



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 645

**PROVENIÊNCIA DO SISTEMA FLUVIOLACUSTRE PÓS-
ORDOVICIANO DA FORMAÇÃO DIAMANTINO:
PREENCHIMENTO SEDIMENTAR E ROTA DE SEDIMENTOS**

Dissertação apresentada por:

**PEDRO GUILHERME ASSUNÇÃO OLIVEIRA ORIENTADOR:
PROF. DR. JOSÉ BANDEIRA CAVALCANTE DA S. JUNIOR(UFPA)**

**BELÉM-PA
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O48p Oliveira, Pedro Guilherme Assunção.
 Proveniência do sistema fluviolacustre pós-ordoviciano da
 Formação Diamantino: : Preenchimento sedimentar e rota de
 sedimentos / Pedro Guilherme Assunção Oliveira. — 2024.
 xiv, 62 f. : il. color.

 Orientador(a): Prof. Dr. José Bandeira Cavalcante da Silva
 Junior

 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
 Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia
 e Geoquímica, Belém, 2024.

 1. Reciclagem. 2. Grupo Alto-Paraguai . 3. Bacia do
 Paraná. 4. Orogenos Brasileiros. I. Título.

CDD 551.072



**Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia E Geoquímica**

**PROVENIÊNCIA DO SISTEMA FLUVIOLACUSTRE PÓS-
ORDOVICIANO DA FORMAÇÃO DIAMANTINO:
PREENCHIMENTO SEDIMENTAR E ROTA DE
SEDIMENTOS**

Dissertação apresentada por:

PEDRO GUILHERME ASSUNÇÃO OLIVEIRA

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Geologia,
Linha de Pesquisa de Análise de Bacias Sedimentares.**

Data da aprovação: 31 / 01 / 2024

Banca Examinadora:


Prof. Dr. José Bandeira Cavalcante da Silva Junior
(Orientador - UFPA)


Prof. Dr. Gabriel Bertolini
(Membro - UFGRS)


Prof. Dr. Pedro Augusto Santos da Silva
(Membro - UFPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Pará (UFPA), ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade de infraestrutura, apoio logístico e pela bolsa de mestrado concedida.

Ao Grupo de Análise de Bacias Sedimentares da Amazônia (GSED), que foi minha segunda casa por 6 anos, em especial aos professores Afonso Nogueira, José Bandeira e Joelson Lima Soares, pelo acolhimento, ensinamentos e discussões ao longo dessa trajetória na UFPA. Muito obrigado!

Ao Laboratório Para-Íso, representado pelo professor Milhomem, agradeço a parceria na aquisição dos dados de zircão detrítico apresentados neste trabalho.

Ao Laboratório de Geocronologia da Universidade Federal de Brasília, e ao professor Elton Dantas, pela disponibilidade e parceria na realização das análises de Sm-Nd.

Aos meus amigos da sala oito, Argel, Renan e Sepeda, agradeço por acreditarem no meu potencial, trabalho e trajetória. Tenho muito orgulho de ter compartilhado esta etapa com vocês. Foi tudo mais leve, agradável e divertido. Meu eterno agradecimento por toda a ajuda.

A todos os colegas do GSED, especialmente a Meireanny, Taynara, Laura, Ivan, Carla e Pedro, agradeço pelos momentos de descontração, sugestões e troca de conhecimentos ao longo de toda a trajetória acadêmica.

Às secretarias do PPGG, Cleida e Joyce, agradeço pelos conselhos, "puxões de orelha", direcionamento e disponibilidade!

Aos meus familiares, em nome dos meus pais e irmãs, expresso minha gratidão. Acreditar na minha competência, seriedade, trabalho e honestidade moldou minhas qualidades. Muito obrigado!

À minha noiva Giulliana Paraense, agradeço por todo incentivo, carinho, amor e, principalmente, por acreditar no meu trabalho. Amo-te!

RESUMO

a Formação Diamantino compreende um sistema fluviolacustre que ocorre na região central do Brasil, no sudeste do estado do Mato Grosso. Sua evolução inicialmente foi associada ao Grupo Alto Paraguai na Faixa Paraguai, no contexto de uma bacia *foreland*. No entanto, a descoberta de icnofácies *skolithos* na base do Grupo Alto Paraguai propôs um cenário tectônico-estratigráfico fanerozóico para as formações Raizama, Sepotuba e Diamantino. Esta nova interpretação levou ao reposicionamento da Formação Diamantino do Cambriano para o Ordoviciano, embora a paleogeografia associada a essa mudança ainda não tenha sido amplamente discutida. Estudos anteriores sugeriram que os metassedimentos das Faixas Paraguai-Brasília e o Arco Magmático de Goiás foram as principais áreas fontes para essa sedimentação, apoiados por dados de paleocorrentes que indicam uma migração de sedimentos do sudeste para o noroeste. Durante o Ordoviciano, ocorreram extensas zonas de subsidência no Gondwana Oeste relacionadas à orogenia Oclóica, o que possibilitou a implantação dos primeiros sistemas sedimentares da Bacia do Paraná sobre os núcleos das Faixas Paraguai, Brasília e Ribeira. Nesse cenário a presença desses depósitos pode sugerir a coexistência de rotas de sedimentos das unidades do Brasil Central e Formação Diamantino trazendo novas perspectivas para paleogeografia dessa porção do Gondwana Oeste. Nessa dissertação, investigamos a proveniência sedimentar da Formação Diamantino para comparar e reavaliar a caracterização do preenchimento sedimentar e as rotas de sedimentos utilizadas nessa sedimentação. Na construção do trabalho foram estudados cinco perfis estratigráficos, dezessete análises de petrografia sedimentar, nove lâmina de minerais pesados, cinco amostras de Samário-Neodímio e duas amostras de Urânio-Chumbo em zircão detrítico. Os dados de petrografia demonstram que as rochas da Formação Diamantino são compostas por areia lito-quartzosa metasiliciclástica. A assembleia de minerais pesados transparentes é composta em sua maioria por minerais pesados ultra estáveis (zircão, turmalina e rutilo, média de 94,5% do índice ZTR). A presença de areia metasiliciclástica e uma assembleia de minerais pesados ultra-estáveis sugere a formação Diamantino apresenta uma história policíclica. Os depósitos basais da Formação Diamantino são constituídos por sedimentos depositados em ambiente lacustre. A idades de proveniência Nd e famílias de zircão detrítico estão restritas respectivamente a 1.63 Ga e idades Mesoproterozicas e Paleoproterozoico. Os depósitos do topo constituem arenitos finos e pelitos depositados em ambiente fluvio-deltaico. As idades de proveniência Nd das amostras variam em torno de 1.3 Ga e apresentam rica contribuição de famílias do intervalo Neoproterozoico-Cambriano. A fim de analisar as assinaturas de zircão detrítico da Formação Diamantino, foram comparadas 221 idades pertencentes aos zircões da unidade com 5748 idades pertencentes aos orógenos Brasília e Paraguai e unidades do Ordoviciano-Cretáceo da bacia do Paraná. A aplicação de escalonamento multidimensional em idades de proveniência Nd

e zircão detrítico em comparação com as possíveis áreas-fontes sugerem que a sedimentação Diamantino apresenta uma complexa troca de sedimentos durante a expansão da bacia lacustre. A alta razão Q/F, ausência de assembleia ferromagnesianas e a escassez de idades Riacianas nas populações de zircão detrítico enfraquecem a hipótese de influência direta da Faixa Brasília e Arco Magmático de Goiás. A presença de idades detríticas do limite Cambriano-Ordoviciano (528-485 Ma) demonstram uma série de possíveis *protosourcers* que não estão em áreas cratônicas do Gondwana Oeste e representam importantes áreas-fontes para o Grupo Rio Ivaí na Bacia do Paraná. A análise multiproxy sugere que a principal rota de sedimentos para Formação Diamantino teve como área-fonte mistura de sedimentos da Faixa Paraguai, Bacia Araras-Alto Paraguai e do norte da Bacia do Paraná. Nesse sentido, os dados publicados nessa dissertação, sugerem que exista uma conexão genética ou erosiva com os depósitos do meio do paleozoico da região Central do Brasil.

