dia, com temperaturas mais elevadas, as rochas sofrem expansão devido a composição

mineralógica e a noite, com a diminuição da temperatura, contraem. Por possuírem baixa condutibilidade térmica, um gradiente de temperatura é estabelecido, onde a superfície da rocha expande mais que seu interior, aplicando assim um esforço que pode levar ao seu fraturamento ou desintegração (Suguio, 2003).

3.1.2 Intemperismo Químico

Ocorre quando há uma alteração da estrutura interna dos minerais por remoção e/ou adição de elementos. Geralmente ocorre quando átomos que constituem os minerais perdem o equilíbrio, acarretando mudanças químicas que buscam promover um arranjo mineral mais estável. O equilíbrio físico-químico estabelece que todas as substâncias devem estar estáveis em condições de temperatura e pressões baixas. À medida que há um aumento destas, uma instabilidade mineral pode ocorrer e levar a formação de outros, os chamados minerais secundários e neoformados/transformados (Suguio, 2003).

O agente do intemperismo químico mais notável é a água, uma vez que uma pequena parte dos minerais formadores de rocha são capazes de reagir com ela. O pH dessa água também exerce uma importante influência, uma vez que a dissolução de gases como o CO₂ em águas subterrâneas torna o fluido mais ácido.

3.1.3 Intemperismo Biológico

Este processo se refere ao papel que os organismos exercem na formação dos solos e é dividido em intemperismo químico e físico.

- a. **Intemperismo químico:** provocado pela liberação de ácidos húmicos através raízes - ação muito importante para a preservação da umidade; pelo lançamento de excreções ácidas pelos animais e pela ação de bactérias que em ambientes redutores formam sulfetos – estudos indicam que minerais como muscovita e albita são decompostos mais rapidamente na presença de bactérias (Suguio, 2003).
- b. **Intemperismo físico:** acarretado pelo fraturamento das rochas por meio de raízes de plantas que buscam água e sais minerais e pela escavação de animais em busca de alimentos e proteção(Suguio, 2003).

3.2 EROSÃO

À medida que uma rocha sofre intemperismo e libera produtos que podem ser retirados fisicamente ou em solução, certifica-se se está passando por um processo de erosão. Para Suguio

(2003), a erosão é um fenômeno natural, onde processos químicos, físicos e biológicos desgastam a superfície terrestre e modelam o relevo. Além disso, também servem de área fonte para bacias sedimentares, onde o material fornecido será transportado e acumulado. A origem e evolução dessas bacias estarão relacionadas aos processos de sedimentação, atividade tectônica, magmática, hidrotermalismo, metassomatismo e metamorfismo.

Para Straklov (1967), em regiões frias e úmidas, os processos químicos e físicos são pouco atuantes, sendo mais significativo em regiões de clima tropical.

Davis (1899) idealizou que o relevo passaria por três fases, sendo elas a juventude, maturidade e senilidade, onde haveria momentos de soerguimento (por diferentes causas) e de rebaixamento, provocado pela erosão. Ele definiu como juventude um relevo montanhoso e pontiagudo e quando essas formas fossem suavizadas, essa seria a fase de maturidade. Já a senilidade foi definida como áreas de cobertura plana. A partir dessas ideias foi se estabelecendo a compreensão do ciclo de erosão.

Após anos de estudos baseados nas teorias de Davis, definiu-se que a Terra não passaria por calma tectônica por tanto tempo, desde a juventude até a senilidade, sem haver algum fator modificador no relevo. Além disso, assegurou-se também que sempre os padrões de drenagem condizem com o padrão evolutivo, isto é, a drenagem pode apresentar características de juventude (fluxo de alta energia) em uma região estipulada como madura.

Schumm (1977) afirmou que a erosão e a sedimentação não estão restritas a ciclos regulares, e que em muitos casos, ciclos episódicos devem ser levados em consideração, sendo eles: o ciclo de erosão glacial, marinho, desértico, cárstico e o fluvial, que será detalhado neste capítulo.

3.2.1 Ciclo de erosão fluvial

Está relacionado com as mudanças geomorfológicas associadas à dinâmica dos canais fluviais. Este ciclo é classificado como normal e seu nível de base final é o da superfície oceânica, mas também podem existir os níveis de base locais, que podem variar de acordo com a altitude inicial do relevo, dos tipos de rochas constituintes, da pluviosidade, entre outros. Dessa forma, foi possível complementar a teoria por Davis anteriormente proposta, onde associava o grau de erosão e sedimentação de um rio ao relevo em que se encontrava. Caso estivesse em regiões íngremes, os rios teriam maiores taxas de erosão e menor sedimentação. Se os terrenos fossem menos inclinados, as taxas se equilibrariam e por fim, em terrenos onde

o nível de base final fosse atingido, as taxas de erosão seriam quase nulas, uma vez que já quase não haveria desgaste pela falta de energia da água.

As erosões dos canais fluviais podem se dar por três diferentes processos: corrosão, abrasão e cavitação. Sgarbi (2012) definiu como corrosão o processo de intemperismo químico que ocorre no contato da água com a superfície do canal e leito do rio. A abrasão ocorre por meio do atrito mecânico que a água tem sobre o canal, onde o impacto das partículas carregadas tende a diminuir a rugosidade do leito. Nesse processo, as camadas que já sofreram intemperismo são retiradas. A cavitação está associada aos canais onde as correntes atingem altas velocidades, facilitando assim a ação erosiva pela mudança de pressão no nível da água. Este processo está diretamente relacionado com a velocidade, turbulência e volume das partículas.

Os rios podem ter sua erosão classificada em dois tipos principais: incisão e migração lateral, sendo a primeira um aprofundamento do talvegue e a segunda o alargamento do canal. A erosão vertical se dá a partir da remoção de areias e cascalhos do leito do fluvial e para canais escavados em rochas, se dá pela abrasão imposta pela carga do leito. Para Collinston (1969) essas incisões podem ser associadas tanto aos fenômenos autogênicos, como alogênicos. A erosão lateral ocorre quando as margens do canal são removidas. Em canais com alta sinuosidade, há uma erosão contínua, que contribui para a migração sua lateral. A erodibilidade está diretamente associada com a coesividade dos bancos. Rios margeados por sedimentos finos e com vegetação abundante dificultam a erosão e migração lateral (Silva *et al.* 2008).

3.3 O TRANSPORTE DOS SEDIMENTOS

À medida que as rochas passam pelo processo de intemperismo e erosão, as partículas minerais são liberadas do arcabouço rochoso e formam o regolito – como são chamados os produtos de alteração, e assim começa o transporte desse material até o local de sedimentação. Um importante agente condicionante para isto é a energia potencial gravitacional, que possibilita o transporte desses sedimentos declive abaixo, por ação da gravidade. Nas porções mais altas das vertentes, o transporte é essencialmente gravitacional e à medida que há participação de água, o sedimento passa a ser deslocado pelos rios, onde são levados para o nível de base local final. Em situações climáticas específicas, o transporte também pode ser feito através de ventos e geleiras (Suguio, 2003).

Nos leitos dos rios, quando os sedimentos se tratam de areias e cascalhos, o movimento se dá como carga de fundo por arrastamento, rolamento e saltação. Já partículas siltsas e argilosas são transportadas como carga de suspensão (Figura 3.1). Quando o vento é o agente transportador, sua melhor atuação se dá em superfícies planas de clima quente e seco, sendo mais comum em ambientes desérticos e planícies costeiras. O tamanho dos grãos carregados varia de areia muito fina a fina e se dá de forma análoga à dos rios, por saltação, suspensão ou arrastamento e este tipo de transporte influencia na forma dos sedimentos, que se tornam mais arredondadas e esféricas.

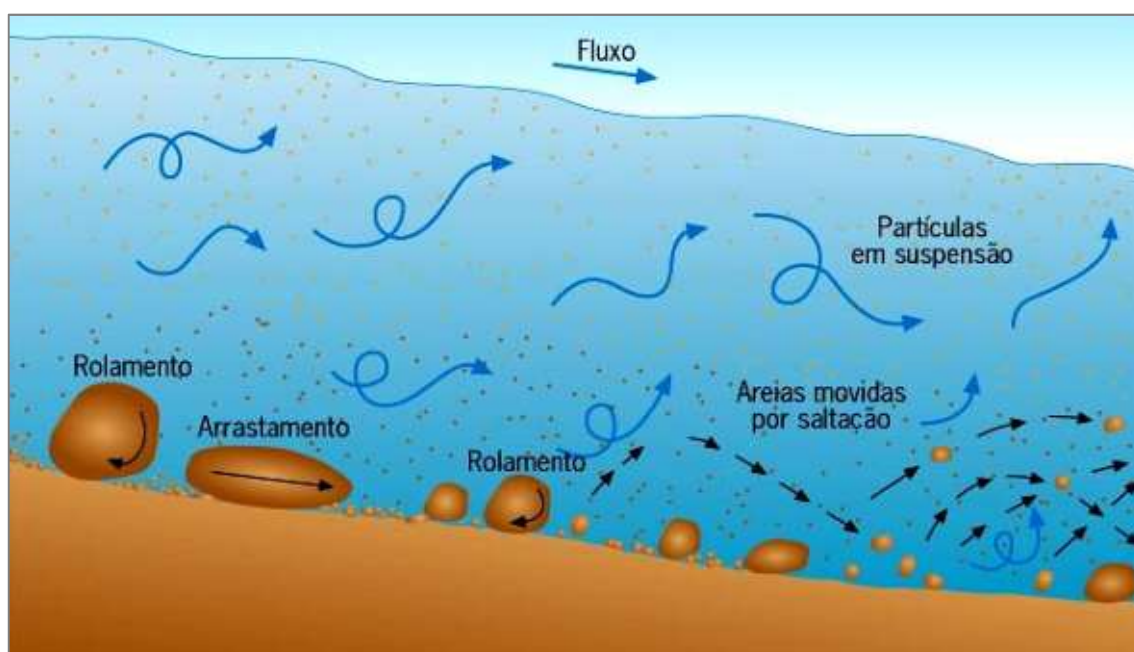


Figura 3.1 – Transporte dos sedimentos por regimes fluviais. (Christopherson, 2012)

3.4 PROCESSO DE DEPOSIÇÃO DOS SEDIMENTOS

Para Suguio (2003), a deposição corresponde à fase de sedimentação e/ou acúmulo de minerais sob condições de temperatura e pressão parecidas com as existentes na superfície terrestre. Ela tem início quando a força transportadora não consegue mais atuar, seja por ação da gravidade, pelo peso das partículas, ou até mesmo pela supersaturação de solutos na água e atividade e morte de organismos. Guerra (2008), acrescenta que estiagens prolongadas e desaparecimento de rios também são fatores significativos para o surgimento destes depósitos.

Os sedimentos tendem a acumular-se no sopé de vertentes, em ambientes subaquosos ou subaéreos. Os últimos sítios deposicionais são definidos como as profundas bacias oceânicas, mas inúmeras bacias temporárias se formam ao longo dos níveis de base locais.

Considerando que o intemperismo, a erosão e o transporte são as primeiras fases de origem dos sedimentos, a deposição é a última etapa (Suguio, 2003).

3.4.1 Depósitos aluviais

Guerra (2008), definiu como depósito aluvial um conjunto de material transportado e depositado por sistemas fluviais e nas margens das drenagens. Este material é composto por areia, seixos, matacões, siltes e argilas. Esses sedimentos são erodidos pelas margens das vertentes, retrabalhados e carregados pela água do rio em suspensão, tração e saltação e, à medida que se acumulam, compõe os depósitos aluviais. Seu maior desenvolvimento ocorre em planícies de inundação e em sopés de montanhas, como leques aluviais (Winge, 2001).

3.4.2 Depósitos coluviais

Os depósitos coluvionares são formados a partir do transporte de sedimentos por efeito de gravidade. Esse escorregamento, ou rastejo, desloca o material rochoso até as cotas mais baixas, causando assim o seu acúmulo (Schilling, 1993).

Normalmente são localizados no sopé de relevos e em vertentes e, apesar de serem bem distribuídos na paisagem e representarem um registro importante a respeito de evolução geomorfológica, não são sempre classificados como depósitos e sim como solos. Podem conter fragmentos de rocha de tamanhos variados e normalmente são deslocados por curtas distâncias (Suguio, 2003).

3.4.3 Depósitos eluviais

Estes depósitos muitas vezes também são chamados de residuais, uma vez que são resultantes da desintegração da rocha matriz e permanecem *in situ*. O limite entre este material e a rocha mãe é gradual. O processo de eluviação é propiciado em regiões equatoriais de fortes chuvas, e se dá pelo fluxo de colóides em suspensão ou de soluções, de cima para baixo, nos solos. Quando pouco espessos e guardam características da rocha mãe são classificados como jovens, e maduros quando já estão bem evoluídos. Além desses, existem também os depósitos colúvio-eluviais que são caracterizados pela movimentação do solo formado *in situ* por meio de rastejo gravitacional de curta distância (Suguio, 2003).

3.5 FÁCIES SEDIMENTARES

Para Walker (1992), as fácies sedimentares representam uma combinação particular de características litológicas, estruturais e biológicas presentes em um corpo rochoso. Essa

arquitetura estratigráfica, quando combinada, pode sugerir seu ambiente e mecanismo de deposição, como por exemplo o fluxo de energia do processo sedimentar de acordo com a granulação, onde a granulação fina indica ambiente de baixa energia e grossa, de alta energia.

A análise pode ser feita por seções físicas, poços de perfuração ou pelo estudo de exposição de afloramentos. Pode ocorrer de forma descritiva, onde só há análise do tipo de rocha presente e estruturas e a genética, que ocorre quando há a comparação com modelos faciológicos anteriormente estudados, onde é possível estabelecer um padrão de fácies bem conhecido em determinados ambientes deposicionais. Essa análise permite interpretar as condições químicas, físicas e ecológicas, permitindo uma reconstrução paleoambiental.

3.5.1 Associação de Fácies

A associação de fácies é um grupo de fácies geneticamente relacionadas entre si e que permitem interpretar melhor o ambiente de sedimentação (Collinson, 1969). Essa larga escala de associação de fácies foi denominada de elemento arquitetural, e assim foi possível perceber que alguns sistemas deposicionais possuem elementos chave que ocorrem universalmente em sedimentos antigos e recentes. Miall (1985) por exemplo, reconheceu que os elementos arquiteturais de canal consistem na combinação de uma série de litofácies que normalmente possuem uma geometria distinta de canal alongado, onde as características observadas serão as mesmas em rios mais novos e nos mais antigos sistemas fluviais.

Tem-se também a Lei de Walther (Walther 1984, *apud* Walker 1992), que afirma que uma fácies sobreposta a outra e encontrada sem discordância ou hiato deposicional podem ter ocorrido lateralmente em uma área mais extensa e, a partir do seu empilhamento é possível identificar seu ambiente de deposição.

3.5.2 Sucessão de Fácies

As sucessões de fácies correspondem ao empilhamento vertical de fácies que ocorrem lateralmente. Geralmente ocorrem mudanças em um ou mais parâmetros, por exemplo, na variação do tamanho dos grãos ou na presença ou ausência de estruturas sedimentares.

A chave da interpretação está no contexto, uma vez que se analisadas individualmente, as fácies não contribuiriam com tantas informações quanto as sucessões. Na maioria das vezes, as fácies individuais definidas em campo podem conter informações ambíguas acerca do ambiente de deposição. Por exemplo, embora os processos que formam as estratificações

cruzadas sejam os mesmos, um arenito com estratificação cruzada pode de formar em ambiente de rio meandrante, entrelaçado ou em uma plataforma dominada por marés (Walker, 1992).

As sucessões de fácies também permitem avaliar as variações deposicionais do ambiente, por exemplo, quando as fácies de base apresentam sedimentos de plataforma mais funda e de topo sedimentos de praia, pode-se dizer que houve um raseamento para o topo.

3.5.3 Modelo de Fácies

O modelo de fácies, como proposto por Walker (1992), consiste em um resumo geral de um dado sistema deposicional, onde muitos exemplos individuais estão envolvidos, podendo ser tanto para sedimentos recentes, quanto para rochas mais antigas. De forma geral, este resumo concentra importantes informações sobre as características que todos esses sistemas possuem em comum e é uma importante ferramenta no levantamento de informações estratigráficas na escala de afloramento. Por ser uma espécie de guia, essas informações são constantemente atualizadas e refinadas para que a compreensão seja facilitada.

Walker (1992) sugeriu quatro maneiras de se usar o modelo de fácies, onde ele:

1. Deve funcionar como norma para fins de comparação;
2. Deve atuar como uma estrutura e guia para futuras observações;
3. Deve atuar como preditor em novas situações geológicas;
4. Deve atuar como base integrada de interpretações para o sistema que representa.

3.6 DEPÓSITOS SEDIMENTARES DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO E A TECTÔNICA CENOZÓICA

Após diversos trabalhos realizados no Quadrilátero Ferrífero, certificou-se que eventos ocorridos no cenozoico acarretaram a geração de novos depósitos sedimentares e mudanças morfoestruturais provocadas por interferência dos sistemas fluviais.

Lipski (2002) utilizou de indicadores de paleotensão para qualificar a ocorrência de neotectônica no Quadrilátero Ferrífero, onde foram analisadas as feições estruturais e tectônicas quanto à formação e deformação das bacias sedimentares. Para ele, o cenozoico foi marcado por quatro fases principais de deformação, sendo elas:

D1: Formação de grábens alimentados por sedimentação de alta energia, em clima árido e semi-árido, com fluxo de detritos facilitado por fortes chuvas. Esta fase deu origem às bacias

sedimentares da porção meridional do Sinclinal Moeda, que se apresenta predominantemente por horsts e grabens nesta localização.

D2: Período compressivo, com direção principal NW-SE.

D3: Alívio das estruturas geradas em D2.

D4: Evento trativo certificado por falhamentos normais e sindeposicionais.

Barros (2015) afirma que a neotectônica foi o principal agente controlador das alterações na morfologia das drenagens, que passam a assumir um caráter encaixado e novas fases de colmatação de níveis fluviais deposicionais. Além destas, houve também a alteração do nível de base local da rede de drenagens, ocasionando abertura de gargantas epigênicas do Rio das Velhas e Paraopeba (Medina *et al.* 2005).

Por meio da mudança do nível de base local das redes de drenagem. Gargantas epigênicas foram formadas nos vales dos rios das Velhas e Paraopeba, evidenciando uma influência neotectônica na área (Medina *et al.*, 2005). Períodos de incisão fluvial ocorrentes no quaternário foram identificados após a caracterização dos terraços fluviais escalonados encontrados na região (Bacelar *et al.* 2005; Magalhães Júnior *et al.* 2011; Santos *et al.* 2009).

Leques aluviais desenvolvidos nas vertentes da Serra da Saudade foram acarretados por soerguimentos provocados pela reativação de falhas durante o cenozoico (Moreira, 1997). Uma outra evidência desta neotectônica são os deslocamentos dos níveis fluviais do Paraopeba (Marques, 1997).