Palavras-chave: reciclagem; Grupo Alto-Paraguai; Bacia do Paraná; Orogenos Brasileiros.

ABSTRACT

the Diamantino Formation encompasses a fluviolacustrine system founded in the central region of Brazil, in the southeastern part of Mato Grosso state. Initially, its evolution was linked to the Alto Paraguai Group within the Paraguai Belt, in the context of a foreland basin. However, the discovery of skolithos ichnofacies at the base of the Alto Paraguai Group proposed a phanerozoic tectono-stratigraphic scenario for the Raizama, Sepotuba, and Diamantino formations. This new interpretation led to repositioning the Diamantino Formation from the Cambrian to the Ordovician, although the paleogeography associated with this change has not been extensively discussed. Previous studies suggested that the metasediments from the Paraguai-Brasília Belts and the Goiás Magmatic Arc were the main source areas for this sedimentation, supported by paleocurrent data indicating sediment migration from southeast to northwest. During the Ordovician, extensive subsidence zones in West Gondwana related to the Oclóic orogeny enabled the establishment of the first sedimentary systems of the Paraná Basin over the cores of the Paraguai, Brasília, and Ribeira Belts. In this scenario, the presence of these deposits may suggest the coexistence of sediment pathways from the Central Brazil units and the Diamantino Formation, offering new insights into the paleogeography of this portion of West Gondwana. Additionally, it is noteworthy that during the Cambrian, no deposits of the Paraná Basin were observed, whereas in the Ordovician, the presence of these deposits suggests the possibility of coexistence or even the transformation of these systems into source areas for the Diamantino Formation. In this dissertation, we investigated the sediment provenance of the Diamantino Formation to compare and reassess the characterization of sedimentary fill and sediment pathways used in this sedimentation. Five stratigraphic profiles, seventeen sedimentary petrography analyses, nine heavy mineral analysys, five Samarium-Neodymium samples, and two Uranium-Lead samples in detrital zircon were studied. Petrographic data indicate that the rocks of the Diamantino Formation are composed of metasiliciclastic lithoquartzose sand. The transparent heavy mineral assemblage consists mostly of ultra-stable heavy minerals (zircon, tourmaline, and rutile, averaging 94.5% of the ZTR index). The presence of metasiliciclastic sand and an ultra-stable heavy mineral assemblage suggest that the Diamantino Formation has a polycyclic history. The basal deposits of the Diamantino Formation consist of sediments deposited in a lacustrine environment. Nd provenance ages and detrital zircon families are restricted to 1.63 Ga and Mesoproterozoic and Paleoproterozoic ages, respectively. The top deposits consist of fine sandstones and mudstones deposited in a fluvio-deltaic environment. Nd provenance ages of the samples vary around 1.3 Ga and show a rich contribution of families from the Neoproterozoic-Cambrian interval. To analyze the detrital zircon signatures of the Diamantino Formation, 221 ages from the unit's zircons were compared with 5748 ages from the Brasília and Paraguai orogens and units from the Ordovician-Cretaceous of the Paraná

Basin. The application of multidimensional scaling on Nd provenance ages and detrital zircon in comparison with potential source areas suggests that Diamantino sedimentation presents a complex sediment exchange during the expansion of the lacustrine basin. The high Q/F ratio, absence of a ferromagnesian assemblage, and scarcity of Riachian ages in detrital zircon populations weaken the hypothesis of direct influence from the Brasília Belt and Goiás Magmatic Arc. The presence of detrital ages from the Cambrian-Ordovician boundary (528-485 Ma) demonstrates a series of potential protosources that are not in cratonic areas of West Gondwana and represent significant source areas for the Ivaí River Group in the Paraná Basin. The multiproxy analysis suggests that the main sediment pathway for the Diamantino Formation had a source area mixture of sediments from the Paraguai Belt, Araras-Alto Paraguai Basin, and the northern Paraná Basin. In this sense, the data published in this dissertation suggest a genetic or erosive connection with the mid-Paleozoic deposits of the Central Brazil region.

Keywords: recycling; Alto-Paraguai Group; Paraná Basin; Brazilian Orogens.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- A. Localização da região sudeste do Cráton Amazônico. B. Mapa geológico simplificado demonstrando a ocorrência dos principais depósitos e suas eras geológicas no limite da região central do Brasil. C. Área de estudo dessa dissertação de Mestrado.....	3
Figura 2- Tectonoestratigrafia do sudeste do Cráton amazônico, especificamente no setor nordeste da Faixa Paraguai Norte, Bacia Araras-Alto Paraguai.....	4
Figura 3- Localização da zona de estudo na região do Brasil central, estado do mato grosso e seus principais acessos a cidade Diamantino onde foram realizados os estudos dessa dissertação.....	6
Figura 4- Ilustração demonstrando alguns processos que causam impressão sobreposta na geração e o transporte de areias durante o ciclo sedimentar.....	7
Figura 5- Representação visual do teste K-S. A linha pontilhada representa a distância entre a função acumulada e a função empírica.....	10
Figura 6- Evolução isotópica do Nd e os efeitos de fusão parcial resultando na crosta continental e o manto depletado. Os valores de eixo y representam a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ que caracterizam o CHUR e fontes mantelicas depletadas.....	11
ARTIGO 1	
Figure 1- Geological map of northern Central Brazil, highlighting the tectonic-stratigraphic compartmentalization of the region, location of the studied area, and stratigraphic profiles.....	19
Figure 2- Stratigraphic outcrops studied based on Bandeira <i>et al</i> (2012) showing stratigraphic level, sample, and paleocurrent measured.....	20

Figure 3- Stratigraphic and sedimentological aspects of the Diamantino fluviolacustrine system; A - C sandstones and siltstones from the delta facies association (AF1) and D-E sandstones and pelites from the lacustrine facies association (AF2). (A) AF1 amalgamated sandstone bodies; (B) Sandstones with sigmoidal cross-bedding and plane-parallel bedding) (C) Massive and laminated sandstones interspersed with pelite levels. (D) Intercalation of massive siltstone and sandstone from the lacustrine facies association (AF2). (E) Thick clayey packages of the lacustrine facies association.....34

Figure 4- Sandstone composition diagram demonstrating the predominance of litho-quartzose detritus(A) with the prevailing metamorphic lithics (B). (Q = Quartz; F = Feldspars; L = Lithic; Lv = Lithic volcanic; Lm = Lithic metamorphic and Ls = Lithic sedimentary).....26

Figure 5- Aspects of Diamantino fluviolacustrine sandstones; (A): well-selected litho-quartzose metasedimenticlastic sandstone; (B) well-selected quartzose sandstone; (C) prolate metasiltstone fragment in the sandstone framework (Lms), (D) pure-quartzose sandstone fragment in sandstone framework probably coming from Alto Paraguai Group (Ls); (E): Felsic subvolcanic fragment composed of embayed quartz and feldspar (Lvlf) and slate fragment (Lms); (F) Mafic volcanic fragment comprise well-oxidized glassy mass with intergranular aggregated plagioclase (Lvm).....27

Figure 6- Composition of the transparent heavy minerals demonstrating a ZTR-rich assemblage.....28

Figure 7- Composed stratigraphic profile with detrital zircon kernel density estimates (y-axis = 0-3000 Ma) frequency of lacustrine-deltaic samples of Diamantino Formation and compiled data (Bandeira *et al.*, 2012; McGee *et al.*, 2015). Delta sample demonstrates enrichment of Neoproterozoic-Cambrian detrital zircon populations; Lacustrine member are rich in Paleoproterozoic-Mesoproterozoic detrital population, having similar age peaks with McGee *et al.*, (2015) sample. The gray columns demonstrate the main cycles of Gondwana (Transamazonian, Greenvilean, Brazilian, Pampean, Famatinian).....30