CAPÍTULO 4

REVISÃO DE TRABALHOS REALIZADOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

A seguir será realizada uma síntese dos principais trabalhos utilizados na construção desta revisão bibliográfica, de modo que serão exibidas as fácies encontradas por cada um dos autores, bem como suas interpretações.

O mapa mostrado pela Figura 4.1 mostra a localização de cada um deles, de modo que a numeração de cada um é representada pela ordem cronológica em que foram realizados. Desta maneira, a organização dos tópicos a seguir está relacionada com a numeração encontrada na imagem.

Mapa de localização dos trabalhos realizados no Quadrilátero Ferrífero

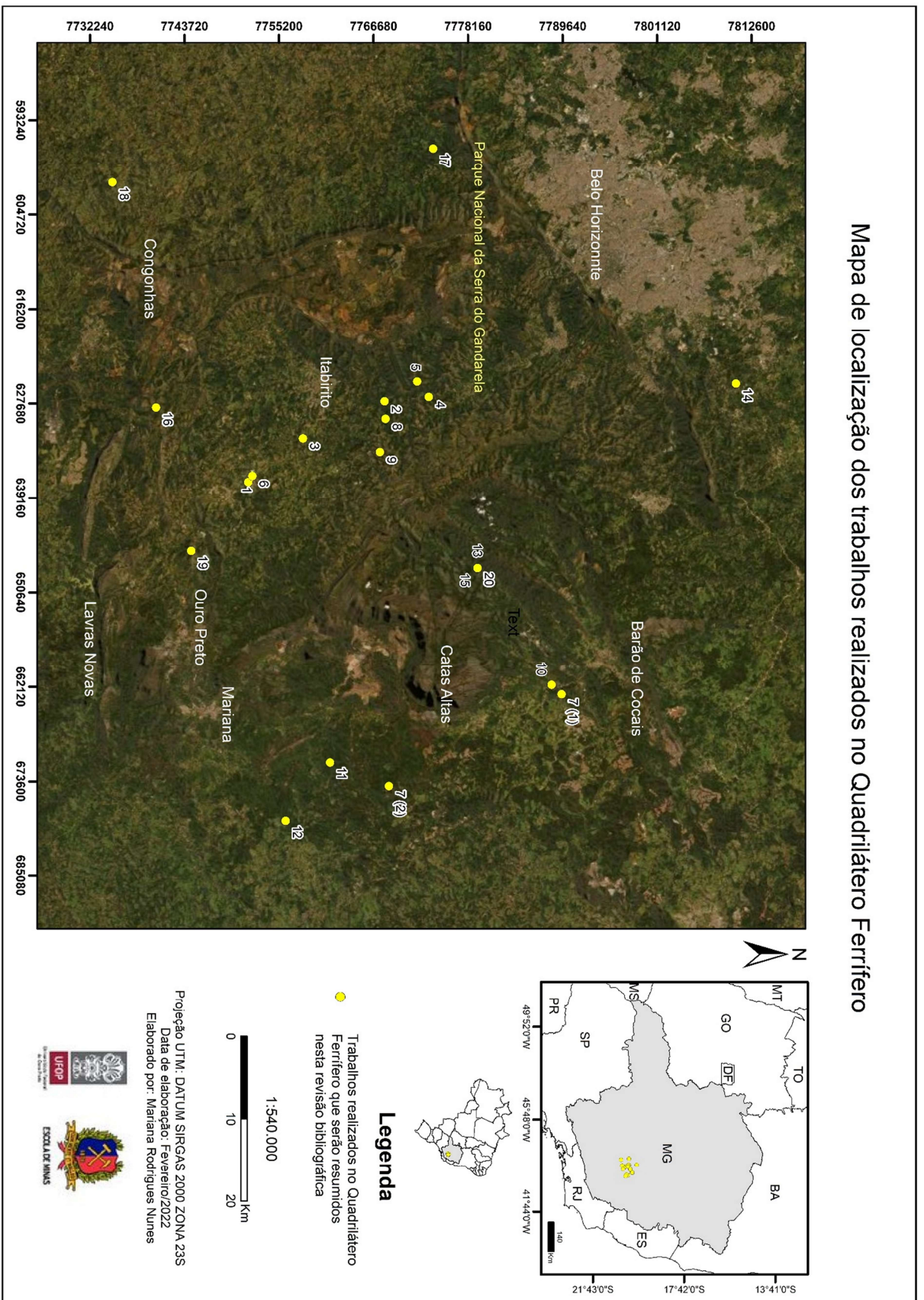


Figura 4.1 – Mapa de localização dos trabalhos realizados no Quadrilátero Ferrífero que serão resumidos nesta revisão bibliográfica.

4.1 Saadi & Magalhães Jr. (1994) - Ritmos da dinâmica fluvial Neo-Cenozóica controlados por soerguimento regional e falhamento: o Vale do Rio das Velhas na região de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

O Rio das Velhas nasce na porção sul do Quadrilátero Ferrífero e o trecho em estudo está inserido na região de Belo Horizonte.

Saadi e Magalhães Jr. (2013) buscaram contribuir com a compreensão da evolução da dinâmica fluvial cenozóica da área, uma vez que muitas especulações eram feitas, principalmente dessa zona de contato. Foram realizadas interpretações de fotos aéreas, reconhecimento e caracterização no campo, levantamento de seções estratigráficas e interpretação de litofácies e reconstituição dos padrões deposicionais.

Quatro níveis deposicionais aluviais foram caracterizados, sendo três terraços escalonados (nomeados de Superior, Intermediário e Inferior) e um nível de várzea, que está embutido no Terraço Inferior.

Os níveis de terraço apresentam uma ocorrência periódica de seixos de quartzo, itabirito e quartzito arredondados a subarredondados – sendo estes clasto suportados, intercalados com fácies silto-arenosas e areno-siltosas com seixos esparsos. Essas litofácies foram interpretadas como ambiente de leito de canal e barras de canal respectivamente e, através da reconstituição, foi identificado um padrão deposicional próximo a rio entrelaçado e com considerável carga de leito.

No nível de Várzea três fases deposicionais foram identificadas, sendo estas responsáveis pela sequência clasto suportado na base, recobertas por material variando de arenoso a silto-arenoso com presença de matéria orgânica e gradual redução dos grãos, onde passam a ser finos na terceira fase. Estas foram identificadas como fácies de leito de canal transitando a fácies de planície de inundação com meandros abandonados. O padrão meandrante foi reconhecido como sendo o mais próximo do padrão de deposição original, diferente do padrão de terraços observados.

4.2 Bacellar *et al.* (2005) - Controlling factors of gullyng in the Maracujá Catchment, Southeastern Brazil

Os autores buscaram determinar os fatores de controle e mecanismo de evolução de voçorocas na Bacia do Rio Maracujá, para que no futuro este trabalho possa auxiliar novos

estudos na área ou em regiões com comportamento similar ao lá encontrado, uma vez que comportamentos similares a respeito deste mecanismo de evolução tem sido um grande problema ambiental que atinge áreas de rocha cristalina de regiões tropicais.

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Maracujá, afluente do Rio das Velhas.

Por toda a bacia são observados sedimentos não consolidados de idade quaternária e aparecem como rampas colúviais ou terraços flúviais de até 20 metros de espessura (Figura 4.2). Três corpos estratigráficos principais foram observados, sendo eles:

Sedimentos T3-R3, sendo estes sedimentos alúviais e colúviais, respectivamente. Identificados como os mais antigos da área, apresentando topografia remodelada por processos de erosão e deposição colúvial ou alúvial. Encontrados bem acima da atual planície de inundação. Mineralogicamente são mais duros e quartzosos que os sedimentos mais jovens e apresentam tons cinza claro, avermelhados e amarelados. Quanto a tectônica, são observadas juntas e falhas neotectônicas em alguns afloramentos (Bacellar, 2000).

Sedimentos T2-R2, esses geralmente estão no fundo dos vales, poucos metros acima da planície de inundação atual. Ocorrem de forma discordantes sobre as rochas do embasamento ou T3-R3 e são compostos por sedimentos alúviais, como seixos ou areias argilosas e argilas orgânicas, que representam os terraços flúviais aflorantes ao longo de canais de baixa ordem. Esses terraços se apresentam parcialmente ou totalmente recobertos por argilas castanho-avermelhadas, coesas, maciças, arenosas e geralmente com perfil de solo bem desenvolvido. Ao observarem as evidências, os autores interpretaram essas feições como rampas colúviais (R2), que se originaram a partir de taludes laterais erodidos, provocando uma remodelação parcial dos terraços T2. Juntas e falhas de deslizamento frequentemente afetam esses sedimentos.

Os Sedimentos T1 encontram-se como terraços flúviais (T1). Possuem até 3 metros de espessura e apresentam em sua composição argilas arenosas e argilas orgânicas mais jovens e mais moles que as encontradas em T2. Por serem mais recentes, estes sedimentos não foram sobrepostos por rampas colúviais significativas, tendo superfície superior plana. Não apresenta a superfície superior plana, evidência de neotectônica e deformação nesses sedimentos.

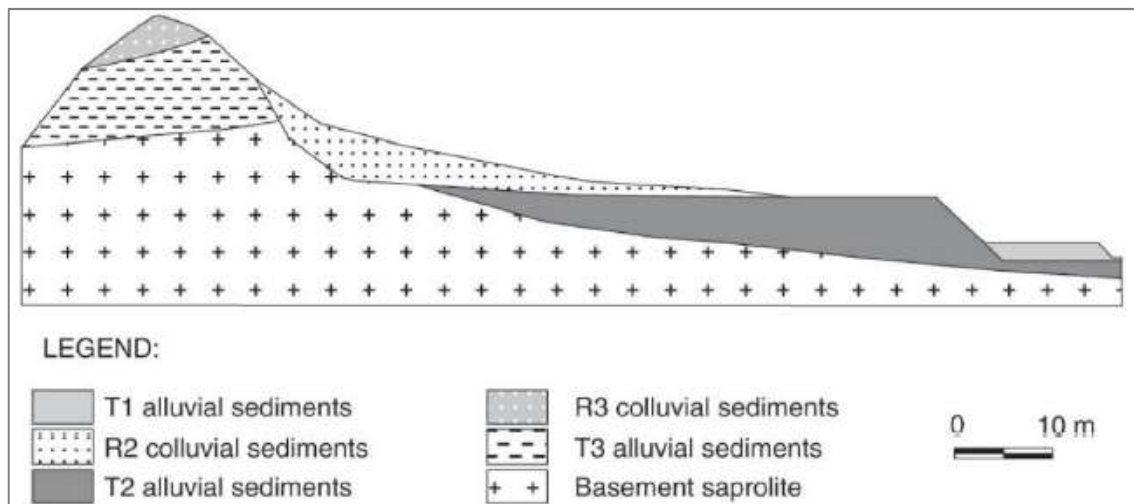


Figura 4.2 - Seção geológica idealizada representando a relação entre as unidades sedimentares quaternárias do Maracujá. Fonte: Bacellar *et al.* (2005)

4.3 Costa (2007) - Registro histórico de contaminação de metais pesados associados à exploração aurífera na bacia do Ribeirão do Carmo: Um estudo de sedimentos de planícies de inundação e terraços aluviais.

Costa (2007) estudou o alto potencial tóxico que os elementos traço da exploração aurífera. A área estudada se deu na porção central do Quadrilátero Ferrífero, onde todo o alto curso da Bacia do Rio Doce foi envolvida. Sendo o Ribeirão do Carmo um dos principais formadores do Rio Doce, a área estudada se deu por toda sua extensão, preferencialmente nas regiões onde se dava o início das planícies de inundação.

As fácies sedimentares encontradas que a seguir serão descritas, foram individualizadas a partir da estratigrafia e análises geoquímicas:

A: Caracterizada por granulometria areia fina a média, estratificação plano-paralela e por minerais como quartzo, caulinita, moscovita, hematita e cianita, além da presença de ilita.

B: Caracterizada por areia grossa e cascalhos, sendo bastante comum a ocorrência de quartzo, hematita e turmalina (dravita) e sulfetos.

Ct: Caracterizada pelo depósito de cascalhos estratigraficamente desordenado, com seixos decimétricos de quartzo, clastos de óxidos de ferro pobremente selecionados.

D: Caracterizada por grãos de areia fina a média, sem estruturas sedimentares visíveis e pela presença de minerais como quartzo, hematita, muscovita e caulinita.

At: Areia grossa com seixos. Apresenta estratificação plano paralela e a mineralogia se dá por quartzo, hematita, magnetita, sulfetos, dravita e goethita.

F: Formada por areia fina com laminações cruzadas por ripples milimétricas sotoposta a um estrato de areia média com alguns seixos dispersos, sendo constituída essencialmente por minerais como quartzo, hematita, goethita e cianita.

G: Constituída por argila marrom avermelhada. A mineralogia se dá por quartzo, moscovita, hematita, caulinita e clinocloro. Apresenta estratificação plano paralela.

Mt: Constituída por areia grossa e muito grossa e apresenta pouca matriz. Foram observadas estratificações cruzadas. Predominantemente composta por quartzo, hematita, magnetita, sulfetos, dravita e goethita.

M: Areia grossa a muito grossa. Apresenta estratificações cruzadas. Quartzo, hematita, magnetita, dravita e goethita.

L: Constituída silte, argila e areia fina. Pode apresentar estratificações plano paralelas. Mineralogia: quartzo, moscovita, caulinita e gibbsita

U: Constituída por cascalho polimítico e matriz composta por minerais de natureza ultramáfica como talco e clinocloro, além de quartzo e mica.

S: Fácies formada por cascalho e areia grossa e apresenta quartzo, gibbsita, caulinita e moscovita na composição.

A Figura 4.3 consiste de um fluxograma para facilitar a compreensão de como ocorreu a associação de fácies de acordo com as características sedimentares e mineralógicas das fácies encontradas.

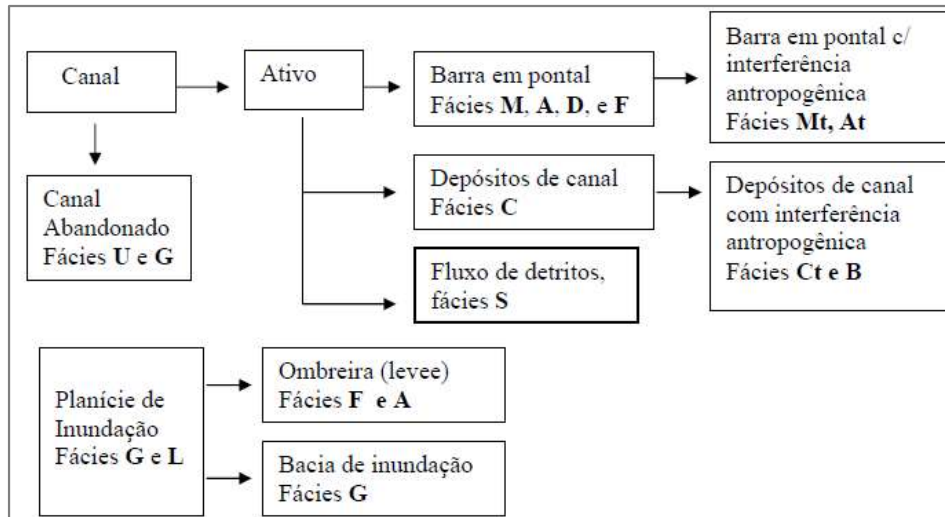


Figura 4.3- Classificação dos ambientes aluviais observadas neste trabalho, a partir do estudo de associação de fácies, modificado da classificação hierárquica de Allen (1965) (Retirado de Costa 2007).

A primeira, é a Associação de fácies de canal ativo, onde são englobadas as fácies C, Ct, M, Mt, A, At, D e F. Nestes depósitos são acumulados sedimentos em barra de pontal e sedimentos grosseiros no leito do canal. As sequências de barra de pontal se apresentam de forma típica em canais meandantes, por granodescrescência ascendente, onde a base é formada por areia grossa e cascalho, posteriormente apresenta estratificações cruzadas de grande escala formada por areia grossa que produzem dunas 2D, estratificações plano paralelas e laminações cruzadas por *ripples*. As camadas superiores da sequência podem ser removidas por erosão. Estas barras são formadas pela erosão dos sedimentos nas margens côncavas do canal e depositadas nas margens convexas do meandro seguinte.

As fácies U e G representam a associação de fácies de canal abandonado, que ocorrem quando meandros são abandonados - resultado de um novo canal entre dois meandros ou por avulsão (Davis Jr 1983 *apud* Costa 2007). Estes depósitos apresentam material predominantemente pelítico com matéria orgânica, sobrepostos por sedimentos cascalhosos de canal. Geralmente estes estratos são reconhecidos pelas suas baixas espessuras, pelas estratificações cruzadas acanaladas e presença de cascalhos.

Quanto as fácies A, F, G e L, são fácies de depósitos de planície de inundação. Equivalem a depósitos formados por sedimentos em suspensão depositados em áreas topograficamente mais baixas quando a descarga de água excede a capacidade do canal do rio. Estes estratos se apresentam pouco espessos e formados a partir do acúmulo de sedimentos finos.

4.4 Santos *et al.* (2008) - Níveis e Sequências Depositionais Fluviais no Vale do Alto Rio das Velhas – Quadrilátero Ferrífero/MG.

Por meio de imagens aéreas ortorreferenciadas e realizando trabalhos de campo no Alto Rio das Velhas os autores buscaram uma maior compreensão dos sistemas fluviais menores encontrados em contexto montanhoso na região do Quadrilátero Ferrífero. Desta forma, houve levantamento e caracterização dos dados e também foi realizado mapeamento dos níveis e registros aluviais encontrados na região, podendo assim auxiliar futuros estudos da dinâmica regional.

O rio das Velhas é afluente do Rio São Francisco e sua bacia é composta por drenagens que percorrem o interior do Quadrilátero Ferrífero.

Ao mapear, quatro níveis deposicionais foram observados, sendo três níveis de terraço e um nível de várzea.

O Nível de Terraço Superior (T3) é o nível mais antigo e pode ser visto ao longo de todo o vale. Ele é escalonado e em relação à lâmina d'água atual, sua base varia entre 35 e 50 metros. Duas fácies principais foram identificadas, (i) é a fácies basal, formada por seixos de quartzo e itabirito arredondados, selecionados moderadamente e suportados por uma matriz arenosa. Os clastos têm em média 10 cm; (ii) é formada por material maciço areno-argiloso de coloração vermelho-amarelado e apresenta presença de matéria orgânica.

O Nível de Terraço Intermediário (T2) também é escalonado e em relação à lâmina d'água, a base varia entre 10 e 30 m. Duas fácies também foram observadas, sendo (i) a fácies basal, com seixos variando de subarredondados a arredondados, moderadamente selecionados e suportados pela matriz de areia fina. É possível encontrar seixos de itabirito em alguns pontos; (ii) é uma fácies composta por área fina marrom-amarelada e sem estruturas presentes.

O Nível de Terraço Inferior (T1) em relação aos terraços anteriores se encontra escalonado e em relação ao Nível de Várzea pode aparecer do tipo escalonado ou recoberto. Nele foram observadas três fácies, onde (i) é a basal, composta por seixos de quartzo variando de subarredondado a arredondado, de tamanhos variados, moderadamente selecionados e suportados por uma matriz arenosa de coloração amarela. Em certas partes são observados seixos de itabirito e quartzito, além de estruturas plano-paralelas; (ii) é uma fácies silto arenosa e sem estruturas; (iii) apresenta seixos de quartzo e itabirito ferruginizado matriz suportados.

O Nível de Várzea apresenta material arenoso, mal selecionado, de coloração marrom-amarelada e exibe estruturas plano-paralelas e matéria orgânica em demasia. Este nível em relação ao T1 pode estar recobrindo ou escalonado, ocorrendo o segundo caso quando há o encaixamento da calha entre o T1 e o nível atual, e o primeiro quando não ocorre.

O escalonamento dos níveis deposicionais pode exemplificar a ocorrência de um soerguimento crustal regional e possivelmente por decorrência deste, o Terraço Inferior exibe uma diferença tipológica ao longo do vale. Desta maneira, nos blocos em que o soerguimento foi mais acelerado, o Nível de Várzea foi observado escalonado em relação ao T1, e menos acelerados foi apresentado recoberto.

O paleoambiente não foi identificado adequadamente, mas os trechos fluviais que tendem ao entrelaçamento sugerem que a carga sedimentar e a tectônica atuante podem ter relação com a alteração do padrão meandrante observado atualmente.

4.5 Magalhães Jr. *et al.* (2008) - Processos de Encouraçamento da Calha do Alto Rio das Velhas e seus Reflexos na Dinâmica Fluvial Moderna, Quadrilátero Ferrífero, MG.

Os autores por meio de trabalhos de campo e imagens aéreas realizaram a interpretação e levantamento de dados acerca dos níveis e sequências deposicionais encontradas no Alto Rio das Velhas. O objetivo consiste em apresentar e abordar a dinâmica fluvial recente da região, focando no processo de encouraçamento da calha fluvial por paleopavimento detrítico.

A área de estudo se dá na bacia do Rio das Velhas, localizado na região central do estado de Minas Gerais.

O alto Vale Rio das Velhas dispõe de quatro níveis deposicionais aluviais, sendo três níveis de terraços e um nível de várzea.

O Terraço Superior se apresenta escalonado e é o mais antigo e menos preservado dentre os outros. A altura se dá aproximadamente entre 30 e 50 metros em relação à calha atual. Em sua base apresenta seixos de quartzo e itabirito arredondados, com tamanho médio de 10 cm e suportados por matriz arenosa e recoberto por material argiloso de coloração marrom.

O Terraço Intermediário também se apresenta escalonado e sua altura em relação à calha está entre 10 e 30 metros. Em seu nível basal são observados seixos de quartzo e itabirito também arredondados, clasto suportados, ferruginizados, com comprimento médio de 2 cm e

em algumas porções está suportado por uma matriz fina a média. Este nível por vezes pode ser recoberto por material areno-siltoso e sua coloração varia de cinza a marrom claro.

Já o Terraço Inferior está em contexto de fundo de vale. Os seixos encontrados são de quartzo e itabirito suportados e o nível é recoberto por material areno-argiloso amarronzado. Este nível é possível observar por toda a área e encontra-se escalonado em relação ao Terraço Intermediário e ao nível de várzea.

O Nível de Várzea é constituído por areia grossa a fina, apresenta coloração marrom amarelada, possui muita matéria orgânica e em alguns trechos exhibe estruturas plano-paralelas. Em relação ao Terraço Inferior, ele apresenta três tipologias: escalonado, embutido e de recobrimento. Nas porções em que se encontra escalonado, este nível pode se manifestar com maior energia para o encaixamento da calha por meio de influência tectônica auxiliada por materiais encontrados no leito que são menos resistentes ao entalhe.

Os níveis de terraços escalonados demonstram o contínuo soerguimento crustal da área, no entanto este se mostra diferente ao longo do vale e este comportamento de soerguimento diferenciado de blocos pode provocar maior encaixamento em trechos de maior energia.

O desnivelamento destes terraços pode se dar pelo nível de base do Terraço inferior, que apresenta resistência gerada pelo pavimento detrítico e oferece dificuldade para o entalhe do leito. Para este processo se dá o nome de encouraçamento e é comum no contexto serrano do QFe. Esta resistência oferecida pelos níveis de base interrompeu o processo de encaixamento e migração lateral do Terraço Inferior, provocando a inundação deste e formação dos níveis de várzea sobre ele.

Sendo assim, a presença de paleoníveis pode ser explicada não só por alterações climáticas e/ou tectônicas, mas também pelas soleiras locais que foram formadas na base dos níveis deposicionais que controlaram a dinâmica do fluxo.

4.6 Santos *et al.* (2009) - Níveis de terraços fluviais e depósitos sedimentares correlativos no Alto Vale do Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG.

Santos *et al.* (2009) se aprofundaram na identificação e caracterização de depósitos em sistemas fluviais em contextos montanhosos, uma vez que o enfoque principal era em sua maioria focado em sistemas de maiores dimensões. O objetivo era reconstituir eventos geomorfológicos de denudação e deposição ocorrentes no Quadrilátero Ferrífero. Desta forma,

haveria a contribuição e maior compreensão da geomorfologia fluvial da bacia do Rio das Velhas. Para isso, foram interpretadas imagens ortorretificadas da região e realizados trabalhos de campo para levantamento de informações.

O alto vale Rio das Velhas se localiza nos limites do Quadrilátero Ferrífero, porção central de Minas Gerais. Seus canais possuem feições representativas de ambientes montanhosos e sua rede de drenagem retrata seu forte controle litoestrutural.

Quatro níveis deposicionais aluviais foram identificados, sendo três níveis de terraço e um nível de planície de inundação. Os registros dos terraços mais antigos são fragmentados espacialmente e pouco representativos.

O Nível de Terraço Superior (T3) é encontrado pontualmente ao longo do vale e é do tipo escalonado. Sua base está situada entre 35 e 50 metros acima da lâmina d'água. Foram observadas duas fácies principais, sendo elas (i) fácies composta em seu nível basal por seixos de quartzo e itabirito arredondados, selecionados moderadamente e matriz suportados – matriz arenosa; (ii) material maciço areno-argiloso, vermelho-amarelado e apresenta matéria orgânica.

O Nível de Terraço Intermediário (T2) assim como o anterior, é escalonado e sua base está variando entre 10 e 30 em relação a lâmina d'água. Duas fácies, sendo elas (i) fácies basal formada por seixos de quartzo e itabirito moderadamente selecionados e o grau de esfericidade varia de subarredondado a arredondado. A matriz é de areia fina marrom avermelhada e os grãos são matriz suportados; e (ii), composta de areia fina marrom avermelhada e não apresenta estruturas sedimentares.

O Nível de Terraço Inferior (T1) pode ser escalonado em relação ao T2 e em relação ao nível de várzea pode ser escalonado ou terraço de recobrimento. Três fácies principais foram estudadas sendo: (i) é a fácies basal, formada por seixos de quartzo mal selecionado, variando de subarredondados a arredondados, suportados por uma matriz arenosa de coloração amarelada e apresenta estruturas sedimentares plano-paralelas. Seixos de itabirito e quartzito também foram encontrados; (ii) é uma fácies maciça areno-siltosa de coloração marrom avermelhada; (iii) é a fácies superior, formada por seixos de quartzo itabirito ferruginizado e quartzito, suportados por uma matriz arenosa amarelada. Esta fácies pode ser resultado do reposicionamento da calha fluvial em nível mais elevado conforme o processo de sedimentação evoluía.

O Nível de Planície se apresenta recoberto e embutido no T1. A largura e espessura destes depósitos variam de acordo com o nível de encaixamento do canal. No geral, esse nível apresenta material arenoso mal selecionado de coloração marrom avermelhada, estruturas plano-paralelas e presença de matéria orgânica.

O contínuo soerguimento dos Escudos Cristalinos da região explica o escalonamento dos níveis de terraço encontrados. Mas, em relação ao soerguimento regional, este é relacionado a uma tectônica diferencial de blocos, que gera soerguimento distinto. Os blocos mais ativos do Cenozoico, que são delimitados por falhas de empurrão, geram anomalias e rupturas nos níveis T2 e T1 ao longo do perfil longitudinal do vale.

Em relação a tipologia, nos locais onde a movimentação é mais intensa, o nível é do tipo escalonado – relação entre o nível de planície e T1, enquanto nos locais mais estáveis, o tipo é embutido ou recobre o T1.

E quanto a dinâmica fluvial recente, o encouraçamento dos seixos basais que o Nível de Terraço Inferior oferece ao Rio das Velhas tem ocasionado o entalhe vertical da calha. O leito não consegue romper a barreira detritica reforçada pela presença de ferro nos seixos, fato que explica o embutimento da planície em T1, onde a migração lateral não foi acompanhada por um entalhe vertical da calha. Todos estes fatores em conjunto explicam o comportamento peculiar em relação a trabalhos realizados em outras regiões do Brasil.

4.7 Lana & Castro (2010) - Variabilidade morfológica em níveis de base do Rio Maracujá (Quadrilátero Ferrífero – MG): influências litológicas, estruturais e de reativações Cenozóicas.

Os autores através de análises de imagem de radar SRTM e mapeamento local, estudaram a evolução morfológica e sedimentar dos níveis de base geomorfológicos encontrados na região do Rio Maracujá, afluente do Rio das Velhas. Foram realizados perfis de fácies sedimentares e interpretação dos seus processos evolutivos, associando a deformação Cenozóica como uma possível influência.

A bacia do Rio Maracujá drena a região centro-sul do Quadrilátero Ferrífero e possui em média 150 km². À 15 km de Ouro Preto estão localizadas a cabeceiras e nas cidades de Amarantina e Cachoeira do Campo estão as drenagens de médio curso. Sua foz dá-se na confluência com o Rio das Velhas.

O trabalho foi dividido em pontos e estes serão descritos a seguir:

O Ponto 1 se trata de uma planície de inundação, onde na margem esquerda está situado um terraço aluvial. Apresenta 3 barras, onde nas superfícies são encontrados seixos de quartzo, filito e canga mal selecionados, variando de subangulosos a subarredondados. Foram identificadas duas fácies sedimentares, onde F1 é formada por camadas de silte/argila intercalados com areia fina e apresentam laminações plano-paralelas; F2 apresenta seixos finos mal selecionados e subangulosos de quartzo e rocha pelítica.

O Ponto 2 apresenta uma planície de inundação da margem direita e na esquerda recebe um afluente com planícies de inundação em ambas as margens. Neste último também são observados três patamares de terraços aluviais. O canal principal contém 3 barras, onde a superfície é marcada por seixos de quartzo de tamanho médio, mal selecionados e que variam de subarredondados a arredondados. Cinco fácies foram observadas, sendo F1 fácies formada por seixos de quartzo subarredondados a arredondados, mal selecionados, com matriz argilosa e estratificação plano-paralela incipiente; F2 é uma fácies maciça formada por matriz argilosa esbranquiçada; F3 também é maciça com matriz argilosa e esbranquiçada, e apresenta seixos de quartzo esparsos subarredondados; F4 é formada por seixos de quartzo arredondados e bem selecionados e F5 é uma fácies composta por argila esbranquiçada com tons de vermelho mosqueados e apresenta matéria orgânica e raízes.

Já o Ponto 3 apresenta feições típicas de um rio meandrante. A margem direita é marcada por uma faixa de planície de inundação e a esquerda, além de planície de inundação e quatro resquícios de terraço aluvial, foram identificadas uma lagoa de cheia e dois segmentos fluviais abandonados. Apenas uma barra foi identificada, composta por areia fina e níveis de silte/argila. Uma única fácies foi observada, onde é composta por areia média e bem selecionada, grãos de quartzo subarredondados e laminação plano-paralela. Também foram percebidos níveis de silte/argila e areia fina intercalados.

Estes comportamentos observados nos três patamares podem ser resultado da migração da placa Sul-Americana, que tem causado um basculamento em direção a E e reativado geossuturas. Essa dinâmica é constante ao longo do Cenozoico e por a região estar muito fraturada, o evento se dá de forma escalonada e assíncrona, permitindo a geração de calhas assimétricas.

Mesmo que haja um garimpo de topázio na região e que este produza um grande volume de sedimentos, ele não tem um papel principal na agradação. Ele age junto com os processos erosivos, potencializando assim o preenchimento dos vales.

4.8 Magalhães Júnior *et al.* (2010) - Eventos deposicionais fluviais quaternários e dinâmica recente do Vale Do Rio Maracujá – Quadrilátero Ferrífero/MG

Por meio perfis estratigráficos levantados em trabalhos de campo e através da caracterização destes, os autores identificaram os níveis e sequências deposicionais encontrados na porção centro-sul do Vale do Rio Maracujá. O enfoque principal se deu nos processos de encosta e nos fragmentos espaciais destes níveis e sequências.

O Rio Maracujá está localizado na porção centro sul do Quadrilátero Ferrífero. Seu sentido se dá preferencialmente de sul para norte e abrange os municípios de Ouro Preto e Itabirito. Se trata de uns dos mais importantes afluentes da margem esquerda do Rio das Velhas.

Quatro níveis deposicionais foram identificados no Rio Maracujá, sendo três níveis de terraço e um nível de planície, onde T3 representa o terraço mis antigo e a planície de inundação o nível mais recente.

O Nível de Terraço Superior (T3) é o mais antigo e seus depósitos geralmente são encontrados mais longe do canal atual e sua cota altimétrica está entre 9 e 15 metros deste. Seu perfil é composto por duas fácies, sendo elas: (i) identificada como a fácies basal, espessura varia de 0,7 a 1 metro; os seixos de quartzo encontrados variam de subangulosos a subarredondados e são suportados pela matriz que pode ser argilosa ou de areia grossa. (ii) fácies argilosa com espessura variando de 0,6 a 3 metros; localmente podem ser observadas lentes arenosas e seixos dispersos.

O Nível de Terraço Intermediário (T2) é do tipo escalonado e frequentemente é observado às margens do canal, situado aproximadamente a 2,5 metros da lâmina d'água. Duas fácies também foram observadas, onde (i) é a fácies basal e são observados seixos de quartzo não selecionados, subangulosos a subarredondados e sustentados pela matriz argilosa ou de areia fina; (ii) fácies de material que varia de argiloso a argilo-arenoso que varia a coloração entre cinza claro e escuro e amarelo; seixos esparsos podem ser encontrados.

O Nível de Terraço Inferior (T1) é observado por vezes encaixado - onde não há o afloramento do substrato rochoso, e em alguns trechos recoberto pela planície de inundação. A

base deste nível se encontra nivelado com a calha atual e possui os perfis bem preservados, apresentando estruturas acanaladas e plano-paralelas. São observadas uma fácies basal de seixos de quartzo, xisto-filito e itabirito subarredondados e suportados por areia que varia a granulometria e uma fácies argilosa que possui variação em sua coloração, que pode ser marrom, cinza ou amarelada.

A Planície de Inundação (PL) é um nível pouco comum no alto trecho do Rio Maracujá. Ela pode ser encontrada embutida ao T1 e recobrimdo-o. Nos depósitos são encontradas proporções diferentes de areia, silte e argila e foram vistas estruturas plano-paralelas. Além disso, seixos de quartzo subangulosos a subarredondados, de xisto-filito e de itabirito foram observados, provenientes da erosão dos níveis de terraço situados a montante.

Estes registros encontrados no Vale Rio Maracujá indicam que o canal tem respondido aos inputs que energia ao longo do Quaternário, além também dos processos de encouraçamento do pavimento da calha fluvial. Este último tem causado a redução do encaixamento fluvial, o que explica o embutimento da planície de inundação e o recobrimento do T1, sendo também uma das causas do assoreamento das calhas. E por fim, este intenso fornecimento de material sedimentar tende a alterar o padrão fluvial visto hoje no Rio Maracujá, uma vez que estão surgindo novas barras de canal.

4.9 Maizatto (2011) - Análise bioestratigráfica, paleoecológica e sedimentológica das bacias terciárias do Gandarela e Fonseca - Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais, com base nos aspectos palinológicos e sedimentares.

Maizatto (2011) analisou as coberturas terciárias do Quadrilátero Ferrífero, onde o objetivo era obter informações bioestratigráficas de maior precisão para contribuir com as análises temporais acerca dos eventos tectônicos que atuaram na região durante o Cenozoico, além também da análise das variações climáticas que ocorreram neste período em um caráter regional.

O estudo se concentrou nas Bacias do Fonseca e Gandarela, onde a primeira está localizada na porção leste do quadrilátero, próxima a Serra do Caraça, e a segunda na porção sudoeste do sinclinal Gandarela, também localizada no Quadrilátero Ferrífero.

Foram observadas sete fácies sedimentares:

Fácies arenito grosso: fácies representada por arenito de granulometria areia grossa a muito grossa com grãos subarredondados a subangulosos envoltos por uma matriz argilosa. Frequentemente, observa-se a ocorrência de grânulos de quartzo dispersos nessa matriz. A mineralogia é representada, principalmente, por quartzo e fragmentos de canga. A proporção matriz/grãos observada em lâmina delgada revelou uma relação aproximada de 60% de grãos e 40% de matriz argilosa.

Fácies Arenito Grosso: fácies representada por arenito de granulometria areia grossa a muito grossa com grãos subarredondados a subangulosos envoltos por uma matriz argilosa. Frequentemente, observa-se a ocorrência de grânulos de quartzo dispersos nessa matriz. A mineralogia é representada, principalmente, por quartzo e fragmentos de canga. A proporção matriz/grãos observada em lâmina delgada revelou uma relação aproximada de 60% de grãos e 40% de matriz argilosa.

Fácies Arenito Médio: Arenito apresentando granulometria areia média a fina com grãos subarredondados a subangulosos envoltos por uma matriz argilosa. A proporção é de aproximadamente 60% de grãos e 40% de matriz argilosa. Os grãos são constituídos mineralogicamente por quartzo sendo observados, esporadicamente, fragmentos vegetais carbonizados. Em alguns testemunhos a fácies arenito médio apresenta grãos orientados sugerindo estratificações cruzadas.

Fácies Diamictito A: Diamictito maciço, oligomítico constituído por clastos arredondados a subarredondados de argila. Os clastos variam entre 1mm e 4cm, sendo envoltos por uma matriz silto-argilosa.

Fácies Diamictito B: Diamictito maciço, polimítico formado por seixos subarredondados de argila e calcário. Os seixos variam entre 3 e 5mm os quais encontram-se envolvidos por uma matriz silto-argilosa ferruginosa.

Fácies Linhito: A fácies linhito apresenta-se com aspecto maciço ou laminado. Em alguns intervalos o linhito encontra-se intensamente bioturbado por rizólitos. Outro aspecto relevante observado nesta fácies é a grande quantidade de fragmentos vegetais e impressões foliares carbonizadas bem preservadas.

Fácies Argilito Orgânico: Argilito maciço de cor acinzentada apresentando fragmentos vegetais carbonizados dispersos. Esporadicamente são observados grãos de quartzo com

granulometria areia grossa, subarredondados a subangulosos distribuídos de forma irregular e aleatória.