- Figure 8- Detrital zircon kernel density estimates (y-axis = 0-3000 Ma) exhibit the main contributions of sedimentation stages and the comparison between zircons from the Diamantino Formation, Brazilian orogens and the phanerozoic covers of the Paraná Basin. The gray columns demonstrate the main cycles of Gondwana (Transamazonian, Grenvillian, Brazilian, Pampean, Famatinian).....32
- Figure 9- Multidimensional scaling plot demonstrating the sample (dis)similarity of Brazilian orogens (Paraguay and Brasília Belt) and sedimentary covers southeast of the Diamantino location. The Neoproterozoic orogenic covers show a great dispersion compared to the Araras-Alto Paraguay and Paraná Basin detrital signature.....33
- Figure 10- Multidimensional scaling plot ($\epsilon_{Nd}(0)$ vs Nd provenance ages) showing the great dispersion of Nd provenance ages in Central Brazil Terranes. Diamantino provenance demonstrates the influence of juvenile material in this sedimentation (1.63 to 1.31 Ga).....35
- Figure 11- Tectonostratigraphic proposal for the deposits in the southeastern Amazon Craton and their relationships with deposits in central Brazil. In the stratigraphic contextualization of the Diamantino deposits, the genetic relationship with the Alto Paraguay group is disregarded and instead associated with the Post-Ordovician deposits of the Paraná Basin.....37

LISTA DE TABELAS

Table 1- Sample, facies association, facies code, stratigraphical level, and provenance techniques utilized in this study.....	21
Table 2- Facies, description, and sedimentary processes described by Bandeira et al. (2012).....	36

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	ix
LISTA DE TABELAS	xii
1. APRESENTAÇÃO	1
1.1 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	1
1.2 INTRODUÇÃO	1
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 ÁREA DE ESTUDO	4
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA	6
2.1 PROVENIÊNCIA E DISPERSÃO DE SEDIMENTOS	6
2.2 CLASSIFICAÇÃO DE ARENITOS E AMBIENTE TECTÔNICO	7
2.3 ZIRCÃO, MÉTODO U-PB E SUAS APLICAÇÕES NA PROVENIÊNCIA	7
2.5 O MÉTODO SM-ND E SUA APLICAÇÃO NA PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR	9
3. CONTEXTO GEOLÓGICO	11
3.1 FORMAÇÃO DIAMANTINO	12
4. ARTIGO - PROVENANCE OF THE FLUVIOLACUSTRINE SYSTEM OF THE DIAMANTINO FORMATION: SEDIMENTARY FILL AND ORDOVICIAN SEDIMENT ROUTING	13
4.1 INTRODUCTION	14
4.2 GEOLOGICAL BACKGROUND	14
4.2.1 Araras-Alto Paraguai Basin	15
4.2.2 Paraná and Parecis Basin	16
4.3.2 Previous provenance studies about Alto Paraguai Group and Diamantino Formation ..	18
4.4 SAMPLING AND ANALYTICAL METHODS	19
4.5 RESULTS	21
4.5.1 Sedimentology and stratigraphic aspects of the Diamantino Formation	21
4.5.2 Bulk Petrography	25
4.5.3 Heavy Mineral Assemblage	27
4.5.4 Detrital zircon U-Pb.	28
4.5.5 Previous Provenance data	28
4.5.6 Whole Rock Sm-Nd	28
4.6 DISCUSSION	30

4.6.1 Characterization and origin of sand.....	30
4.6.2 Lake basin evolution and sediment sources	32
4.7 CONCLUSION	36
5. CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE A – Tabela composicional de minerais pesados.....	45
APÊNDICE B - Tabela de pontos contados em lâminas de arenitos seguindo a metodologia Gazzi-Dickson	46
APÊNDICE C - Catodoluminescência de zircões detríticos.....	47
ANEXO A - Análises de U-Pb, concordância e suas respectivas idades 207 e 206.	49

1. APRESENTAÇÃO

1.1 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Este manuscrito está organizado em 5 capítulos: Capítulo 1 – Introdução e apresentação da problemática, objetivo e área de estudo; Capítulo 2 – Fundamentação teórica e metodologia utilizada no trabalho: diagramas de proveniência, sistemas isotópicos e suas implicações para idade deposicional máxima e proveniência sedimentar; Capítulo 3 – Contexto geológico dos depósitos sedimentares do sudeste do Cráton Amazônico; Capítulo 4 – Resultados na forma de artigo científico: “Provenance of the fluviolacustrine system of the Diamantino Formation: Sedimentary Fill and post Ordovician sediment routing; Capítulo 5 – Considerações finais e referências.

1.2 INTRODUÇÃO

Na borda sudeste do Cráton Amazônico, os registros sedimentares presentes estão distribuídos em três segmentos tectono-estratigráficos: Faixa Paraguai Norte, Bacia Araras-Alto Paraguai e Bacias fanerozoicas do Paraná e Parecis (Fig. 1), apresentando respectivamente coberturas neoproterozoicas, neoproterozóicas-cambrianas e cambriana-cretáceas. Apesar da existência de trabalhos regionais muitas incertezas e incoerências ainda persistem sobre o posicionamento estratigráfico e tectônico das unidades dessas bacias (Almeida 1964, Babisnky *et al.* 2018, Bahia *et al.* 2004, McGee *et al.* 2015, Milani & De Wit, 2008, Milani & Ramos 1998, Milani *et al.* 2007, Nogueira *et al.* 2022), Um dos principais exemplos é a Formação Diamantino, foco dessa dissertação de mestrado, depósitos fluviolacustres que ocorrem nos limites entre essas sinéclises e sua evolução associada a Bacia Araras-Alto Paraguai como a fase de fechamento de conexões oceânicas no fim do cambriano no Gondwana Oeste (Bandeira *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015, Nogueira *et al.* 2019).

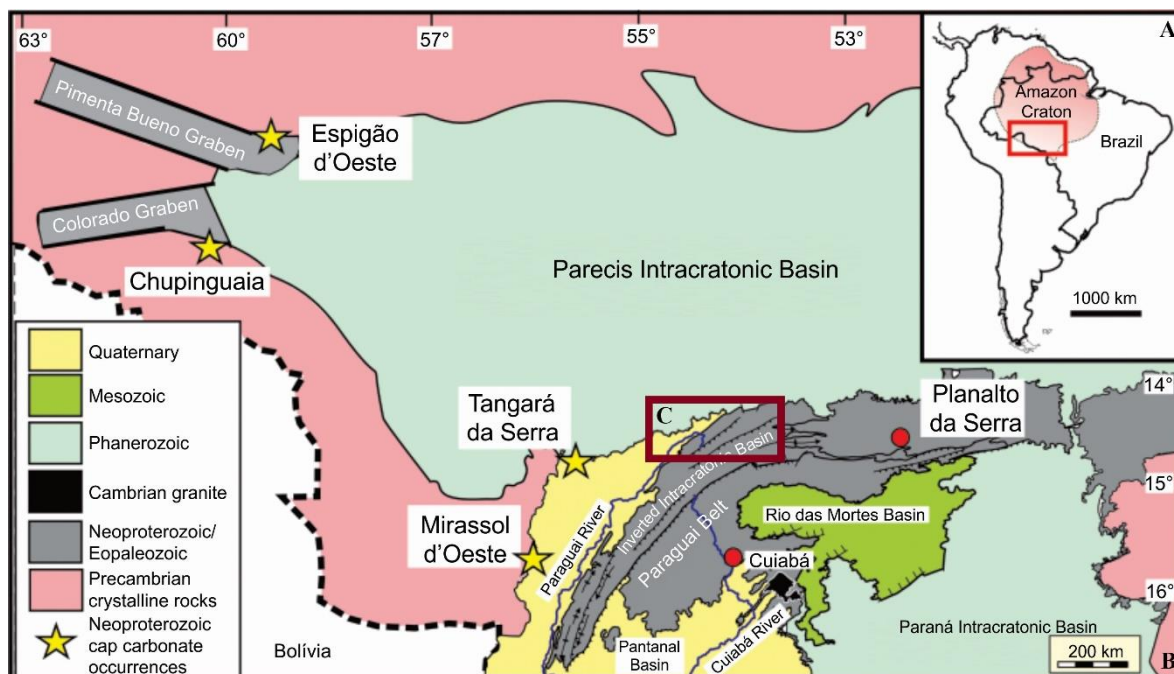


Figura 1- A. Localização da região sudeste do Cráton Amazônico. B. Mapa geológico simplificado demonstrando a ocorrência dos principais depósitos e suas eras geológicas no limite da região central do Brasil. C. Área de estudo dessa dissertação de Mestrado. Modificado de Nogueira *et al.* (2019).