Para facilitar a interpretação, Maizzato organizou estas em Associação de Fácies I e II. Para a Associação de Fácies I ele reuniu as fácies linhito, argilito e argilito orgânico, uma vez que esta representa um agrupamento de rochas originadas em ambiente lacustre, onde há a decantação dos sedimentos. Foi observado que às margens dos lagos se encontravam os sedimentos mais grossos e nas porções mais profundas os sedimentos de granulometria mais fina. O clima e a qualidade da água influenciam nas características finais do carvão, e a respeito da gênese dos linhitos na Bacia do Gandarela, após análises palinológicas concluiu-se que estes foram depositados sob condições de clima quente e úmido e sob condições frias e semi-áridas. Quanto a Associação de Fácies II, esta representa as fácies arenito grosso, arenito médio, diamictito A e B, onde ela reúne rochas imaturas texturalmente e com aspecto maciço. Baseado em trabalhos anteriores, conclui-se que estes depósitos foram gerados por meio de fluxos detriticos vinculados à ação da gravidade, onde seria necessário para este movimento de massa algum declive acentuado, terremotos ou chuvas torrenciais. Estudos realizados não foram conclusivos quanto a definição de um ambiente sedimentar para esta associação. Quanto a gênese dos diamictitos encontrados na Bacia do Gandarela, podem ter sido formados a partir de chuvas efêmeras que transportaram estes sedimentos e o depositaram às margens deste paleolago.

4.10 Magalhães Júnior *et al.* (2011) - OSL dating of sediments from a mountainous river in southeastern Brazil: Late Cenozoic tectonic and climatic implications

Os autores neste trabalho apresentaram novas idades obtidas por LOE (Luminescência Opticamente Estimulada) para terraços aluviais do alto vale Rio das Velhas. Com essa datação, buscaram contribuir para que as lacunas fossem reduzidas e apresentar melhor os eventos fluviais ocorrentes no Cenozoico Superior em vales de rios montanhosos brasileiros. Esse material foi analisado em um contexto tectônico e climático regional. Este estudo também inclui descrições detalhadas da sedimentologia de diferentes níveis deposicionais e novas medições de elevações do terraço em relação ao canal do alto rio das Velhas moderno.

Este trabalho tem como foco a bacia do Rio das Velhas, que está localizada na área central do Quadrilátero Ferrífero, MG.

Três terraços principais e uma planície de inundação foram observados e serão descritos a seguir:

T3: Nível superior do terraço. Duas fácies principais: Fácies i: cascalho basal composto por quartzo cristalino arredondado e seixos de itabirito moderadamente selecionados e suportados por uma matriz arenosa. Fácies ii: sedimentos argilo-arenosos e não apresenta estruturas.

T2 representa os terraços intermediário e nele foram observadas também duas fácies, sendo elas: Fácies i: cascalho basal composto por quartzo subarredondado a arredondado e seixos de itabirito bem selecionados, com comprimento dos grãos variando de 20 a 5 cm, suportados por uma matriz arenosa de coloração vermelho escuro. Fácies ii: areia fina de coloração amarelo escuro, sem estruturas deposicionais presentes.

O terraço inferior é denominado T1 e nele são observadas três fácies, onde na fácies i encontram-se cascalho basal composto por seixos de quartzo variando de subarredondado a arredondado, clasto suportados, moderadamente selecionados, com tamanhos variando de 15 a 3 cm, e matriz amarelada. Poucos seixos de itabirito e quartzito podem ser encontrados. Os depósitos apresentam estratificação plano paralela em alguns locais. Na fácies ii, tem-se sedimentos silto-arenosos, não apresentando sinais evidentes estratificação. A fácies iii apresenta cascalhos de quartzo oxidado, quartzito e seixos de itabirito suportados por uma matriz arenosa amarelada.

PI: A planície de inundação é composta por areia marrom-amarelada a marrom-escura; os grãos se apresentam mal selecionados, possui matéria orgânica e estratificação plana paralela em alguns locais.

Desta maneira, os autores concluíram que a neotectônica tem influenciado a dinâmica regional do rio, havendo um reajuste de blocos diferenciais que ocorre desde o Pleistoceno Superior, quando o terraço T3 (mais antigo) foi depositado. Os estágios de erosão descendente ocorrentes em T3-T2 e T2-T1 foram uma resposta ao soerguimento tectônico regional. Sendo assim, os terraços rochosos encontrados no Alto Rio das Velhas são resultado de uma elevação contínua do Escudo Cristalino brasileiro no Quaternário. As condições climáticas também podem ter contribuído, uma vez que as condições áridas durante o evento T3-T2 podem indicar que a incisão foi impulsionada pela elevação tectônica, e em T2-T1 a erosão descendente é

coincidente com as condições de umidade do Holoceno. Os seixos de T1 mais desgastados que T2 também podem ser um indicativo de aumento de umidade no Holoceno Inferior.

4.11 Barros (2012) - Eventos sedimentares do Quaternário e evolução morfodinâmica do Vale do Rio Conceição – Quadrilátero Ferrífero/MG

Barros (2012) neste trabalho busca discutir a evolução do Vale do Rio Conceição, destacando a sedimentação quaternária e as possíveis condicionantes tectônicas, antrópicas, climáticas e estruturais. Além de contribuir para a melhor compreensão da dinâmica fluvial do QFe e construção de uma cronologia sedimentar quaternária.

O trabalho se concentra na Bacia do Rio Conceição, no alto Rio Doce, localizada na borda leste do Quadrilátero Ferrífero. A bacia compreende parte dos municípios de Barão de Cocais, Catas Altas, São Gonçalo do Rio Abaixo e Santa Bárbara. Dista cerca de 100 km da cidade de Belo Horizonte.

Foram identificados oito níveis fluviais no Vale do Rio Conceição, que serão caracterizados a seguir:

N8: Fácies i: seixos angulosos a bem arredondados que variam de grânulos a matacões, sendo os maiores de quartzo e os menores de itabirito e hematita. Leve granocrescência ascendente. Presença de matriz areno-argilosa a argilo-arenosa. Fácies ii: material argilo-arenoso maciço e com grânulos esparsos.

N7: Apenas uma fácies preservada, sendo ela de seixos suportados por matriz arenosa cimentada por óxidos e hidróxidos de ferro. Estes seixos são heterométricos, de quartzo (maiores), itabirito e hematita.

N6: Fácies i: seixos de quartzo (maiores), itabirito/hematita (menores) e filito (mais angulosos) entre 1 e 15 cm de comprimento, sendo sub-angulosos a arredondados. Presença de matriz areno-argilosa a argilosa. Fácies ii: material argiloso a argilo-arenoso com grânulos e pequenos seixos (predominantemente de itabirito e hematita) esparsos ou em lentes. Presença de lentes arenosas.

N5: Caracterizada por seixos quase sempre bem arredondados de itabirito e hematita, quartzo e quartzito. Pode apresentar grandes blocos de conglomerados com cimentação ferruginosa. Presença de matriz arenosa. Foram observadas estratificações cruzadas e estruturas acanaladas.

N4: Fácies i: seixos de itabirito, quartzo e filito, angulosos a bem arredondados. Presença de fragmentos de conglomerados ferruginosos. Matriz arenosa (areia fina a média) de quartzo e itabirito ou areno-argilosa. Podem ocorrer lentes de areia (com estrutura deposicional preservada) e argila. Fácies ii: material areno-argiloso a argiloso maciço, com grânulos esparsos de itabirito, sendo sub-angulosos a bem arredondados.

N3: Fácies i: seixos heterométricos suportados por matriz de areia grossa (de quartzo e itabirito). Os seixos bem arredondados, sendo os maiores de quartzo e os menores de itabirito e hematita. Em alguns perfis, uma granodecrescência ascendente pode ser observada; Fácies ii: material maciço, bastante coeso, predominantemente siltoso, mas com presença marcante de argila e areia. Esta fácies apresenta coloração vermelha intensa.

N2: Os depósitos deste nível podem estar imediatamente na margem do rio ou não. A seqüência deposicional do N2 possui transição gradual e pode ser descrita, da base para o topo, pelas seguintes fácies: (i) seixos sub-angulosos a arredondados, clastos de quartzo, itabirito/hematita (os maiores) e filito (mais angulosos), suportados por matriz areno-siltosa. Algumas lentes de material mais argiloso e com grânulos esparsos podem ser encontradas. Espessura média de 1,5 m; (ii) material silto-arenoso a areno-siltoso com pequenos seixos esparsos, sendo estes angulosos a arredondados, principalmente de itabirito e hematita. Não são observadas estruturas deposicionais.

N1: Fácies i: seixos sub-angulosos a arredondados de itabirito, quartzo e quartzito, variando de grânulos a até 10 cm de comprimento. Matriz arenosa e ocorrência de lentes de areia fina e escura. Fácies ii: areia média de quartzo e itabirito com grânulos de hematita esparsos. Não apresenta estruturas evidentes.

Barros (2012) interpretou N8 como sendo uma área de confluência entre os rios Caraça e Conceição, sendo destes a origem dos seixos de itabirito, hematita e quartzo, já que por se encontrar em um domínio serrano, o Rio Caraça possuía energia suficiente para o transporte de seixos.

Em N2, os seixos com tamanhos superiores aos demais níveis podem ter sido resultado de um rejuvenescimento tectônico, o que possibilitaria um grande aporte de sedimentos grosseiros em um curto período de tempo. O grau de arredondamento também poderia reforçar essa possibilidade, afirmando que estes não tiveram muito tempo para transporte, mas essa

relação não ficou clara, uma vez que o grau de arredondamento também tem relação com a proximidade da área fonte.

Os níveis N2 e N3 foram identificados como responsáveis por conter o encaixamento do Rio Conceição, N2 por ter seixos maiores que a média dos transportados, tornando este possível apenas em períodos de inundação e N3 por ter a base composta por óxidos de ferro, resistentes a erosão fluvial. Desta forma, por ser difícil a erosão vertical, o rio passa a erodir lateralmente os depósitos, expondo ainda mais o material detrítico do assoalho da calha.

Já a respeito dos depósitos mais recentes, o domínio da fração areia pode ter relação com a ocupação antrópica, já que devido ao aumento da exploração aurífera, houve também o aumento do aporte sedimentar, provocando assim assoreamento dos canais fluviais.

4.12 Magalhães *et al.* (2012) - Dinâmica fluvial quaternária Do Rio Maracujá, Quadrilátero Ferrífero (MG)

Neste trabalho os autores estudaram os eventos deposicionais no Vale do Rio Maracujá por meio dos depósitos aluviais encontrados. A partir desta análise, o objetivo era o entendimento da dinâmica erosiva e deposicional no Quaternário. Foram realizadas também datações por LOE (Luminescência Opticamente Estimulada) nas amostras coletadas. Este trabalho pretende contribuir na construção de uma cronologia na sedimentação quaternária e compreender como se deu a evolução da geomorfologia durante o Cenozoico no Quadrilátero Ferrífero.

A área de Estudo se concentrou na Bacia do Rio Maracujá, uma área de cerca de 140 km² localizada na região centro sul do QFe. Esta bacia compõe a bacia hidrográfica do Alto Rio das Velhas, afluente do Rio São Francisco.

Quatro níveis deposicionais foram observados e serão caracterizados a seguir:

N4: Nível deposicional superior. Composição geral dada por duas fácies. Fácies i: seixos subangulosos a subarredondados de quartzo claro e/ou escuro, com comprimentos entre 1 e 20cm, suportados por matriz de areia grossa ou argila; pode ocorrer matacão esparsos; Fácies ii: material argiloso, com espessura entre 0,6m e 3m, podendo ocorrer localmente lentes arenosas e pequenos seixos esparsos.

N3: Nível deposicional intermediário. A composição geral corresponde também a duas fácies. Fácies i: seixos de quartzo subangulosos a arredondados, com comprimentos entre 1 e

18cm, suportados por matriz de argila ou areia fina; Fácies ii: material argiloso a agilo-arenoso que pode ser encontrado com diversas cores (cinza claro e escuro, amarelo e bruno), podendo ocorrer localmente mosqueados vermelhos e pequenos seixos esparsos.

N2: Nível deposicional inferior. Fácies i: seixos de quartzo (comprimento médio de 15cm), xisto-filito e itabirito (1cm) subarredondados e suportados por areia de granulometria variada; Fácies ii: material argiloso, podendo variar abruptamente de cor ao longo do perfil (branco, cinza ou amarelo).

N1: Nível de planície de inundação. Apresentam textura variada, com misturas em proporções distintas de areia fina, silte e argila. Em alguns perfis podem ser observadas estruturas plano-paralelas, além de um expressivo acúmulo de matéria orgânica.

De acordo com Saad *et al.* (2005, apud Magalhães *et al.*, 2012), a disposição dos níveis em escadaria é uma resposta do canal aos *inputs* de energia de origem tectônica que o Escudo Brasileiro sofreu ao longo do Quaternário. Confirmou-se também o impacto que os voçorocamentos têm na dinâmica sedimentar moderna, já que o intenso abastecimento de material sedimentar pode modificar o padrão fluvial do Rio Maracujá a partir do soerguimento de Barras de Canal.

Quanto aos resultados obtidos pela datação por LOE, estes não foram satisfatórios uma vez que foram incoerentes com as evidências vistas em campo e por não se relacionarem com as de trabalhos anteriormente realizados em organizações semelhantes aos níveis estudados.

4.13 Rodrigues *et al.* (2012) – Evaluation of the mineral exploration influence on sediment composition in the Gualaxo do Norte River Basin (MG-Brazil) based on geochemical and stratigraphic data

Por meio deste trabalho os autores buscaram investigar qual a influência da mineração nos sedimentos aluviais encontrados na Bacia do Rio Gualaxo do Norte. Esta é uma região localizada na porção sudeste do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil).

As fácies estudadas foram divididas entre as que não possuem estruturas sedimentares (A, As, C e Ct) e as que possuem (Ar, Ap e G). A seguir elas serão descritas e serão apresentadas também suas interpretações de acordo com o tipo de ambiente.

A: Presente na maioria dos cortes, é caracterizado por um tamanho de grão muito fino a médio. Os minerais predominantes são quartzo (de granitos pegmatíticos e veios

hidrotermais), muscovita, hematita e minerais argilosos. Esta fácies é interpretada como um depósito de barra em pontal, gerado em regime de baixo fluxo e sendo formada a partir da erosão de sedimentos da margem côncava e depositada nas margens convexas do meandro seguinte.

As: Caracterizada por material arenoso com granulação variando de média a grossa com seixos e cascalhos de quartzo matriz suportado, além de minerais argilosos. Esta fácies foi interpretada como sendo depositada em um ambiente de canal ativo.

C: Esta fácies é caracterizada pela presença de cascalhos e predominância dos minerais: quartzo, magnetita, hematita, feldspato, gibbsita, cianita e turmalina. Fácies também depositada em um ambiente de canal ativo.

Ct: Caracterizada pela presença de clastos estratificamente desordenados. Os minerais predominantes são quartzo, magnetita, hematita, feldspato, gibbsita, cianita e turmalina. Os grãos se apresentam bem selecionados e com alta esfericidade. Nesta fácies, interpreta-se como sendo depositada em um canal com interferência direta ou indireta de atividade de mineração artesanal, como garimpagem ou arrasto. A boa seleção dos grãos é inesperada nela, considerando os processos naturais de um sistema fluvial, mas nesse caso ocorreu por meio do uso de diques transversais para obstruir o curso da água, obrigando a deposição dos sedimentos arrastados.

Ar: Areia fina a muito fina, com laminações cruzadas por *ripples*. Minerais predominantes são quartzo, muscovita, magnetita e minerais argilosos. Fácies interpretada como sendo crista de banco.

Ap: Areia com granulação variando e fina a média. Apresenta estratificação plano paralela e estratificação cruzada tabular. Os minerais predominantes são: quartzo, muscovita, feldspato, magnetita e hematita. Depósito de barra em pontal, mais especificamente cristas de barras.

G: O tamanho do grão é caracteristicamente argiloso. Interpretado como um lago de inundação ou depósito de várzea, formado a partir de sedimentos em suspensão que decantam após eventos de inundação. Minerais como quartzo, muscovita e minerais argilosos são predominantes. Em algumas porções foi possível identificar laminação.

4.14 Barros & Magalhães Jr. (2013) - Quaternary alluvial sedimentation in the Conceição river valley, southeastern Brazil

Barros e Magalhães (2013) através deste trabalho objetivaram discutir os primeiros resultados das análises sobre os indícios das influências de litoestruturas, tectônica e clima no padrão e cronologia da sedimentação aluvial quaternária no vale do rio Conceição, região tropical montanhosa. A partir deste cenário específico, pretende-se contribuir para a compreensão da dinâmica fluvial em regiões tropicais montanhosas continentais durante o quaternário.

O trabalho se dá no vale do Rio Conceição, localizado na porção nordeste do Quadrilátero Ferrífero. O Rio Conceição tem aproximadamente 90 km de extensão e uma bacia de drenagem de sexta ordem de aproximadamente 790 km².

Durante a realização deste, oito níveis aluviais foram identificados no vale do Rio Conceição. O nível mais jovem (L1) corresponde às lagoas do regime fluvial moderno e a segunda (L2) corresponde à planície de inundação. O terceiro (L3) é o único nível que ainda pode ser caracterizado como terraço fluvial devido à sua preservação morfológica. Os níveis mais antigos (L4 a L8) ocorrem ao longo das encostas e são morfológicamente descaracterizados, ou seja, não apresentam forma de terraço.

Quanto a descrição, de forma geral, as sequências aluviais são compostas por cascalhos de hematita suportados e bem arredondados. As fácies de granulação mais finas são geralmente homogêneas, levemente espessas e afetadas por processos superficiais. Estruturas sedimentares são encontradas localmente em fácies arenosas e pedregosas. Em alguns perfis aluviais são exibidas camadas de cascalho cimentadas por óxido-hidróxidos de ferro.

A partir disso, os autores identificaram que a predominância de cascalhos de itabirito e hematita nas sequências aluviais parece estar ligada ao processo de retração lateral das vertentes do Quadrilátero Ferrífero. As altas taxas de erosão das litologias mais fracas da base da escarpa provocaram o desmonte dos itabiritos que formam os topos das escarpas.

Os indícios de condicionamento tectônico na evolução morfodinâmica do vale do rio Conceição incluem diferentes patamares de nível fluvial e a provável formação de armadilhas de sedimentos, desvios de rios e inclinações. Este arcabouço geomorfológico está associado a um rico conjunto de estruturas tectônicas herdadas de ciclos geotectônicos pré-cambrianos, que são muito importantes para a atividade neotectônica no Sudeste do Brasil.

E, por fim, um provável controle climático é sugerido pela formação cíclica do nível do rio com leitos de cascalho cimentado de óxido-hidróxido de ferro. A ocorrência de conglomerados ferruginosos em diferentes vales do Quadrilátero Ferrífero pode indicar que este material representa um registro de eventos climáticos regionais que estão correlacionados com eventos paleobioclimatológicos identificados no Sudeste do Brasil.

4.15 Barros et al. (2016) - Paleobiogeoclimatic scenarios of the Late Quaternary inferred from fluvial deposits of the Quadrilátero Ferrífero (Southeastern Brazil)

Barros *et al.* (2016) buscaram com este trabalho investigar as evidências de oscilações bioclimáticas obtidas a partir das sucessões fluviais e discutir sua influência na geomorfogênese dos vales fluviais locais.

As sucessões deposicionais analisadas neste estudo estão localizadas nos vales dos rios Conceição e Mango. O Rio da Conceição é um afluente alto do rio bacia Doce, localizado na porção leste do Quadrilátero Ferrífero. O Rio Mango é um afluente da bacia do alto rio das Velhas.

A primeira das três sucessões deposicionais é identificada como DS1, e corresponde ao terraço N4, situado de 5 a 10m acima no atual nível do canal. Oito níveis fluviais foram observados e notou-se que a maioria foi descaracterizado pela erosão e deposição coluvial. Estes serão descritos a seguir:

L8: composto por material arenoso, de cor avermelhada. Observa-se presença de matéria orgânica.

L7: nível arenoso, de coloração amarelo avermelhado e também apresenta matéria orgânica.

L6: material argiloso, de cor vermelho amarelado em sua superfície e marrom forte na porção basal. Rara presença de raízes.

L5: composição arenosa, e sua coloração é vermelho escuro. Há ocorrência de raízes finas e bioturbação.

L4: de coloração marrom escura, este nível apresenta raízes mais espessas, pequenos clastos arredondados e matriz arenoso-argilosa.

L3: material de cor marrom escuro em sua superfície e vermelho amarelado na porção basal. Apresenta raízes ainda mais espessas, bioturbação, clastos maiores e arredondados do que os observados em L4 e matriz arenosa.

L2: composto por matriz arenosa e cimentação descontínua dos clastos, com diferentes níveis de endurecimento. Coloração vermelho amarelado.

L1: este nível atinge o saprólito. Material arenoso, vermelho amarelado. Apresenta crosta descontínua em contato com o saprólito.

DS2 é a segunda sucessão deposicional e corresponde ao terraço N3 do Rio Conceição. Este se destaca por apresentar crosta de ferro conglomerático em sua base ao longo de todo o vale. Seus níveis fluviais serão descritos a seguir:

L5: material silto-argiloso avermelhado e contém matéria orgânica.

L4: material arenoso, vermelho escuro. Rara ocorrência de matéria orgânica.

L3: composto por matriz arenosa, castanho avermelhado. Apresenta pequenos clastos e raízes finas.

L2: apresenta coloração marrom escuro avermelhado. Predominância clastos medianos, matriz arenosa e algumas raízes finas.

L1: apresenta coloração preta devido para a abundância de pequenos clastos e areia de BIF.

Abaixo de L1 tem-se o material do leito do rio, composto por clastos maiores que os de quartzo e menores que os BIF's e de matriz arenosa. Esta camada se apresenta cimentada.

Por fim, a última sucessão deposicional (DS3) está situado na N2 do vale do Rio Mango, que preenche o fundo do vale e apresenta laterização conglomerática em vários trechos, como na Conceição Vale do Rio.

L3: presença de material silto-argiloso, marrom escuro e contém raízes.

L2: matriz silto-argilosa, marrom amarelado. Apresenta raízes finas e pequenas partículas escuras, semelhantes a fragmentos de carvão.

L1: lodoso-argiloso, de coloração marrom escuro. Apresenta raras raízes finas e muitas pequenas partículas escuras, semelhantes a fragmentos de carvão.

Desta forma, em termos de terraços fluviais, os vales Conceição e Mango apresentam semelhanças. E a partir dos dados coletados, notou-se que DS1 pode estar associado a climas mais úmidos e quentes, período superior ao inferido para as sucessões deposicionais DS2 e DS3, que estão associados a um período mais seco e frio, marcado pelas couraças ferruginosas nos fundos os vales. Sendo assim, este clima mais quente e frio pode ter influenciado na formação de depósitos mais espessos de cascalho e areia, posteriormente cimentados. E assim, fica evidente que o clima tem desempenhado um papel importante na dinâmica destas sucessões.

4.16 Santos (2017) - Caracterização geoquímica das águas e sedimentos da bacia do ribeirão Sardinha, porção sul do Quadrilátero Ferrífero (MG).

Santos (2017) ao realizar este trabalho, tem como objetivo principal verificar a influência da mineração e também a influência natural nos padrões geoquímicos e sedimentológicos na Bacia do Ribeirão Sardinha.

O trabalho se realizou na porção sul do QFe, se tratando do alto e baixo curso do Ribeirão Sardinha, que se localiza nos distritos de Ouro Preto: Engenheiro Corrêa e Miguel Burnier.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foram analisadas as seguintes fácies:

Sr: Fácies com granodecrescência ascendente que se inicia com areia média e finaliza-se com sedimentos silto-argilosos. Na porção arenosa ocorrem estruturas do tipo ripples e, em geral, esta unidade é constituída por quartzo, muscovita e óxidos de ferro. Apresenta coloração marrom. As ripples marcam um ambiente de regime de fluxo baixo.

Sm: Areia fina predominantemente, mas também apresenta uma contribuição de silte/argila. Apresenta característica maciça, minerais como quartzo, mica e óxidos de ferro. Depósito de barras próximas às margens do canal, em um regime energético mais alto, já que apresenta granulometria maior que a fácies anterior e não apresenta estruturas sedimentares.

Sfm: Material areno-argilosa. Esta unidade é maciça, constituída basicamente por quartzo e argilominerais. Interpretado como sendo o mesmo ambiente de formação da fácies anterior.

Sro: Composta por areia fina com muitas raízes, maciça e constituída principalmente por quartzo e poucos óxidos de ferro. Fácies caracterizada como neossolo flúvico.

Sh: Composta por areia fina à média. Apresenta laminações plano-paralelas, sendo estas demarcadas por lâminas ricas em quartzo e muscovita e níveis de óxidos de ferro. Correspondente a um regime de fluxo superior, onde a laminação plano-paralela marca esse aumento do fluxo de energia.

Col: Material coluvionar, constituído principalmente por areia média. Sua composição se dá por quartzo, caulinita e feldspato alterado. Este material se assemelha a solos residuais de rochas granito-gnáissicas que afloram na região. Primeiramente este material foi transportado como colúvio e posteriormente o fluxo fluvial reorganizou este material em barras fluviais.

Nf: Neossolo flúvico constituído por areia média, predominantemente quartzosa. Esta fácies pode ser resultado de depósitos coluvionares, uma vez que a granulometria aumenta em direção ao topo.

Gcm: Material cascalhoso, suportado pelos clastos, sendo a maior parte destes do tamanho seixo e a matriz composta por areia média a grossa. Os clastos são arredondados a subarredondados, de esfericidade baixa, geralmente de quartzo, granitóide e hematita enquanto a matriz é predominantemente quartzosa com óxidos de ferro, de coloração marrom, interpretada como um depósito de canal.

Gmm: Esta fácies pode ser descrita como cascalhosa, com matriz arenosa (areia fina a média) constituída principalmente por quartzo e sericita. O arcabouço é constituído principalmente por grânulos a seixos e eventuais blocos subangulosos, de baixa esfericidade, compostos por quartzo, hematita, filito carbonoso, filito avermelhado e laterita. Essa unidade apresenta textura maciça e foi interpretada como sendo um depósito de canal fluvial.

Gh: Fácies cascalhosa, suportada pelos clastos, com matriz arenosa (areia média a muito grossa) composta por quartzo, hematita e magnetita, essencialmente. Os clastos variam de grânulos a seixos, arredondados a subangulosos, com esfericidade baixa e, em geral, são compostos por quartzo, filito avermelhado, filito carbonoso, xisto e laterita. Essa unidade apresenta sutil imbricamento dos clastos. Esta fácies remete a um depósito longitudinal formado no leito de rios, podendo estar associados a canais fluviais, se apresentando como camadas ou barras.

C: Fácies argilosa com presença de material carbonoso, maciça e de coloração preta. Sugere-se que esta fácies se depositou sobre um canal já abandonado, onde posteriormente se formou uma lagoa de cheia – a natureza carbonosa sugere este ambiente.

Fsm: A fácies se apresenta silto-argilosa, maciça e de coloração amarelada. Pode ter sido depositada em lagoas de cheia ou em outro período de inundação.

4.17 (Lopes, 2017) - Contribuições sobre a dispersão de minerais ferrosos e evolução morfossedimentar da porção nordeste do médio curso do Rio Paraopeba, borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, MG.

O autor em seu trabalho buscou entender como se dá a dispersão de sedimentos ricos em minerais ferrosos no curso do médio Rio Paraopeba, sendo eles recentes ou antigos. Além de comparar com os aluviões localizados a jusante de cavas de mineração de ferro e os que não estão, e também compreender o contexto geomorfológico dos aluviões antigos encontrados e quando se deu a sua deposição.

O estudo teve maior foco na região do médio curso do Rio Paraopeba, região metropolitana de Belo Horizonte, localizada no município de Brumadinho.

No levantamento estratigráfico foram encontradas as seguintes fácies:

St: Areia fina a grossa, composta por quartzo, hematita, itabirito e quartzito. Apresenta estratificação cruzada acanalada. A interpretação se dá como dunas 3D.

Gt: Apresenta cascalho com matacões, composto por quartzo, hematita, quartzito e granitoide. Possui estratificação cruzada acanalada. Interpreta-se como preenchimento de canal.

Gmm: Areia fina com cascalho e matacões. Composto por quartzo, hematita e quartzito. Interpretação da fácies se deu como sendo resultado de fluxo de detritos.

Gh: Cascalho com matacões, composto por quartzo, hematita, goethita, granitoide e quartzito. Fácies resultante do Fluxo de Lençol. Apresenta grãos imbricados.

Gp: Cascalho com matacões. A composição mineralógica se dá por quartzo, hematita, goethita, itabirito e quartzito. Apresenta estratificação cruzada planar.

C: Colúvio composto por areia fina. Apresenta quartzo e hematita.

Para interpretação, estas foram reorganizadas em associação de fácies, e desta maneira temos:

Associação de Fácies A: esta associação é composta pelas fácies St e Gt, associadas a dunas 3D e preenchimento de canal, respectivamente. A partir das estruturas sedimentares

encontradas e da geometria dos grãos – que indicam ambiente de alta energia, foi interpretado como sendo um ambiente de leque aluvial retrabalhado por canal fluvial.

Associação de fácies B: composta pelas fácies Gmm e Gh, onde Gmm é interpretada como um depósito de fluxo de detritos e Gh como sendo um depósito residual do tipo fluxo de lençol. O embricamento dos grãos em Gh sugere eventos de alta energia, desde modo esta associação foi identificada como sedimentos antigos de leques aluviais proximais ou medianos.

Associação de fácies C: composta pelas fácies Gt e Gmm, interpretadas como sendo preenchimento de canal e fluxo de detritos, respectivamente. A estratificação indica que Gt fez parte de um canal de alta energia, de um leque aluvial proximal, e tais características conferem com as encontradas em Gmm.

Associação de Fácies D: associação composta pelas fácies Gp e St, onde foram interpretadas como barra interna e duna 3D, respectivamente. As estratificações plano paralelas observadas em Gp sugerem uma drenagem de fluxo trativo de alta energia e por estar sobreposta por St, que apresenta grãos menores, entende-se que este ambiente perdeu energia. O material silto-argiloso é visto como sendo típico de um ambiente de rio entrelaçado.

A fácies C não participa de nenhuma associação.

4.18 (Barros e Magalhães Jr, 2018) - Reconstituição de eventos geomorfológicos no Quadrilátero Ferrífero/MG a partir de registros deposicionais fluviais: a Bacia do Rio Paraopeba

Os autores analisaram de maneira geral os depósitos fluviais do Quadrilátero Ferrífero e a evolução quaternária da paisagem. O enfoque e estudo se deu em duas bacias principais, uma delas localizada no Fecho do Funil, no Vale do Rio Paraopeba, onde foram observadas as sucessões fluviais entre Brumadinho e Juatuba; e a Bacia do Ribeirão Serra Azul - região metropolitana de Belo Horizonte, onde os níveis fluviais distribuídos entre os ribeirões Serra Azul e Mateus Leme foram analisados.

4.18.1 Vale do Rio Paraopeba

Cinco níveis deposicionais escalonados foram identificados:

N5: Formação Juatuba. Apresenta sucessões deposicionais com cascalho de quartzo, predominantemente, e couraças placoidais em camadas arenosas cimentadas, além de espessos pacotes silto-argilosos;

N4: Fácies basal conglomerática, com dominância de quartzo e quartzito, mas com presença marcante de itabirito (cerca de 20%), e fácies superior com grânulos e pequenos clastos arredondados a angulosos;

N3: Afloramentos pouco espessos em relação aos níveis anteriores, com cascalho subarredondado a anguloso de quartzo, quartzito e itabirito, recobertos por fácies subdesenvolvida de areia fina entrecortada por lentes de cascalho;

N2: Nivel fluvial abandonado mais recente. Apresenta fácies basal de cascalho, predominantemente arredondado e de quartzo, podendo apresentar diferentes fases deposicionais indicadas por ciclos de granulodecrescência, e fácies superior de material areno-siltoso, por vezes com clastos esparsos ou em lentes;

N1: Planície de inundação marcada por depósitos arenosos a silto-argilosos maciços.

4.18.2 A Bacia do Ribeirão Serra Azul

Nesta bacia seis níveis fluviais foram registrados.

N6: Sucessões deposicionais pouco preservada. Fácies de cascalho clasto suportado e ferruginizado (de quartzo e quartzito, arredondado a anguloso) e de areia fina argilosa com presença de grânulos, pequenos clastos de quartzo, pisólitos de ferro e fragmentos de laterita em placas;

N5: Cascalho arredondado a anguloso de quartzo, quartzito e xisto/filito, além de nódulos de laterita, sobreposto por material areno-siltoso;

N4: Perfis com camada basal de cascalho clasto suportado, matriz arenosa e camadas superiores areno-siltosas a silto-argilosas com cascalho esparsos, frequentes lentes de cascalho e nódulos ferruginosos. No trecho inferior do vale do Ribeirão Serra Azul e do vale do Ribeirão Mateus Leme, apresenta perfis com camada basal de cascalho clasto suportado e areia sobreposta por espessa camada (até ~6 m) de argilas e siltes laminados, podendo ocorrer lentes/finas camadas arenosas com couraça e clastos esparsos;

N3: Apresenta os mesmos dois tipos de sucessões deposicionais do nível anterior, entretanto sem a presença comum de couraças. Mais à jusante no vale do Ribeirão Serra Azul e no vale do Ribeirão Mateus Leme, os perfis são menos espessos e pouco preservados. Podem ocorrer fragmentos de couraças, provavelmente oriundos do desmonte do nível anterior;

N2: Fácies basal apresenta cascalho de quartzo e quartzito, arredondado a anguloso, sendo geralmente entrecortada ou sobreposta por camada de areia grossa cimentada, formando couraça ferruginosa;

N1: Planície de inundação.

Os níveis deposicionais fluviais observados na Bacia do Rio Paraopeba são de extrema importância para a visualização das evidências de uma neotectônica ocorrente no Cenozoico na região do QFe. Desta forma, algumas conclusões foram apontadas:

- Os níveis deposicionais fluviais que marcam a região se apresentam de maneira escalonada e pareada, marcando assim uma direta influência de um soerguimento regional durante o Quaternário Tardio. No Holoceno também foi possível observar a resposta da drenagem ao soerguimento, onde o Rio Paraopeba foi recentemente encaixado – cerca de 10m, não havendo registros correlatos de seus afluentes.

- Diversas áreas do Quadrilátero Ferrífero dispõem de couraças ferruginosas em sessões fluviais, onde geralmente se apresenta condições de clima mais seco e frio. Porém, as couraças vistas na bacia do Rio Paraopeba não têm caráter conglomerático como nas demais áreas, podendo estar relacionado ao seu contexto litoestrutural menos propício para geração de pacotes espessos de cascalho no fundo do vale.

- As datações por LOE permitiram a correlação de depósitos de vales diferentes. Mesmo apresentando cotas altimétricas diferentes em relação a drenagem atual de cada vale, apresentaram características semelhantes, evidenciando que a altura não deve ser apontada como critério único na correlação de níveis fluviais.

4.19 (Barros e Magalhães Jr, 2018) Morfogênese no Quadrilátero Ferrífero/MG no Quaternário Superior: processos fluviais e condicionantes paleoambientais na Bacia do Rio das Velhas

Luiz Fernando de Paula Barros e Antônio Pereira Magalhães Junior têm como objetivo neste trabalho a discussão da morfogênese recente no Quadrilátero Ferrífero a partir dos processos fluviais e seus condicionantes paleoambientais. A partir disso, busca-se a compreensão dos eventos geomorfológicos responsáveis pela modelação do relevo neste domínio brasileiro.

O estudo se dá na região do Quadrilátero Ferrífero – MG, especificamente nos vales dos cursos d'água do Rio das Velhas, Rio Maracujá, Ribeirão Carioca, Ribeirão do Mango e Ribeirão Sardinha, que são drenadas em sua porção oeste e central.

Neste trabalho vários níveis fluviais foram observados e descritos nos Vales encontrados e serão caracterizados a seguir:

4.19.1 O vale do Alto Rio das Velhas

N4: fácies basal de cascalho arredondado composto por quartzo e itabirito ferruginizado ou cimentado formando couraça, a matriz é arenosa e a fácies superior apresenta material areno-argiloso maciço;

N3: sempre escalonado em relação ao N4, preenche o fundo do vale no trecho mais à montante, porém no trecho próximo da Serra do Curral chega a apresentar 15 m de desnível para o rio atual;

N2: encontra-se embutido no N3 no trecho intermediário e escalonado no trecho mais próximo da Serra do Curral, apresentando grande diversidade de fácies;

N1: depósitos arenosos com acúmulos de matéria orgânica e apresenta estratificações cruzadas e plano-paralelas.

4.19.2 O vale do Rio Maracujá

N4: Formado por cascalho subanguloso a arredondado de quartzo claro e/ou escuro, podendo ocorrer matacão;

N3: Contém cascalho subanguloso a arredondado de quartzo e a fácies superior é formada por material argilo-arenoso.

N2: Formado por cascalho de quartzo, xisto/filito e itabirito subarredondados a arredondados, podendo ocorrer couraça conglomerática; apresentam estratificações cruzadas acanaladas e plano-paralelas.

N1: planície de inundação composta por cascalhos de quartzo (predominante), xisto/filito e itabirito.

4.19.3 O vale do Ribeirão do Mango

N4: Formado por cascalhos de quartzo, granito e itabirito, que se apresentam variando de arredondado a subanguloso e matriz argilosa; a fácies superior é composta por material argiloso.

N3: apresenta cascalho de quartzo sub-anguloso a sub-arredondado, podendo ocorrer matacão.

N2: contém cascalho basal sub-arredondado (de quartzo e itabirito, bem selecionado) e matriz de areia grossa, estando ferruginizados e cimentados e sobrepostos por material silto-argiloso maciço;

N1: planície de inundação com fácies silto-arenosa de cor cinza-escuro, com presença de lentes de matéria orgânica e lentes de areia de itabirito, ocorrendo estruturas deposicionais plano-paralelas.