Os primeiros estudos de cunho geológico sobre as unidades da Bacia Araras-Alto Paraguai (Fig. 2) interpretavam que elas fariam parte de uma evolução contínua, relacionada aos sistemas orogênicos Paraguai-Araguaia durante a amalgamação do supercontinente Gondwana, na transição Neoproterozoico-Cambriano (Almeida 1964, Silva Júnior *et al.* 2007, Alvarenga *et al.* 2008, Dantas *et al.* 2009, Bandeira *et al.* 2012). Essa cobertura, estaria inserida em uma bacia Foreland, na transição entre margem passiva para um contexto *flysch-molasse* (Bandeira *et al.* 2012).

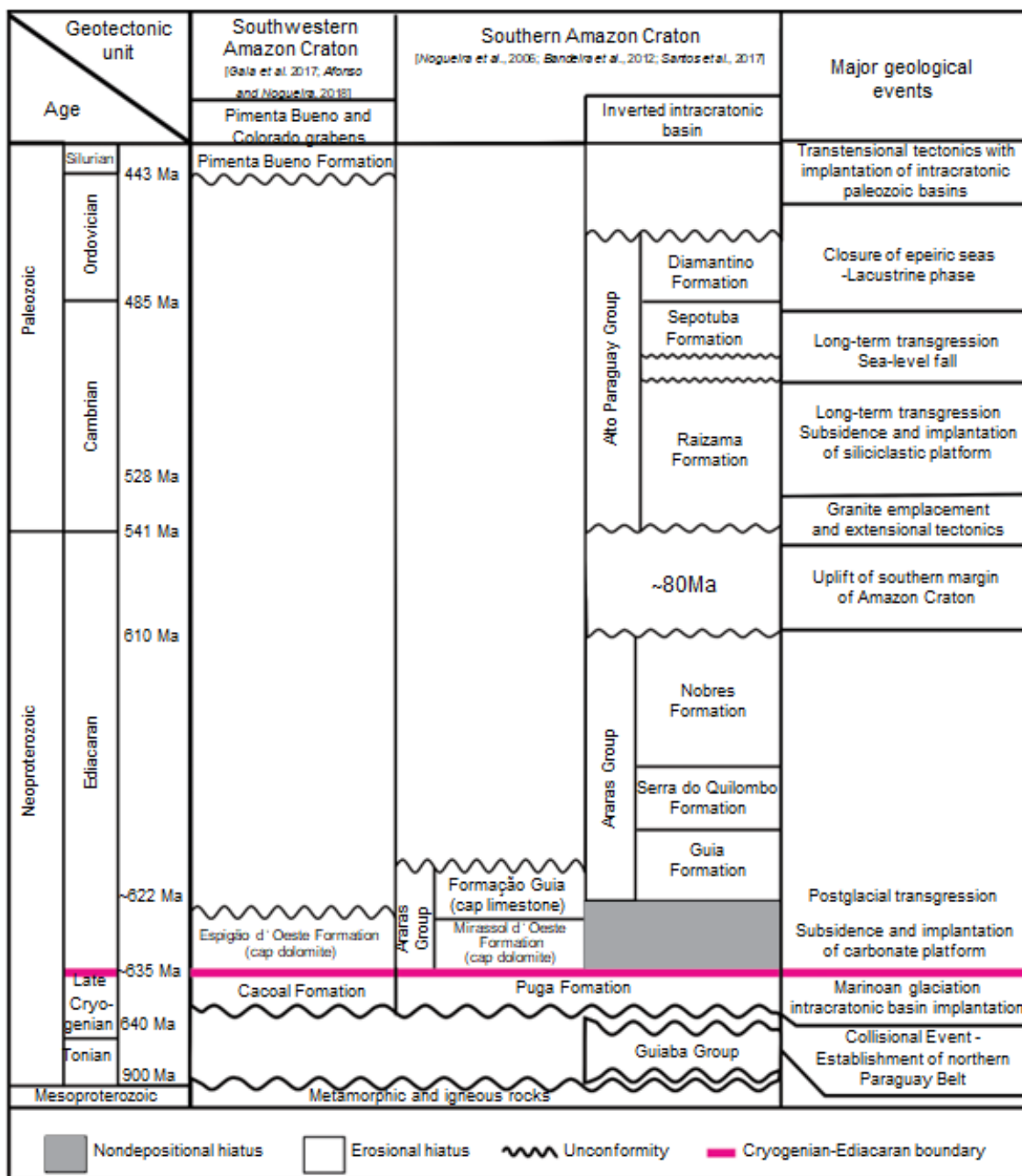


Figura 2- Tectonoestratigrafia do sudeste do Cráton amazônico, especificamente no setor nordeste da Faixa Paraguai Norte, Bacia Araras-Alto Paraguai. Fonte: Nogueira *et al.* (2019).

A descoberta de icnofacies *skolithos* nos depósitos basais do Grupo Alto Paraguai trouxe um indicativo fanerozóico a este pacote, reposicionando toda sequência sicliclástica para o cambriano-ordoviciano (Nogueira *et al.* 2018, 2022, Rezende *et al.* 2021, Santos *et al.* 2017, Santos *et al.* 2020). Esta discordância de 80 milhões de anos entre a base do GAP e o Neoproterozóico trouxe novos questionamentos não apenas em termos evolutivos, mas também em paleogeografia. Dessa maneira,

os sedimentos fluviolacustres da Formação Diamantino, que convencionalmente compõem os depósitos superiores do GAP, foram reposicionados ao Ordoviciano e seu contexto evolutivo ainda é incerto (Santos *et al.* 2017, Nogueira *et al.* 2019). O Ordoviciano é um período chave para a região central do Brasil devido às vastas e rápidas zonas de subsidência relacionadas à convergência do bloco Gondwana e do terreno oceanico do Panthalassa. Durante a orogenia Oclóica, espessas coberturas sedimentares deram origem a sedimentação na região central do Brasil, relacionadas ao Grupos Ivaí e Paraná na Bacia do Paraná. (Assine *et al.* 1998, Henrique-Pinto *et al.* 2021, Milani & De Wit 2008, Milani & Ramos 1998). Desde as últimas publicações sobre a Formação Diamantino (Bandeira *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015) novas publicações sobre as coberturas sedimentares da região central do Brasil surgiram, trazendo um amplo banco de dados de proveniência e paleogeografia, tornando-se uma ótima oportunidade para comparar e reavaliar o cenário paleogeográfico. Nessa dissertação de mestrado, investigamos o preenchimento sedimentar e rota de sedimentos da Formação Diamantino: Aspectos sedimentológicos, petrografia de arenitos, análise de minerais pesados, idades U-Pb e Sm-Nd em rocha total das coberturas de Diamantino são reavaliados para visualizar a assinatura detrítica da unidade e comparar com outras coberturas da região central do Brasil que possam apresentar rotas de sedimentação semelhante.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo geral dessa dissertação de mestrado é investigar a qual assinatura detrítica dos depósitos fluviolacustres da Formação Diamantino, comparando a similaridade entre as amostras das coberturas sedimentares do meio do paleozoico e os terrenos orogênicos do Gondwana Oeste.