4.19.4 O vale do Ribeirão Sardinha

N3: couraça conglomerática com cascalho subarredondado e matriz arenosa entre blocos de rocha.

N2: composto por cascalho anguloso a arredondado, em sua maioria de quartzo e quartzito, mas também apresentando itabirito e xisto/filito, sobreposto por material argiloso com mosqueados;

N1: predomínio de sedimentos arenosos que variam de areia muito fina a média, assentados sobre o substrato rochoso ou sobre o cascalho basal do N2, sendo estes, em geral, maiores que os transportáveis pelo regime atual.

4.19.5 O vale do Ribeirão Carioca

N2: apresenta ciclos de deposição de cascalho e areia com estruturas preservadas. O cascalho possui clastos que variam de 2 a 15 cm, podendo ser de quartzo (maioria) ou granito/gnaíse.

N1: A planície de inundação apresenta fácies bastante semelhantes às do terraço, porém a fácies basal, de leito, é dominante.

Barros *et al.* (2018) identificaram que por mais que os vales estivessem na mesma região, cada bacia responde de uma maneira diferente aos processos fluviais e têm seus registros

desenvolvidos de maneiras diferentes. Sendo assim, o contexto geotectônico tanto local, quanto regional desenvolvem um importante papel na preservação destes, uma vez que vales encaixados estão mais expostos a erosão e movimentos de massa nas vertentes, o que torna mais fácil a não preservação dos registros mais antigos.

De maneira geral, é evidente a presença de vales que apresentam níveis deposicionais fluviais escalonados e pareados, revelando que o Quaternário Tardio pode estar diretamente associado ao soerguimento regional e encaixamento destes, uma vez que os sistemas fluviais observados se mostraram vulneráveis às forças tectônicas e oscilações climáticas experimentadas no Quaternário Superior. A presença de couraças ferruginosas podem marcar essas oscilações climáticas, sugerindo que sua formação se deu em um clima mais frio/seco que o atual.

4.20 (Barros e Magalhães Jr, 2019) - O papel da Bacia do Rio Doce na configuração geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero/MG

Luiz Fernando de Paula Barros e Antônio Pereira Magalhães Junior neste trabalho discutiram o papel desempenhado pela bacia do Rio Doce na geomorfologia do Quadrilátero Ferrífero, compreendendo-se os eventos geomorfogenéticos e tendo em vista sua importância para esculturação do relevo neste domínio.

O trabalho tem como foco a investigação dos vales por onde percorrem os afluentes da Alto Rio Doce, sendo eles: Rio Conceição, ribeirão Caraça e Barão de Cocais, Rio do Carmo e Ribeirão Coqueiros.

Níveis deposicionais fluviais foram reconhecidos e cada um dos vales apresentava um número diferente deles, uma vez que muitos fatores podem contribuir para a não para sua preservação.

Para o Vale do Rio Conceição, tem-se oito níveis deposicionais fluviais, onde:

N8: apresenta fácies basal cascalhosa de quartzo, itabirito e filito variando de sub-angulosos a arredondados, matriz areno-argilosa a argilosa; e fácies superior composta por matriz argilosa a areno-arenosa e clastos principalmente de itabirito.

N7: este nível é composto por couraça conglomerática, cascalhos de quartzo e itabirito e matriz arenosa.

N6: cascalhos variando de grânulo a matacão, angulosos a arredondados de quartzo e itabirito, matriz areno-argilosa, sobreposta por material maciço areno-argiloso.

N5: couraça conglomerática com cascalho bem arredondado de itabirito, quartzo e quartzito, matriz arenosa, apresenta estratificação cruzada e registro de paleocanais.

N4: cascalhos angulosos a bem arredondados de itabirito, quartzo e filito e ocorrências de couraças conglomeráticas. Matriz arenosa e pode apresentar lentes de areia e argila.

N3: fácies basal composta por cascalhos de quartzo e itabirito, matriz arenosa cimentada e a fácies superior composta por material maciço, avermelhado intenso, coeso e sem granulometria dominante.

N2: fácies inferior composta por cascalho variando de sub-anguloso a arredondado, variando tamanho de grânulo a matacão de quartzo, itabirito e filito. Matriz areno-siltosa e possui lentes de argila. Fácies superior composta por material que varia de silto-arenoso a areno siltoso com grãos esparsos.

N1: fácies com transição gradacional onde a fácies inferior é composta de cascalhos de itabirito, quartzo e quartzito sub-anguloso a arredondados; e a fácies superior composta de areia média de quartzo e itabirito.

No vale do Ribeirão do Caraça seis níveis deposicionais foram descritos, onde os quatro últimos são coincidentes os do Vale do Rio Conceição, sendo N8, N7, N6 e N5 respectivamente. Quando aos dois últimos, tem-se:

N2: descrito como nível de preenchimento, é composto por cascalho de quartzo e quartzito cimentados na fácies basal, já na superior é encontrado material argiloso com presença de lentes de areia e clastos esparsos.

N1: composto por quatro fácies, onde a basal é composta por cascalhos de quartzito angulosos, posteriormente tem-se uma fácies arenosa com mosqueados, sobreposta a esta tem-se uma fácies predominantemente siltosa e a de topo uma fácies com clastos de xisto, filito e quartzito, com muita matéria orgânica.

No Vale do Rio Barão de Cocais quatro níveis deposicionais fluviais foram observados, sendo:

N4 composto por fragmentos de couraça conglomerática com cascalhos de itabirito e quartzo arredondados a subarredondados.

N3 em sua base composta por itabirito, quartzito ferruginoso e quartzito variando de arredondado a subarredondado e matriz areno-argilosa; no topo tem-se fácies areno-argilosa com cascalho esparso.

N2 apresenta fácies basal composta por uma couraça conglomerática espessa (de até 3m) com clastos de quartzo e itabirito e matriz arenosa. Superiormente tem-se uma fácies areno-argilosa de coloração bruno e homogêneo.

Em N1 é encontrada a planície de inundação.

No Vale do Ribeirão dos Coqueiros apenas três níveis deposicionais fluviais foram observados, onde:

N3: nível composto de cascalho cimentado por oxi-hidróxido de ferro.

N2: fácies basal composta por cascalhos de quartzo, quartzito e itabirito também cimentados por oxi-hidróxido de ferro sobreposto por fácies silto-argilosa dividida em duas camadas, a primeira com pequenos clastos de itabirito e a segunda por cascalhos de itabirito. Entre as duas últimas é observada uma couraça limonítica.

N1: planície de inundação.

Por fim, no Vale do Ribeirão do Carmo três níveis deposicionais bem marcados podem ser descritos:

N3: nível composto por cascalho cimentado.

N2: fácies basal composta por cascalho e areia variando de fina a grossa, e presença de estratificações cruzadas acanaladas e plano-paralelas. Posteriormente, fácies argilosa com lentes arenosas.

N1: planície de inundação.

O registro desses níveis deposicionais evidenciam o efeito das forças neotectônicas nessa área e também a influência das oscilações climáticas ocorridas no Quaternário Superior e Holoceno.

Os vales deposicionais fluviais pareados e escalonados são uma resposta ao soergimento regional no Quaternário Tardio. A existência de planícies de inundação juntamente com níveis de preenchimento pode estar relacionada as alterações climáticas desde o Último Máximo Glacial até o clima mais úmido e quente encontrado atualmente. E por fim,

a respeito dos níveis de preenchimento, esses também podem estar relacionados a existência de couraças ferruginosas que fornecem resistência física e química, dificultando a degradação.

SÍNTESE QUANTITATIVA E ANÁLISE CRÍTICA

5.1 ASPECTOS FACIOLÓGICOS

Para Selley (1982 *apud* Etchebehere *et al.* 2003) as fácies sedimentares são as características exibidas por um conjunto de sedimentos ou rochas sedimentares que podem estabelecer seu reconhecimento ou distinção. Dentre elas são observadas: composição mineralógica, estruturas sedimentares, coloração, geometria, grau de seleção, padrões de paleocorrentes e também a presença de fósseis. A partir da análise dessas características, torna-se possível determinar quais foram os processos deposicionais e as condições ambientais atuantes no processo de sedimentação.

Estas características podem ser chamadas também de aspectos ou variáveis faciológicas. Ao definir-se uma fácies, é esperado que o maior número destes aspectos seja encontrado e assim tem-se uma definição mais assertiva. Como observado na Figura 5.1, é possível notar que uma parte dos autores citados neste trabalho basearam suas interpretações em apenas 1 ou 2 variáveis faciológicas, consistindo somente em variação granulométrica ou de cor, por exemplo.

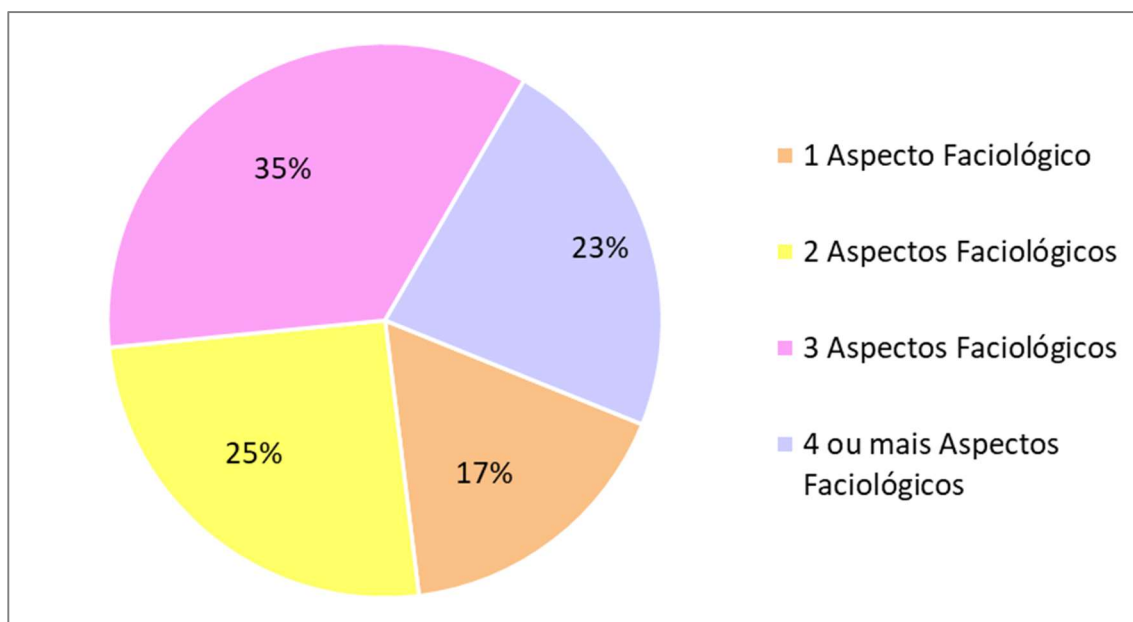


Figura 5.1 – Gráfico contendo a porcentagem de autores que distinguiram fácies sedimentares baseados em um ou mais aspectos faciológicos.

É possível que a variação de uma feição textural seja resultante para mudança de fácies, mas quando se trata de um pacote espesso de sedimentos, estas variações graduais

granulométricas podem se tratar de gradações inversas ou normais, por exemplo, e podem estar contidas numa mesma fácies. Há também a possibilidade de ser um pacote onde os sedimentos estão mal selecionados, dando a impressão de se tratar de mais de uma fácies, quando na verdade pode não ser.

Desta maneira, geologicamente é ideal que o maior número de aspectos faciológicos sejam analisados para que a interpretação acerca daquela fácies seja sólida e consistente.

5.2 INTERPRETAÇÃO DE AMBIENTES DEPOSICIONAIS

Ainda que houvesse uma definição e reconhecimento de uma fácies, apenas essas informações não seriam suficientes para designar o ambiente de formação desses sedimentos. Sendo assim, para facilitar e agilizar as descrições em campo, Collinson (1969 – *apud* Walker, 1992) propôs a associação de fácies, que seria grupos de fácies geneticamente relacionadas entre si e que têm algum significado ambiental. Posteriormente, Miall (1985) propôs a classificação de diferentes ambientes a partir do conjunto das 20 fácies mais comuns, onde sua nomenclatura seria constituída a partir da granulometria e estruturas presentes.

Então, Walker (1992) propôs o modelo de fácies, que seria um guia para identificação de certos depósitos sedimentares baseados em suas fácies que, juntamente com a classificação de elementos estruturais, tornaria possível uma padronização sobre quais feições e fácies deveriam ser encontradas em determinados ambientes de sedimentação. E assim, por meio das propriedades físicas encontradas, como textura, estruturas e granulometria, seria possível sugerir quais os processos envolvidos e qual o nível de energia presente na formação daquelas rochas.

Desta maneira, entende-se que para que certos ambientes fossem determinados, uma combinação ou intercalação de fácies diferentes deveriam ser observadas. No entanto, como observado na Figura 5.2, fica claro que a maior parte dos autores citados neste trabalho se basearam em apenas uma fácies sedimentar para interpretação do ambiente deposicional.

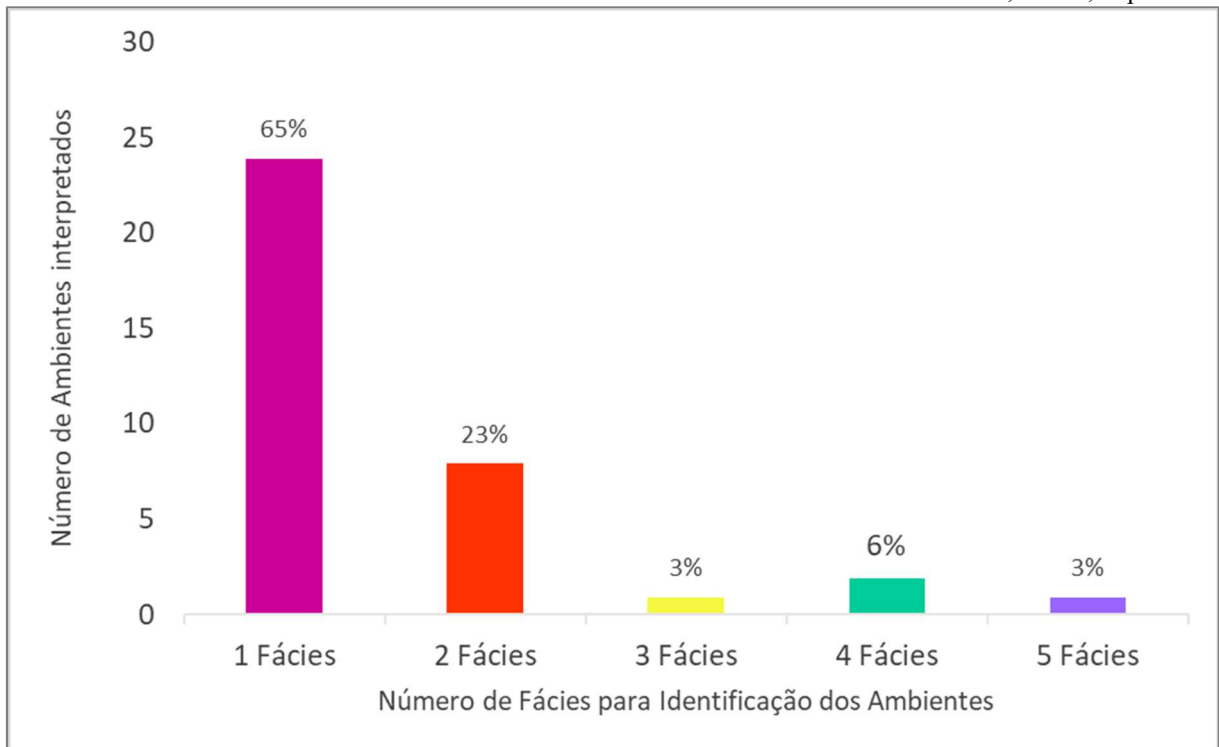


Figura 5.2 – Porcentagem de trabalhos que basearam suas interpretações acerca dos ambientes de sedimentação em uma, duas ou mais fácies sedimentares.

Apesar de tornar prática e facilitar as descrições, nem sempre esses modelos devem ser levados como o único a ser interpretado, uma vez que podem estar restritos apenas ao local em que foram embasados e não em todas as áreas semelhantes. Além disso, características imprescindíveis podem ser desclassificadas por não estarem presentes nos guias, interferindo no grau de detalhes encontrados no trabalho. Portanto, é interessante haverem correlações com trabalhos anteriormente realizados, mas é necessário considerar que o meio estudado pode oferecer dinâmicas diferentes e essas peculiaridades devem ser aprofundadas (Ferreira-Júnior e Castro, 2001). Como cada local a ser estudado exibe uma característica única, é muito difícil haver uma classificação universal como proposta por Miall (1985).

5.3 AMBIENTES DEPOSICIONAIS DIFERENTES DOS FLUVIAIS

Por ocorrerem em extensas áreas continentais e em diferentes condições climáticas, os rios são considerados o maior agente responsável pelo transporte e erosão de sedimentos (Silva *et al.*, 2008).

Para a execução deste trabalho, a base para estudo foram os depósitos sedimentares encontrados no QFe. Sua maioria consiste na investigação dos diferentes terraços aluviais - patamares aplainados encontrados ao longo do canal, além das atuais planícies de inundação.

Desta forma, grande parte das interpretações acerca da deposição estão associadas a ambientes fluviais (Figura 5.3), entretanto também puderam ser observados outros registros.

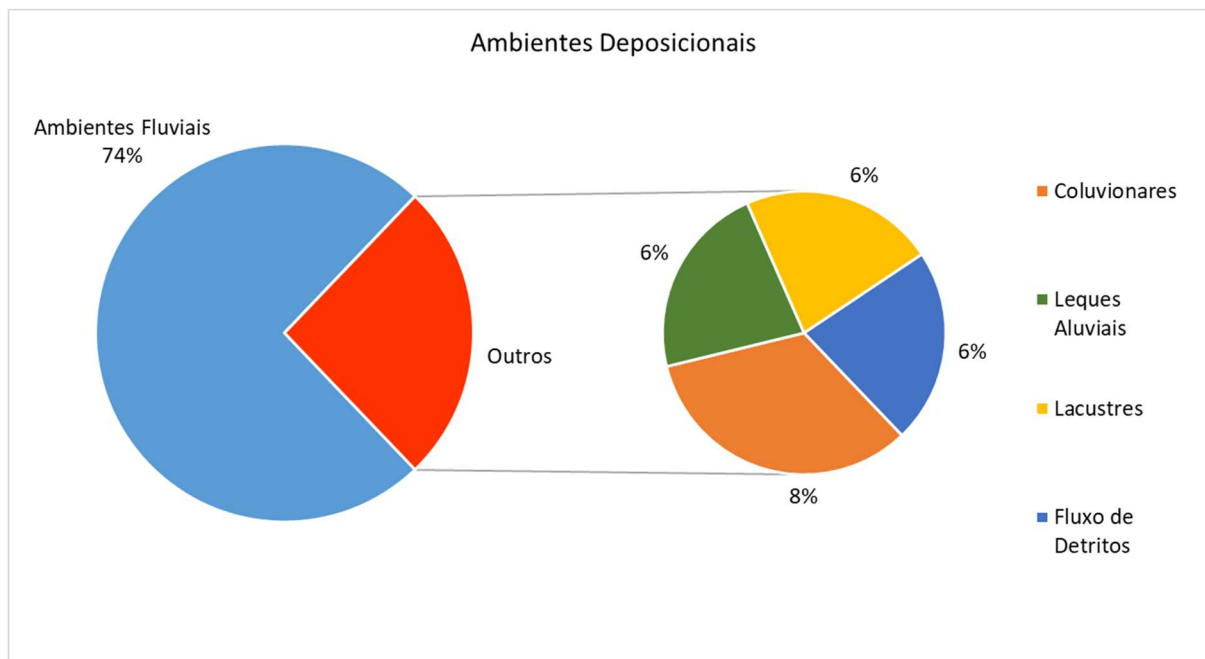


Figura 5.3 – Porcentagem dos depósitos analisados com interpretações de ambientes fluviais e diferentes de fluviais.

Isso se deve pelas diferentes formas de deposição em uma bacia sedimentar. Maizatto (2011) estudou a evolução paleoambiental da bacia do Gandarela e constatou a partir de um mapa de isólitais que a granulometria (e conseqüentemente os ambientes de formação) estaria relacionada com a direção em que ocorria o aporte de sedimentos. Por exemplo, se a direção é de sul para norte, a borda sul da bacia contemplaria pacotes de sedimentos com granulometria arenito, mais a frente linhetos e por fim argilitos. Desta forma, associações de fácies com granulação mais grossa foram interpretadas como relacionadas a canal ativo e as mais finas como depósitos de meandro abandonado ou lagoas de cheia.

Os leques aluviais são depósitos de materiais detríticos, com clastos mal selecionados, baixo grau de arredondamento e provenientes de canais fluviais tributários. À medida que há diminuição do gradiente topográfico, diminuição da profundidade, velocidade e desconfinamento do fluxo, a capacidade de transporte de sedimentos é reduzida, beneficiando a sedimentação e até assoreamento deste curso d'água (Silva *et al.*, 2008).

A medida que estes depósitos passam de um ambiente de canal fluvial confinado para não confinado, tendem a ser mais espessos, uma vez que os sedimentos deixam de ser transportados pelo canal à jusante, passando a serem removidos durante as altas chuvas torrenciais e por conseqüência um novo ciclo de sedimentação. Assim, as fácies que apresentam

características de fluxo de detritos tendem a ser mais espessas que os terraços fluviais (Lopes *et al.*, 2021).

Desta forma, nota-se que o enfoque principal dos trabalhos realizados nos depósitos quaternários no QFe estão fortemente associados aos terraços de rios. Sendo assim, a estratégia de reconhecimento preliminar de depósitos diferentes dos fluviais se tornam limitadas, uma vez que os mapeamentos também são focados principalmente em aspectos litológicos e estruturais (Lopes *et al.*, 2021). Ainda que as interpretações destes trabalhos sejam importantes para a identificação dos diferentes depósitos, ainda são escassas as fontes, sendo necessária a investigação e estudo mais completo e aprofundado.

5.4 BACIA HIDROGRÁFICA COM MAIOR REGISTRO DE TRABALHOS

Por estar inserido nos limites do Quadrilátero Ferrífero, a rede de drenagem que compõe o alto Vale Rio das Velhas tem uma forte influência no controle litoestrutural da região (Santos *et al.*, 2009). Além disso, a bacia é importante por ser responsável pelo abastecimento de água de grande parte da região metropolitana de Belo Horizonte.

Apesar da grande relevância geológica e geomorfológica, o alto Rio das Velhas não apresentava uma geomorfologia fluvial amplamente estudada (Magalhães *et al.*, 2008), se restringindo principalmente às inúmeras voçorocas desenvolvidas no embasamento cristalino da região (Magalhães *et al.*, 2010).

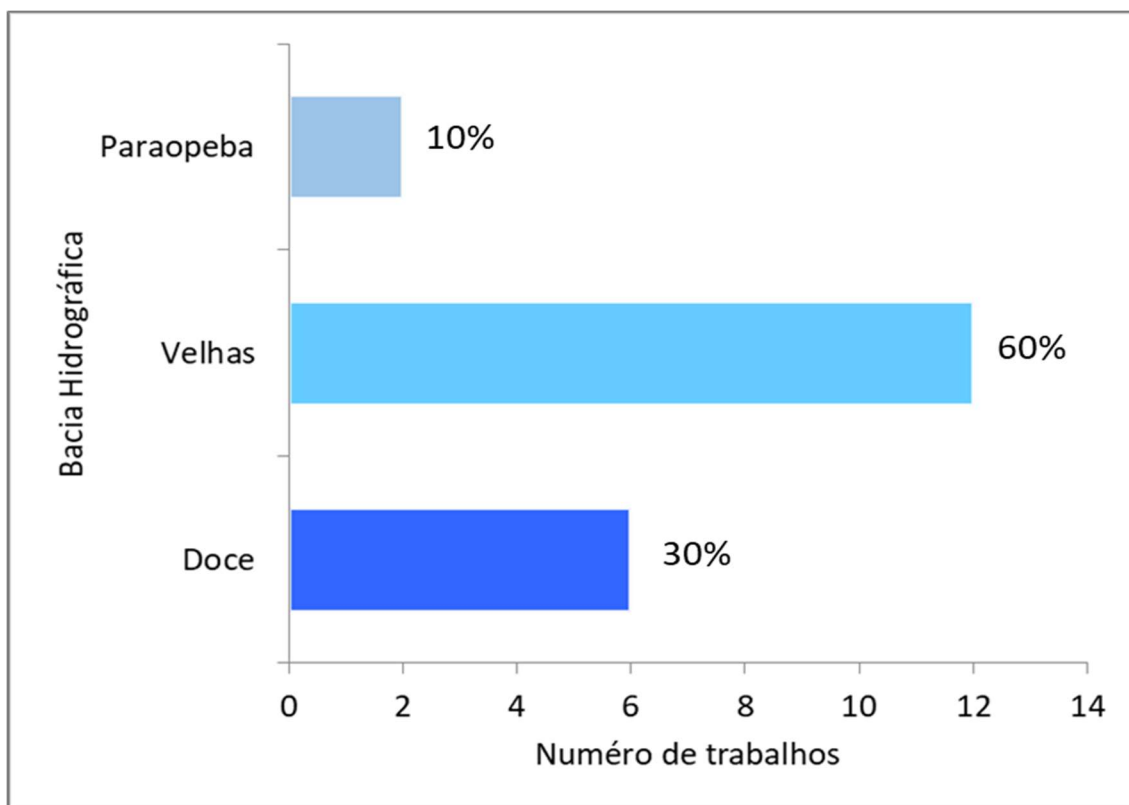


Figura 5.4 – Porcentagem referente às bacias hidrográficas analisadas neste trabalho.

No entanto, como observado na Figura 5.4, a bacia hidrográfica do Rio das Velhas foi objeto de pesquisa da maior parte dos autores citados neste trabalho. Isso se deu para que as lacunas existentes na história geomorfológica recente fossem preenchidas na literatura científica nacional (Magalhães *et al.*, 2008).

O objetivo era reconstruir a história da dinâmica e geomorfologia fluvial local, baseando-se na investigação dos paleoníveis deposicionais.

Segundo Magalhães *et al.* (2008), houve um projeto desenvolvido pela equipe discente e docente do curso de geografia da UFMG que buscaram sanar as lacunas encontradas e os resultados foram muito satisfatórios, uma vez que grande parte dos trabalhos desenvolvidos foram realizados por geógrafos (Figura 5.5). Por se tratarem em sua maioria por sequenciais de pesquisas anteriores, este número ficou ainda mais expressivo.

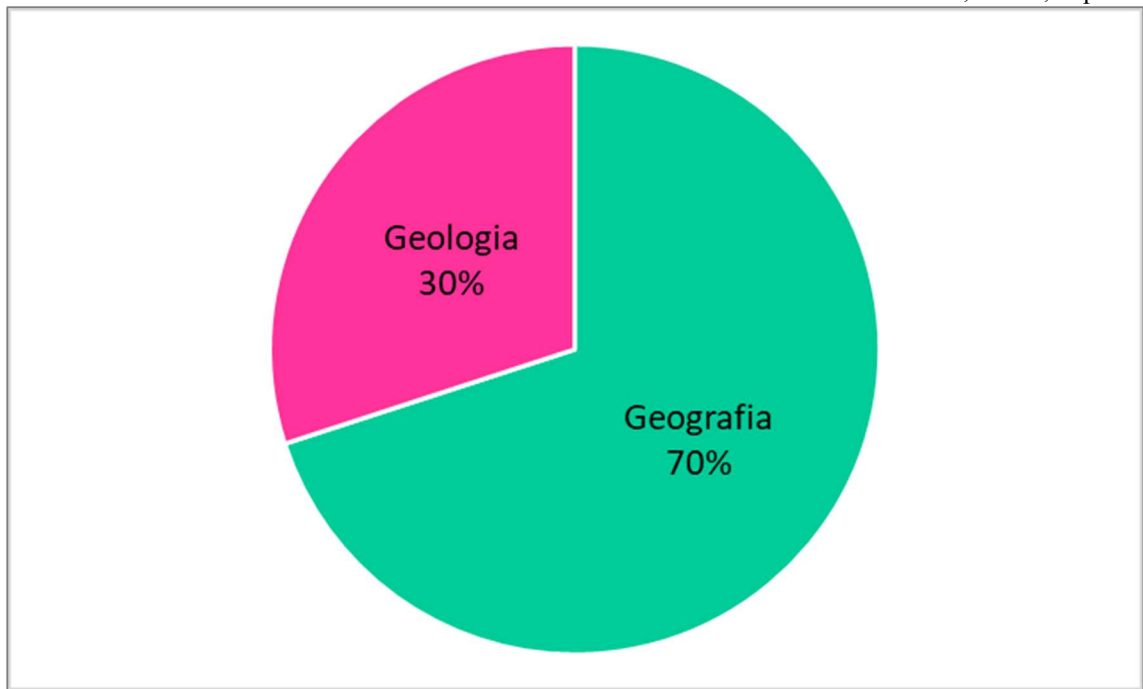


Figura 5.5 – Porcentagens encontradas para as áreas de graduação dos autores estudados neste trabalho.

Sendo assim, fica claro que o estudo de sistemas fluviais menores também é necessário para que haja uma compreensão da geomorfologia fluvial e para tornar possível uma reconstituição dos eventos morfodinâmicos. Além disso, é notório como o incentivo ao estudo de certas áreas obtém resultado, uma vez que atualmente o número de trabalhos na região do QFe que abordam os terraços fluviais são objeto de estudo de diversos autores.

5.5 FAIXA DE IDADES ABSOLUTAS ENCONTRADAS

Apesar de contribuir para o entendimento tectônico da região, poucos dos trabalhos utilizados nesta pesquisa apresentaram resultados de datação dos sedimentos encontrados. Como observado, apenas 28% dos níveis foram datados (Figura 5.6).

O objetivo principal das datações realizadas nos terraços do QFe foi contribuir para uma construção da cronologia de sedimentação quaternária no Brasil, além da evolução geomorfológica cenozoica. A maior parte foi feita por LOE (Luminescência Opticamente Estimulada).

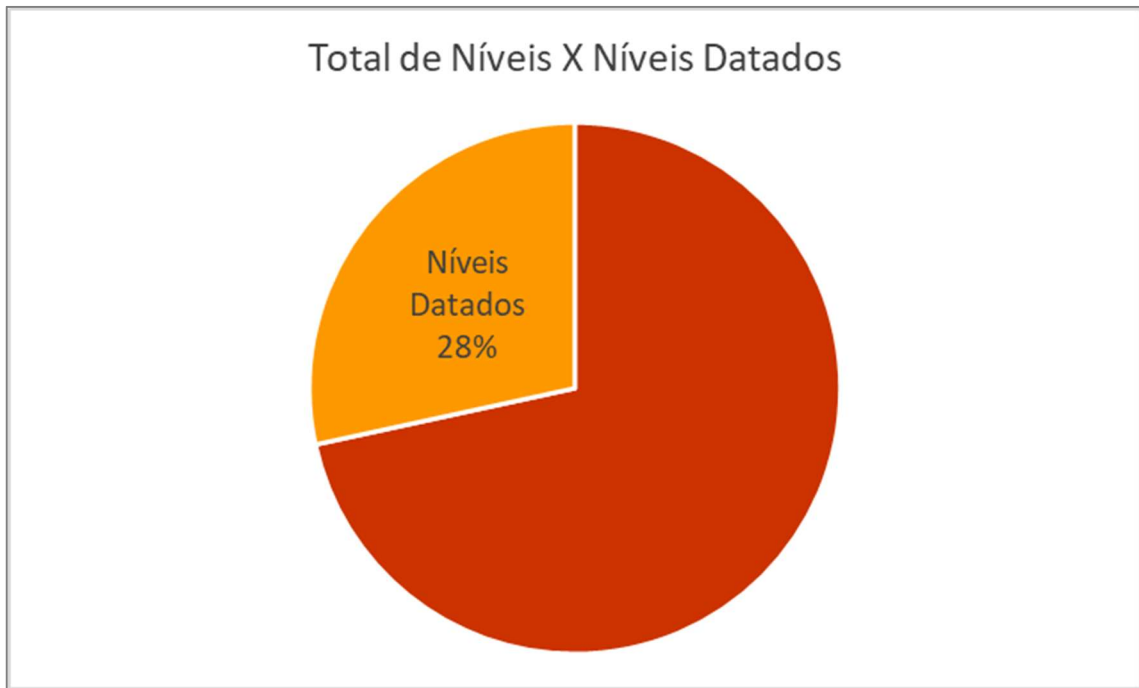


Figura 5.6 – Relação contendo a porcentagem dos níveis datados nos trabalhos analisados.

A partir dos dados contidos na literatura e das observações realizadas em campo, foi possível fazer considerações sobre a paisagem. Os terraços geralmente denominados como superiores, tendem a ser os mais antigos, e os Intermediários e Inferiores mais recentes. Já as planícies de inundação são tidas como depósitos mais atuais.

A seguir será exibida uma linha do tempo contendo as faixas de idade encontradas, com enfoque na mais antiga e mais recente (Figura 5.7).

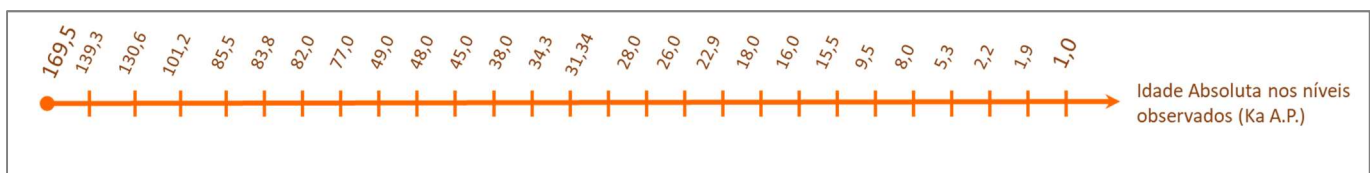


Figura 5.7 - Linha do tempo contendo as idades absolutas encontradas para dos terraços encontrados no QFe analisados neste trabalho.

Com base nessas informações, foi feita uma segunda linha do tempo contendo a escala de tempo geológico, o nível deposicional que cada um engloba e qual a representação em porcentagem destes níveis em cada época (Figura 5.8). A partir dela fica evidente que a maioria dos depósitos encontrados ocorreram no pleistoceno médio. Observa-se também que níveis que receberam mesma nomenclatura podem apresentar datações diferentes de acordo com sua localização - mais evidente no quadro exibido na Figura 5.9. De acordo com Magalhães et al. (2012), algumas idades podem ser subestimadas ou superestimadas e essas interferências podem ser resultantes do transporte de sedimentos anteriores a deposição, da presença de

materiais magnéticos e da quantidade insuficiente de quartzo, por exemplo. Isso ocorre porque o sinal de LOE fica saturado e todas as medidas irradiadas apresentam o mesmo sinal quando na verdade deveriam ter maiores sinais a medidas que apresentassem maiores doses de irradiação.

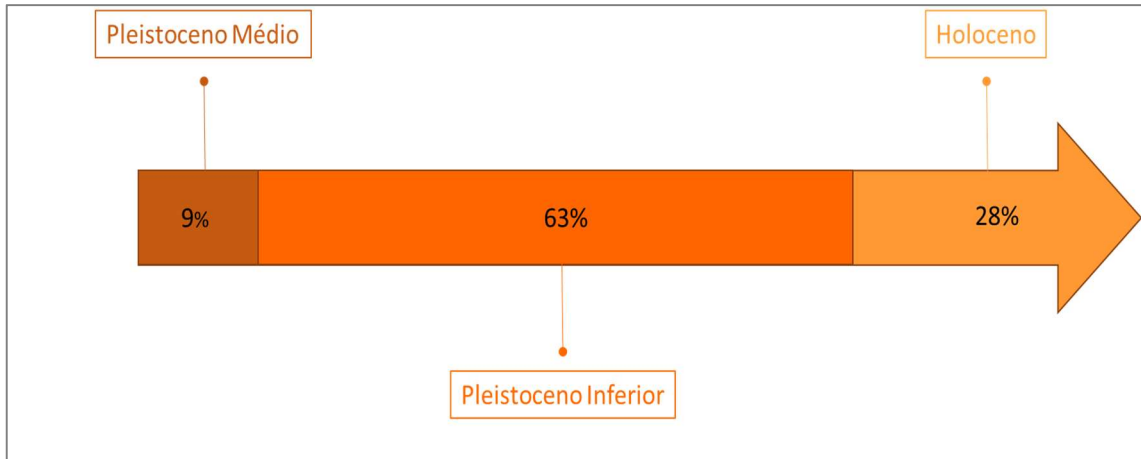


Figura 5.8 - Linha cronológica contendo idades geológicas e porcentagem dos depósitos encontrados em cada era.

A respeito dos resultados, de acordo com Magalhães et al (2011), estes indicam a neotectônica como principal fator controlador da dinâmica fluvial. Podendo ser uma provável resposta a um soerguimento tectônico regional desde meados do Pleistoceno Superior, quando o leito rochoso foi esculpido e os sedimentos depositados.

Já a passagem do Pleistoceno ao Holoceno em Minas Gerais foi marcada por um aumento de umidade em muitos locais, segundo registros palinológicos (Maizatto, 2011). Assim, o clima tropical úmido holocênico e as novas condições hidráulicas seriam favoráveis ao abandono dos terraços antigos e formação dos mais recentes (Magalhães *et al.*, 2011). Outra evidência seria a presença de couraças ferruginosas nas sucessões fluviais, formadas em condições de clima mais frio e seco (Barros e Magalhães, 2018).

A partir das datações encontradas por Barros e Magalhães (2018), também se constatou que os critérios de altura são ineficientes para critério de correlação com os depósitos ocorridos em vales diferentes, uma vez que podem apresentar características semelhantes mesmo que não apresentem alturas iguais.