1.4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo dessa dissertação está localizada na região sudeste do Cráton Amazônico, no estado do Mato Grosso (MT), a cerca de 175 km ao norte da capital Cuiabá, compreendendo as regiões dos municípios de Diamantino, Alto Paraguai e Nortelândia. As seções estudadas correspondem a estratigrafia proposta em Bandeira *et al* (2012) que ocorrem principalmente em cortes de estradas da BR-123 e pequenas falésias em estradas de terra (Fig. 3).

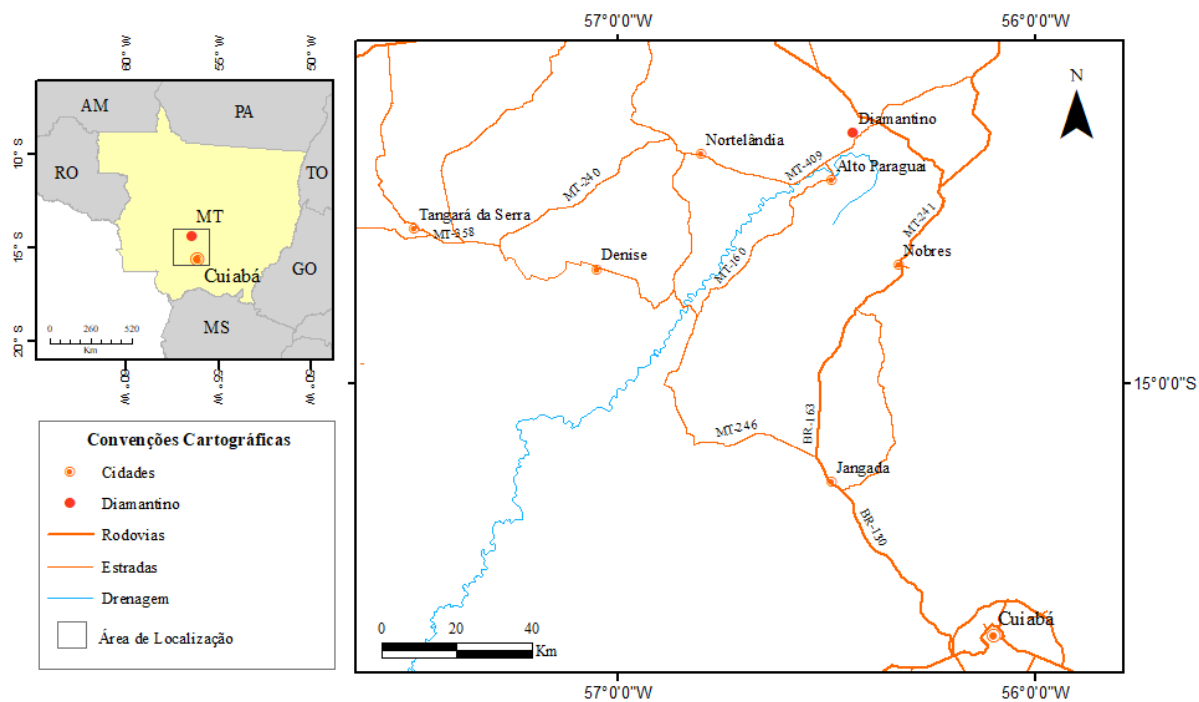


Figura 3- Localização da zona de estudo na região do Brasil central, estado do Mato Grosso e seus principais acessos a cidade Diamantino onde foram realizados os estudos dessa dissertação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA

2.1 PROVENIÊNCIA E DISPERSÃO DE SEDIMENTOS

A composição de areias e arenitos são resultantes de uma complexa rede de processos físicos e químicos associados a diferentes tectônicas, composição das fontes, geração de material detrítico, transporte e a modificação durante as diferentes fases do ciclo sedimentar (Morton & Hallsworth, 1994, 1999). Apesar da ampla variabilidade de rochas-fontes em diferentes sistemas deposicionais, a identificação de minerais que compuseram os depósitos siliciclásticos envolvem uma série de fatores que podem ou não refletir diretamente na composição das fontes (Fig. 4). Esses fatores envolvem uma série processos como seleção hidráulica/aerodinâmica, abrasão e dissolução que afetam diferentemente cada tipo de minerais, dependendo de sua composição, fazendo com que parte do sinal seja perdido ou homogeneizado. (Garzanti 2016, Morton and Hallsworth 1999) O intemperismo químico, que é insignificante em climas frios e áridos, pode desenvolver espessos perfis de solo em ambientes quentes e úmidos produzindo uma extensiva modificação na assembleia de minerais pesados (Johnsson 1993, Morton and Hallsworth 1999) como por exemplo nos sedimentos no rifts do Oeste Africano (Eg: Andò *et al.* 2012, Garzanti *et al.* 2013). Dessa maneira, arenitos de diferentes fontes, podem apresentar assembleias mineralógicas semelhantes devido fornecerem apenas um resíduo resistente de sua população original que ainda pode ser agravado pela dissolução interestratal durante a diagênese de soterramento (Garzanti 2016, Hubert 1962, Morton and Hallsworth 1999).

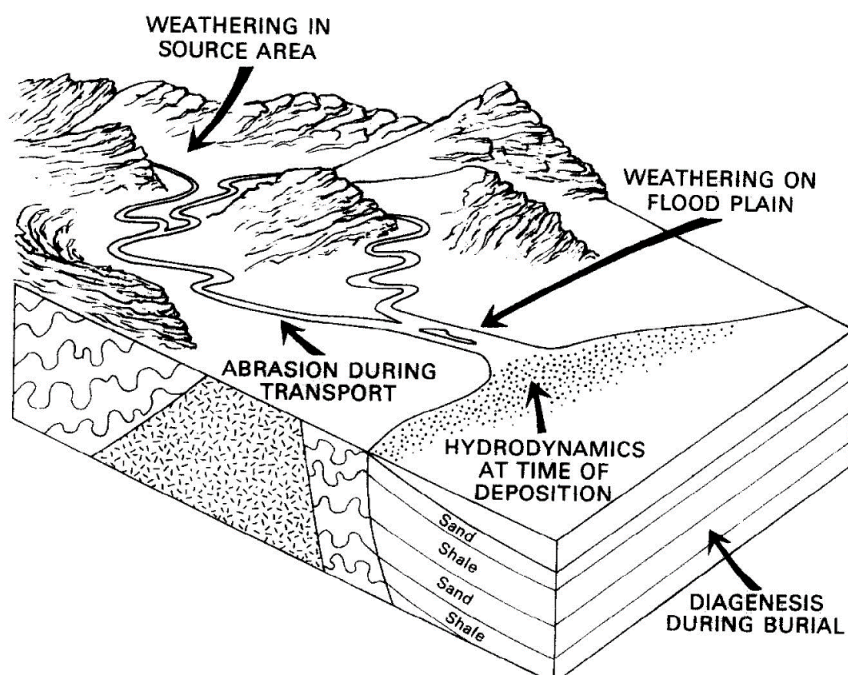


Figura 4- Ilustração demonstrando alguns processos que causam impressão sobreposta na geração e o transporte de areias durante o ciclo sedimentar. Fonte: Morton & Hallsworth (1994).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE ARENITOS E AMBIENTE TECTÔNICO.