	Equivalente ao 8º Nível de terraço	Equivalente ao 7º Nível de terraço	Equivalente ao 6º Nível de terraço	Equivalente ao 5º Nível de terraço	Equivalente ao 4º Nível de terraço	Equivalente ao 3º Nível de terraço	Equivalente ao 2º Nível de terraço	Equivalente ao 1º Nível de terraço	Plântio de Inundação	Localização	Observações
Bacelar <i>et al.</i> (2005)							31,24 ka A.P.	5,3 ka A.P.		Bacia Hidrográfica do Maracujá	Bacia Hidrográfica do Maracujá
Costa (2007)								2,2 ka A.P. e 18 ka A.P.	Considerada recente por estrato arenoso se encontrar processo, mas não foi datado	Bacia do Rio Doce	Bacia do Rio Doce
Magalhães Jr. <i>et al.</i> (2011)						48 ka A.P.	8,1 ka A.P.	1,0 ka A.P.	Recente	Bacia Rio das Velhas	
Magalhães Jr. <i>et al.</i> (2012)					27,7 ka A.P.	38,4 ka A.P.	83,5 ka A.P.			Bacia do Rio Maracujá	
Barros (2012)		139,3 ka A.P.		169,5 ka A.P.	101,2 ka A.P.	77 ka A.P.	1,9 ka A.P.			Vale do Rio Conceição	
Barros & Magalhães (2013)	139,3 ka A.P.		83,8 ka A.P.	169,5 ka A.P.	101,2 ka A.P.	77 ka A.P.	1,9 ka A.P.			Vale do Rio Conceição	
Barros <i>et al.</i> (2016)					34,3 ka A.P.	27,5 ka A.P.	26 ka A.P.			Vale dos Rios Conceição e Mango	
Santos (2017)						32 ka A.P. e 1,6 ka A.P.	10 ka A.P.	6,2 ka A.P.		Alto vale Rio das Velhas	Equivalente aos terraços T3, T1C e TD descritos no texto. Para o equivalente ao 3º nível, as duas idades foram de base e topo, respectivamente.
Lopes (2017)						15,5 ka A.P.	12,1 ka A.P.	9,5 ka A.P.		Médio Curso do Rio Parapeteba	
Barros & Magalhães Jr. (2018)				45 ka A.P.			8 ka A.P.			Vale do Rio Parapeteba	
Barros & Magalhães Jr. (2018)				40,6 ka A.P.			23 ka A.P.			Bacia do Ribeirão Serra Azul e Mampês Lenne	
				82 ka A.P.		38 ka A.P.	28 ka A.P.			Rio Maracujá	
				49 ka A.P.		Entre 49 ka e 10 ka A.P.	1,0 ka A.P.	1,0 ka A.P.		Rios das Velhas e Mango	
Barros & Magalhães Jr. (2019)						28 ka A.P.				Ribeirão caranca	
					34,3 ka A.P.	27,5 ka A.P.				Vale do Rio Conceição	
Barros & Magalhães Jr. (2019)							16 ka A.P.			Vale do Rio Baixo de Cocais	

Figura 5.9 – Quadro contendo datações absolutas encontradas para os níveis posicionais e suas respectivas localizações.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

O estudo teve como objetivo entender melhor como se dão os depósitos sedimentares do Quadrilátero Ferrífero. Para isso, diversos trabalhos realizados na região foram analisados para criação de uma base de dados. De acordo com as interpretações das fácies sedimentares, ambientes de sedimentação, idade e localização dos depósitos, foi possível agrupar esses dados de maneira que pudessem ser analisados quantitativamente em formas de gráficos que mediam as ocorrências.

A partir dessas análises, concluiu-se que a maioria dos terraços estudados foram datados como sendo do pleistoceno médio. A partir disso, conclui-se também que níveis que recebem mesma nomenclatura e conseqüentemente alturas semelhantes, não necessariamente apresentarão mesmas idades absolutas.

Além disso, notou-se que a maioria dos trabalhos em que se embasou essa pesquisa foram desenvolvidos por geógrafos e desta maneira entendeu-se que o entendimento faciológico ocorre de maneira diferente entre os geógrafos e geólogos, justificando porque em algumas situações era esperado que um maior número de aspectos faciológicos fossem identificados na definição de uma fácies.

Para os ambientes deposicionais, fica claro que as interpretações não se respaldaram inteiramente no modelo de fácies proposto, uma vez que grande parte dos ambientes foram definidos a partir da análise de uma única fácies, o que não é necessariamente um problema, uma vez que o Quadrilátero Ferrífero é uma região de características diferenciadas daquelas para as quais os conceitos e modelos de fácies foram construídos. Ainda sobre os ambientes de deposição, conclui-se também que mesmo meio a um ambiente de deposição fluvial podem ser observados outros tipos de depósitos, uma vez que a direção do aporte de sedimentos, clima, diminuição do gradiente topográfico e velocidade do fluxo podem ser responsáveis para geração de novos ambientes de deposição.

Por fim, entende-se que o estudo desses depósitos ainda é muito recente. Uma cronologia de deposição foi criada e assim pode-se entender mais como se formaram e a influência dos eventos ocorrentes no quaternário. Porém, a partir das análises realizadas, percebe-se que ainda

há muito a ser descoberto, uma vez que depósitos menores ainda não ganharam notoriedade no desenvolvimento de pesquisas. Além disso, grande parte dos depósitos não foram datados, o que dificulta também uma reconstituição dos eventos morfodinâmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, C., Farina, F., Lana, C., Stevens, G., Storey, C., Gerdes, A., and Dopico, C. M., 2016, *Archean crustal evolution in the Southern São Francisco craton, Brazil: Constraints from U-Pb, Lu-Hf and O isotope analyses: Lithos*, v. 266–267, p. 64-86.
- Alkmim, F., Martins-Neto M. 2012. *Proterozoic first-order sedimentary sequences of the São Francisco craton, eastern Brazil. Marine and Petroleum Geology*, 33: 127-139.
- Alkmim, F.F., Marshak, S., 1998. The Transamazonian orogeny in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil: Paleoproterozoic collision and collapse in the Southern São Francisco Craton region. *Precambrian Res.*, 90: 29-58.
- Almeida, F. F. M. 1977.0 Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geociências.*, 7(4): 349-364.
- Angeli, G. Arcabouço estrutural e contribuição à estratigrafia do Grupo Maquiné, Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais. 2015. Dissertação (Pós-graduação em evolução crustal e recursos naturais) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais. 2015.
- Aragão, M. A. N. F., Magalhães, A. J. C. 2008. Ambientes de sedimentação siliciclástica do Brasil. 52 - 71 p.
- Bacellar, L. de A. P., 2000 - Caracterização e Quantificação dos Processos Erosivos de uma Voçoroca na bacia do Riacho Manoel Félix no Complexo Metamórfico do Bação, Quadrilátero Ferrífero - MG
- Bacellar, L.A.P., Coelho Netto, A.L., Lacerda, W.A. 2005. *Controlling factors of gullying in the Maracujá Catchment, Southeastern Brazil. Earth Surface Processes and Landforms*, v. 30, p. 1369-1385.
- Baltazar O. F., Zucchetti M. 2007. *Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: A review of the setting of gold deposits. Ore Geology Reviews*, 32: 471– 499.
- Barros L.F.P. 2012. Eventos Sedimentares do Quaternário e Evolução Morfodinâmica do Rio Conceição – Quadrilátero Ferrífero/MG. Dissertação de Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 111p.
- Barros L.F.P. & Magalhães Junior A. P. 2013. *Quaternary alluvial sedimentation in the Conceição river valley, southeastern Brazil. Braz. J. Geol., São Paulo*, 43(3): 535-554.
- Barros L.F.P. 2015. Implicações Geomorfológicas e Paleoambientais de Registros Sedimentares Fluviais do Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais. Tese de doutorado em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 127 p.
- Barros L.F.P., Coe H.H.G. Seixas A.P., Magalhães Jr., A.P., Macario K.C.D. 2016. *Paleobiogeoclimatic scenarios of the Late Quaternary inferred from fluvial deposits of the Quadrilátero Ferrífero (Southeastern Brazil). Journal of South American Earth Sciences*
- Barros L.F.P. & Magalhães Junior A. P. 2018. Reconstituição de eventos geomorfológicos no Quadrilátero Ferrífero/MG a partir de registros deposicionais fluviais: a bacia do rio Paraopeba.
- Barros L.F.P. & Magalhães Junior A. P. 2018. Morfogênese no Quadrilátero Ferrífero/MG no quaternário superior: processos fluviais e condicionantes paleoambientais na bacia do Rio das Velhas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, nº3.

- Nunes, M. R. 2022, Revisão bibliográfica e crítica sobre depósitos sedimentares recentes do Quadrilátero Ferrífero
- Barros L.F.P. & Magalhães Junior A. P. 2019. O papel da bacia do Rio Doce na configuração geomorfológica do Quadrilátero Ferrífero/MG.
- Collinson, J.D., 1969, *The sedimentology of the Grindslow Shales and the Kinderscout Grit: a deltaic complex in the Namurian of northern, England: Journal of Sedimentary Petrology*, v. 39, p. 194-221.
- Costa A.T. 2007. Registro histórico de contaminação por metais pesados associados à exploração aurífera na bacia do ribeirão do Carmo, QF: Um Estudo de sedimentos de planícies de inundação e terraços aluviais. Tese de doutoramento, Departamento de geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 283p. Davis, William M. O ciclo geográfico. Boletim Campineiro de Geografia, v. 3, n. 1, p. 139-166, 2013.
- Dorr II, J.V. 1969. *Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. U.S.Geol. Surv. Prof. Paper*, 641-A, p. 1-110.
- Dorr II, J.V., Gair J.E., Pomenero, J.B., Rynearson G.A. 1957. Revisão da estratigrafia pré-cambriana do Quadrilátero Ferrífero: Brasil. DNPM-DFPM, Rio de Janeiro, 31 p.
- Endo I., Machado R., Galbiatti H. F., Rossi D. Q, Zapparoli A. de C., Delgado C. E. R., Castro P. T. A., Oliveira M. M. F. de. 2020. Estratigrafia e Evolução Estrutural do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Castro P. T., Endo I., Gandini A. L. (org.). 2020. O Quadrilátero Ferrífero: Avanços do conhecimento nos últimos 50 anos. Belo Horizonte: 3i Editora. 420p. ISBN 978-65-990542-8-0.
- Etchebere M.L. & Saad, C. 2003. Fácies e Associação de Fácies em Depósitos Neoquaternários de Terraços na Bacia do Rio do Peixe. São Paulo, UNESP, Geociências, 22 (1): 5-16.
- Farina F., Albert C., Martínez-Dopico C.I., Aguilar Gil C., Moreira H.S., Hippert J.P., Cutts K., Alkmim F.F., Lana C. 2015. *The Archean-Paleoproterozoic evolution of the Quadrilátero Ferrífero (Brazil): Current models and open questions. Journal of South American Earth Sciences*, 68:4-21
- Farina, F., Albert, C., Lana, C., 2015, *The Neoproterozoic transition between medium- and high-K granitoids: Clues from the Southern São Francisco Craton (Brazil): Precambrian Research*, v. 266, p. 375-394
- Ferreira-Júnior, P.D., Castro P.T.A. 2001. Associação vertical de fácies e análise de elementos arquiteturais: concepções concorrentes e complementares na caracterização de ambientes aluviais.
- Florenzano, T. G. 2008. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. Oficina de Textos. 219 p.
- Guerra, A.T., Guerra, A.J.T. 2008. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Bertrand Brasil.
- Ladeira, E.A. 1980. *Metallogenesis of gold at the Morro Velho mine, and in the Nova Lima District, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. Department of Geology, University of Western Ontario. London, Canada*, 272 p.
- Lana, C.E., Castro, P.T.A. 2010. Variabilidade morfológica em níveis de base do rio Maracujá (Quadrilátero Ferrífero MG): influências litológicas, estruturais e de reativações cenozoicas. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 11, p. 21-30.
- Lipski M. 2002. Tectonismo Cenozoico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 171 p.
- Lopes, F. 2017. Contribuições sobre a dispersão de minerais ferrosos e evolução morfossedimentar da porção nordeste do médio curso do Rio Paraopeba, borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, MG. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geologia. Universidade Federal de Ouro Preto. 30 – 38 p.

- Lopes, F.A., Castro P.T.A., Lana C.E., Dias R.C. 2021. Identificação dos leques aluviais dissecados do Quadrilátero Ferrífero (MG) através de critérios espaciais e sedimentológicos. *Revisra Brasileira de Geografia Física*, v. 14.
- Machado, N., Carneiro, M.A., 1992. *U–Pb evidence of late Archaean tectono-thermal activity in the southern São Francisco shield, Brazil. Canadian Journal of Earth Sciences* 29: 2341–2346.
- Machado, N., Noce, C.M., De Oliveira, O.A.B., Ladeira, E.A., 1989. Evolução Geológica do Quadrilátero Ferrífero no Arqueano e Proterozóico Inferior com base em geocronologia U/Pb. 5. Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, núcleo Minas Gerais, Extended Abstract Volume, p. 1–5.
- Magalhães Jr. A.P. & Saadi A. 1994. Ritmos da Dinâmica Fluvial Neo-cenozóica Controlados por Soerguimento Regional e Falhamento: O Vale do Rio das Velhas na Região de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos*,2(1):42-54.
- Magalhães Junior A.P., Cherem L.F.S., Santos, G.B. 2008. Processos de Encouraçamento da Calha do Alto Rio das Velhas e seus Reflexos na Dinâmica Fluvial Moderna, Quadrilátero Ferrífero, MG
- Magalhães Júnior A.P., Barros L.F.P., Raposo A.A., Cheren L.F.S.C. 2010. Eventos deposicionais fluviais quaternários e dinâmica recente do Vale Do Rio Maracujá – Quadrilátero Ferrífero/MG
- Magalhães Junior A.P., Cherem L.F.S., Barros L.F.P.; Santos, G.B. 2011. *OSL dating of sediments from a mountainous river in southeastern Brazil: Late Cenozoic tectonic and climatic implications. Geomorphology*, 132, 187–194.
- Magalhães Júnior A.P., Barros L.F.P., Raposo A.A., Cheren L.F.S.C. 2012. Dinâmica fluvial quaternária do rio Maracujá, Quadrilátero Ferrífero (MG). *Revista Brasileira de Geomorfologia* 13 (1), 3-14.
- Maizzato, J. R. 2001. Análise bioestratigráfica, paleoecológica e sedimentológica das bacias terciárias do Gandarela e Fonseca - Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais, com base nos aspectos palinológicos e sedimentares. Tese de doutorado. Departamento de Geologia. Uuniversidade Federal de Ouro Preto. 182 p.
- Medina, A.I., Dantas, M. E., Saadi, A. 2005. Geomorfologia. In: Projeto APA Sul RMBH - Estudos do Meio Físico. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, v.6.
- Medina, A.I., Dantas, M. E., Saadi, A. 2005. Geomorfologia. In: Projeto APA Sul RMBH - Estudos do Meio Físico. Belo Horizonte: CPRM/SEMAD/CEMIG, v.6.
- Miall, A.D., 1985, *Architectural element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. EarthScience Reviews*, v. 22, p. 261-308.
- Moreira P.F. 1997. Depósitos Cenozoicos e evolução morfodinâmica na bacia do Ribeirão Serra Azul (médio Rio Paraopeba), Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Moreira P.F. 1997. Depósitos Cenozoicos e evolução morfodinâmica na bacia do Ribeirão Serra Azul (médio Rio Paraopeba), Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Noce, C.M., Macambira, M.B. & Pedrosa-Soares, A.C. 2000. *Chronology of Neoproterozoic- Cambrian granitic magmatism in the Araçuaí Belt, Eastern Brazil, based on single zircon evaporation dating. Revista Brasileira de Geociências*, 30: 25-29.
- Press, F., Grotzinger, J., Siever, R., Jordan, T. H. 2006. Para Entender a Terra. Bookman. 200 p.

- Renger, F.S., Noce, C.M., Romano, A.W., Machado, N., 1994. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos* 2, p. 1–11.
- Rodrigues A.S.L., Malafaia, G., Costa A.T. Nalini Jr.H.A. 2013. Evaluation of the mineral exploration influence on sediment composition in the Gualaxo do Norte River Basin (MG-Brazil) based on geochemical and stratigraphic data. *Environmental Earth Science*, 68:965-972.
- Santos, G.B., Cherem, L.F.S., Junior A.M., 2008. Níveis e Sequências Depositionais Fluviais no Vale do Alto Rio das Velhas – Quadrilátero Ferrífero/MG.
- Santos G.B., Magalhães Júnior A.P., Chern L.F.S. 2009. Níveis de terraços fluviais e depósitos sedimentares correlativos no alto vale do rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 10 (1): 73-84.
- Santos R.L. 2017. Caracterização geoquímica das águas e sedimentos da bacia do ribeirão Sardinha, porção sul do Quadrilátero Ferrífero (MG). Dissertação de Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, 201p.
- Schilling, G. H. (1993) Instrumentação e Análise dos Movimentos no Escorregamento da Encosta do Soberbo. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 237p. Schorscher, H. D., Santana, F. C., Polonia, J. C., Moreira, J. M. p. 1982. 1\Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais State: Rio das Velhas greenstone belt and Proterozoic rocks. In: International symposium on Archean and Early Proterozoic geologic evolution and metallogenesis (ISAP), Sec. Minas e Energia, Bahia, excursion annex, 46 p.
- Schorscher, H.D., 1978. Komatiitos na estrutura greenstone belt serie Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. 30th Congresso Brasileiro de Geologia. Sociedade Brasileira de Geologia, Recife, p. 292–293.
- Sgarbi, G. N. C. 2012. Petrografia macroscópica das rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Editora UFMG. 329 p.
- Silva A.J.C.L.P., Aragão M.A.N.F., Magalhães A.J.C (org.). 2008. Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil. São Paulo: BECA BALL Edições, 343p.
- Silva, A.M., Chemale, F. Jr, Heaman, L., 1995. *The Ibirité gabbro and the Borrachudo granite—the rift-related magmatism of Mesoproterozoic age in the Quadrilátero Ferrífero (MG)*. In: Anais VIII Simp. Geol. Minas Gerais, Diamantina. Bol. Soc. Bras. Geol., Núcleo de Minas Gerais, Vol. 13, pp. 89–90
- Suguio, K. 2003. Geologia Sedimentar. Blucher. 1-280 p.
- Teixeira, W., Carneiro, M.A., Noce, C.M., Machado, N., Sato, K., Taylor, P.N., 1996. *Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archean evolution of gneissic–granitoid complexes in the southern São Francisco craton, Brazil. Precambrian Research* 78: 151–164.
- Walker, R.G., James N.P. 1992. *Fácies Models: response to sea level change. Geological Association of Canada. Ontário, Canadá*, p 8-19.
- Winge, M. et. al. 2001 - 2022 Glossário Geológico Ilustrado. Disponível na Internet em 10 de junho de 2022 no site <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>.