Durante o início da década de 40, surgira a primeira classificação petrológica de arenitos por (Krynine 1948), seguida pela proliferação de várias novas classificações na década de 50 e 60 (p.e: Pettijohn 1954, Dott, 1964, McBride 1963, Folk 1980). Apesar dessas importantes contribuições, os estudos feitos por Dickinson (1970) e Gazzi (1966) foram essenciais para reprodutibilidade segura de modelos detríticos, permitindo posteriormente a conexão entre diferentes cenários geodinâmicos e a quantificação de constituintes de uma forma aparentemente direta (Dickinson & Suczek 1979, Ingersoll & Suczek 1979). Não obstante, com os avanços nas ferramentas investigativas, compreendeu-se que ambientes sedimentares representam um sistema complexo e dinâmico, sendo necessário visualizar cada caso como único (Paola & Leeder 2011, Garzanti 2016). Nessas condições, se destaca a importância dos estudos comparativos entre a dispersão e geração de sedimentos em sistemas modernos e antigos (Allen 2008, Hinderer 2012, Garzanti 2016). Garzanti (2018) propõe uma classificação descritiva para areia e arenitos, baseado na metodologia Gazzi-Dickson utilizando diagramas ternários de Quartzo (Q), Feldspatos (F) e líticos (L) (QFL). O diagrama conta com 15 campos baseado na abundância relativa dos componentes do arcabouço. No caso de arenitos e areias ricos em líticos, deve-se adotar um adjetivo baseado na concentração dos líticos identificados, por exemplo (metamorfoclastica, carbonaticlastica, basalticlástica). Areias empobrecidas em líticos podem ser analisadas baseadas nas razões Q/F. Essa nova classificação tem sido utilizada para reduzir ambiguidades subjetivas que envolvam textura, classificações mal definidas (p.e: Grauvacas) e a origem genética da areia (Garzanti 2018).

2.3 ZIRCÃO, MÉTODO U-PB E SUAS APLICAÇÕES NA PROVENIÊNCIA.

O zircão (ZrSiO_4) é um mineral ortosilicático tetragonal ultra-estável singular, seu uso nas ciências da terra rompeu barreiras no quesito evolução crustal, principalmente através da datação de rochas através do método de decaimento do Urânio (U) para o Chumbo (Pb), sendo capaz de registrar evoluções da crosta, episódios de extinção, eventos orogênicos, dispersão e aglutinação de continentes e sedimentações (Harley et al. 2007). Sua análise é possível devido a substituição do U^{4+} pelo Zr^{4+} na estrutura do mineral devido seus raios iônicos similares ($\text{Zr}^{4+} = 0.80 \text{ \AA}$; $\text{U}^{4+} = 0.97 \text{ \AA}$) (Faure et al. 2005). Atualmente, sabe-se que os isótopos de U-Th-Pb são subdividido no grupo de pais: ^{238}U , ^{235}U e ^{232}Th que geram os isótopos radiogênicos filhos ^{206}Pb , ^{207}Pb e ^{208}Pb através da emissão de partículas alfas e betas. Apesar de existir outro isótopo de Pb (^{204}Pb) a ausência do caráter radiogênico permite que existam valores de referência devido sua estabilidade permitindo a correção de chumbo

comum das amostras (Schoene 2014). A idade obtida pelo relógio geocronológico U-Pb é baseada na função matemática que utiliza relação dos números de átomos pais remanescentes de urânio e o número final de isótopos filhos Pb no tempo (1;2) onde os termos T são o tempo e λ a constante de decaimento do isótopo pai para filho (nesse caso: $\lambda^{238} = 1.55125 \text{ e}^{-10}$; $\lambda^{235} = 4.9475 \text{ e}^{-11}$):

$$\frac{{}^{206}\text{Pb}}{{}^{204}\text{Pb}} = \frac{{}^{206}\text{Pb}}{{}^{204}\text{Pb}}(i) + \frac{{}^{238}\text{U}}{{}^{204}\text{Pb}} (e^{\lambda_1 t} - 1) \quad (1)$$

$$\frac{{}^{207}\text{Pb}}{{}^{204}\text{Pb}} = \frac{{}^{207}\text{Pb}}{{}^{204}\text{Pb}}(i) + \frac{{}^{235}\text{U}}{{}^{204}\text{Pb}} (e^{\lambda_2 t} - 1) \quad (2)$$

O diagrama concórdia é uma ferramenta matemática utilizada para representar o lugar geométrico dos pontos de idades concordantes obtidas pelos geocronômetros ${}^{238}\text{U}$ - ${}^{206}\text{Pb}$ e ${}^{235}\text{U}$ - ${}^{207}\text{Pb}$ já que idades isocrônicas se baseiam em apenas um cronometro enquanto que idades concórdia representam dois parâmetros (Ahrens 1995, Wetherill, 1956). Levando em consideração que o sistema radiogênico se manteve fechado para o urânio e seus isótopos, as idades dos diferentes isótopos de U-Pb permaneceram iguais, portanto, concordantes, enquanto no caso da perda de Pb, os pontos analíticos não coincidirão com a concórdia e serão denominados discordantes. (Wetherill 1956, Tera e Wasserburg, 1972a).

2.4 U-PB EM ZIRCÃO DETRÍTICO, “BIG DATA” E SUA ANÁLISE ESTATÍSTICA.

O estudo de zircão detrítico tem sido utilizado cotidianamente para entender a dispersão de sedimentos em bacias sedimentares através do tempo. Essa dispersão envolve uma série de misturas de material devido as múltiplas fontes primarias e a história policíclica de unidades sedimentares. Um dos aspectos fundamentais para elaboração uma história geológica com dados de zircão detrítico é a comparação de entre os dados geocronológicos obtidos e suas fontes (Fedó *et al.* 2018 Vermeesch 2018, Vermeesch *et al.* 2023, 2016). Devido os sedimentos siliciclásticos apresentarem diferentes assinaturas químicas, mineralógicas e isotópicas é possível comparar amostras aplicando testes estatísticos que exploram a (di)similaridade amostral. Dentre eles, se destacam o teste Kolmogorov-Smirnov que quantifica a distância entre uma função distribuída acumulada e a função empírica das amostras (Lysiak & Szmajda 2021) (Fig 5). Essa distância é melhor observada através do escalonamento multidimensional (MDS) que se baseia em demonstrar as dissimilaridades amostrais

através do uso de mapas dimensionais baseado na distância matemática entre objetos (Vermeesch 2018, Vermeesch *et al.* 2023, 2016).

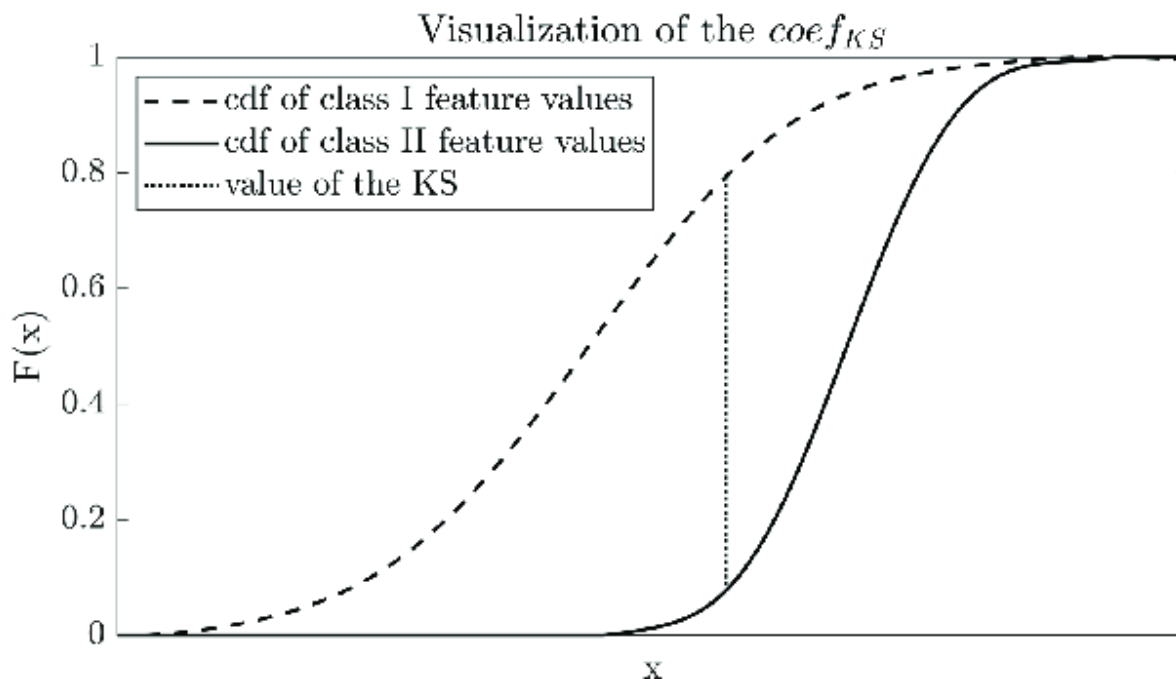


Figura 5- Representação visual do teste K-S. A linha pontilhada representa a distância entre a função acumulada e a função empírica. Fonte: Lysiak and Szmaja (2021)

2.5 O MÉTODO SM-ND E SUA APLICAÇÃO NA PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR

O samário (Sm) e o neodímio (Nd) são elementos pertencentes às terras raras (ETR), situados na série dos lantanídeos e comumente encontrados em silicatos, fosfatos e carbonatos que constituem rochas. O Sm possui sete isótopos naturais, sendo que apenas o ^{147}Sm , ^{148}Sm e ^{149}Sm são radioativos. No entanto, os dois últimos possuem uma meia-vida tão longa (10^{16} anos) que não provocam variações mensuráveis nos isótopos radiogênicos ^{144}Nd e ^{145}Nd . O método Sm-Nd fundamenta-se na desintegração do isótopo radioativo ^{147}Sm para o isótopo radiogênico ^{143}Nd por meio da emissão espontânea de partículas alfa (Faure, 1986). O ^{147}Sm possui uma meia-vida curta suficiente (10^6 anos) para gerar pequenas diferenças mensuráveis na abundância do isótopo radiogênico ^{143}Nd .

A trajetória isotópica do neodímio (Nd) na Terra é interpretada com base no modelo de evolução do CHUR (Reservatório Condritico Uniforme), proposto por DePaolo e Wasserburg (1976a). A evolução isotópica secular do Nd no manto é estudada considerando a origem como de um reservatório terrestre uniforme, cuja razão Sm/Nd é equivalente àquele presente nos meteoritos condriticos. A partir da parametrização dos valores contemporâneos de $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ nos condritos, é possível calcular a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ do material em qualquer momento da evolução da

Terra. Isso viabiliza a obtenção de uma curva representativa da evolução do Nd ao longo do tempo (Fig 6).

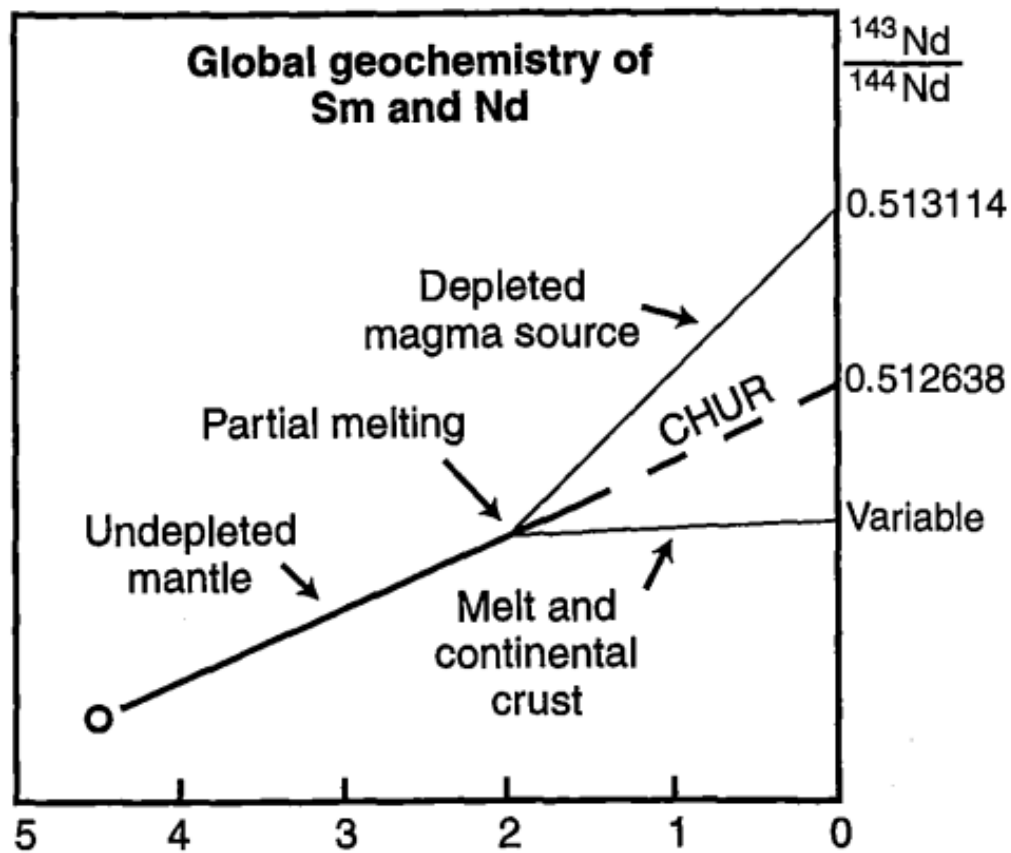


Figura 6- Evolução isotópica do Nd e os efeitos de fusão parcial resultando na crosta continental e o manto depletado. Os valores de eixo y representam a razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ que caracterizam o CHUR e fontes mantelicas depletadas. Fonte: Faure (1986).

O sistema Sm-Nd tem sido usado em proveniência sedimentar porque esses elementos de terras raras resistem ao fracionamento por intemperismo, erosão, transporte, deposição e diagênese, preservando informações de idade sobre rochas fontes sedimentares representando idades modelos e End semelhantes aos parâmetros na deposição (DePaolo e Wasserbug 1976, Hamilton *et al.* 1980, Nelson & Depaolo 1988, Thorogood 1990).

3. CONTEXTO GEOLÓGICO

A história geológica da região central do Brasil compreende um registro completo das fases da evolução do Gondwana Oeste. Nessa região compartmentam-se porções pré-cambrianas dos cratons Amazônico, Paranaíba e São Francisco-Congo, cinturões orogênicos Paraguai, Brasília e Ribeira e bacias fanerozóicas do Paraná e Parecis. A evolução inicial desse supercontinente é marcada pela amalgamação dos antigos blocos continentais, na qual o sistema orogênico Paraguai seria uma importante unidade geotectônica gerada durante o final do ciclo Brasileiro-Pan Africana (940-620 Ma) (Almeida 1974, Alvarenga & Trompette 1988, Trindade *et al.* 2003, Tohver *et al.* 2010). Anteriormente, sedimentações siliciclásticas e carbonáticas ligadas a faixa Paraguai eram associadas a uma bacia do tipo *foreland*, depositadas concomitantemente com a evolução do sistema orogênico Paraguai. (Alvarenga *et al.* 2008, Alvarenga & Trompette 1993, Bandeira *et al.* 2012, Dantas *et al.* 2009) Estudos tectônico-estruturais fragilizaram essa hipótese e sugerem que houve a implantação de uma bacia intracratônica pós-glacial durante o final do ediacarano, chamada de Araras-Alto Paraguai (Nogueira *et al.* 2022, Rezende *et al.* 2021, Santos *et al.* 2020, Santos *et al.* 2021).

O embasamento dessa bacia é compreendido pela Faixa Paraguai, sendo o Grupo Cuiabá, uma sequência metavulcanosedimentar depositada em sistema de margem passiva com idade deposicional máxima de 652 ± 5 Ma (Almeida 1964, Alvarenga & Trompette 1993, Babinski *et al.* 2018) Sobrepostos a essa unidade, ocorrem diamictitos da Formação Puga relativos ao último evento glacial do criogeniano (~635 Ma) (Nogueira *et al.* 2003). Discordantemente, é recoberto por uma espessa plataforma carbonática pertencente ao Grupo Araras, resultantes da subsidência costeira causada pelo *glacial isostatic adjustment* (Santos *et al.* 2021).

Recobrimos os depósitos pré-cambrianos, encontramos o grupo Alto Paraguai, uma sequência siliciclástica formada durante a epicontinentalização do Gondwana Oeste (Santos *et al.* 2017). As primeiras citações de cunho geológico sobre o grupo Alto Paraguai foram feitas por Evans (1893) quando atribuiu aos arenitos feldspáticos que ocorriam na porção centro-oeste do Mato Grosso o nome de Formação Rizama. Não obstante, o estabelecimento do quadro evolutivo e contextualização estratigráfica dessas unidades foi feito pioneiramente por Almeida (1964) quando definiu o grupo Alto Paraguai como rochas pré-silurianas que se sobrepunham sobre os carbonatos Araras, hierarquizando o grupo em Formação Raizama, Sepotuba e Diamantino. Apesar dessa definição ser utilizada nos trabalhos atuais, por décadas esses depósitos foram associados a outras propostas baseadas em composições litológicas com o intuito de correlacionar essas unidades aos depósitos

siliciclásticos da Bacia de Corumbá e Serra da Bodoquena no limite sul da faixa Paraguai (Luz *et al.* 1980).

A Formação Raizama é composta por sedimentos depositados em um ambiente flúvio-costeiro, seu membro inferior compreende por arenitos e pelitos depositados em ambiente plataformais influenciados por tempestades, seguidamente por uns complexos sedimentos costeiros com influência de maré que representariam o seu membro superior. Anteriormente, a evolução desses depósitos estaria atrelada ao final do Eiacarano, porém com a descoberta de icnofauna da icnofacies *Skolhites* típica do cambriano foi necessário reposicionar o Grupo Alto Paraguai estratigraficamente (Santos *et al.* 2017). Os depósitos da Formação Sepotuba são compostos por dois membros, sendo o membro basal arenitos depositados por um sistema fluvial associado a maré e pelitos, carbonatos e folhelhos de plataforma marinha profunda relacionados ao membro superior (Bandeira *et al.* 2012, Silva Júnior *et al.* 2007).

3.1 FORMAÇÃO DIAMANTINO

A Formação Diamantino é um sistema fluviolacustre que ocorre entre os municípios de Nortelândia, Nobres, Diamantino e Alto Paraguai. Suas rochas tem como característica uma intensa coloração avermelhada com mergulho de acamamento cerca de 12° graus para noroeste. Essa unidade é dividida em três associações de facies por Bandeira *et al.* (2012): A associação de facies (AF1) basal é composta por arenitos e siltitos esbranquiçados com marcas onduladas, laminações cruzadas cavalgantes e laminações plano paralelas depositadas em sistemas turbidíticos distais. A associação de facies (AF2) compreende pelitos, arenitos finos e siltitos com laminações cruzadas, plano-paralelas e marcas onduladas típico de ambientes lacustres. A associação de facies (AF3) é constituída por arenitos maciços, deformados e com estratificação cruzada sigmoidal, que ocorrem em ciclos granocrescentes com espessamentos ascendentes interpretado como parte de um sistema fluvio-deltaico. Composicionalmente, esses arenitos foram classificados como sublitoarenitos e litoarenitos feldspáticos, incluindo principalmente fragmentos líticos de rochas sedimentar e fragmento de rochas vulcânica. Dados de zircão detrítico em arenitos deltaicos nas proximidades da cidade Diamantino indicariam idade mínima de deposição cambriana (541 ± 7 Ma) e paleocorrentes migração para NW, indicando como às principais fontes a Faixa Paraguai, Maciço Goiás e a Faixa Brasília (Bandeira *et al.* 2012). A partir disso, o contexto evolutivo da Formação Diamantino esteve atrelado ao registro de formação de sub-bacias do tipo *foredeep*, que seriam formadas durante a evolução final da Orogenia Brasileira/Pan Africana e, por consequência, evolução da Faixa Paraguai, representando o fechamento do oceano Góias-Farusiano no final do Ediacarano e começo do Fanerozóico (~540 Ma) (Bandeira *et al.* 2012).

4. ARTIGO - PROVENANCE OF THE FLUVIOLACUSTRINE SYSTEM OF THE DIAMANTINO FORMATION: SEDIMENTARY FILL AND ORDOVICIAN SEDIMENT ROUTING

ABSTRACT

Orogenic phases of the West Gondwana directly influenced in the evolution of Phanerozoic clastic basins. The compressive efforts from the collision between Gondwana and the Pethalassa oceanic lithosphere during the Meso to Neo-Ordovician produced a series of flexural subsidence zones that facilitated the establishment of new sediment pathways in the southeastern region of Brazil. The basal depositional sequences of the Paraná Basin, Rio Ivaí, and Paraná Groups are examples of pathways that emerged during the rapid advancement of the Ocloyc orogeny. The fluvialacustrine deposits of the Diamantino Formation have been preliminarily associated with the Cambrian during the final phase of the Brasiliano orogeny in the Paraguai Belt. However, their sedimentation pathways and minimum deposition age are still poorly defined, and it is unknown which events influenced the deposition of this unit. Thus, a multi-proxy approach should characterize the sedimentation pathways and determine the primary sources. We studied sandstone petrography, heavy mineral analyses, U-Pb in detrital zircon, and Whole-rock Sm-Nd allied with multidimensional scaling (MDS) and paleocurrent data. Bulk petrography demonstrates that sand is characterized as litho-quartzose metasiliciclastic due to the predominance of metasilstone, slate, quartz-mica schist and minor sedimentary grains. The heavy mineral assemblage consists predominantly of ultrastable minerals (ZTR index ~ 94.5%). The application of MDS on detrital ages suggests a similar signature to three terrains: (1) the Araras-Alto Paraguai basin, (2) the core of the northern Paraguai Belt (Cuiabá Group), and (3) the mid-Ordovician covers of Paraná Basin. In basal deposits, the Nd provenance ages are restricted to 1.63 Ga and Mesoproterozoic to Paleoproterozoic detrital zircon population. In the top sections, the Nd provenance ages of the samples vary around 1.3 Ga and show a major contribution of families from the Neoproterozoic-Ordovician interval, demonstrating a variation in supply throughout its depositional history. The presence of Cambrian-Ordovician ages in the detrital zircon population suggests that the unit's protosources can be sourced by Famatinian Magmatic Arc rocks, indicating a minimum deposition age of Ordovician. The implantation of the lacustrine basin had as its main supply the recycling of sedimentary deposits from the Paraguai Belt and Araras-Alto

Paraguai Basin. As the lacustrine basin expanded, the detrital signatures coincided with the Paleozoic sand of the Paraná Basin, demonstrating a diversification of sediment supply. The depositional history of the unit during the Ordovician context of southwestern Gondwana suggests a coexistence of sediment routes of the Diamantino Formation with the pre-Carboniferous deposits of the Paraná Basin, marked by the influence of material coming from the terrains to the south of West Gondwana.

4.1 INTRODUCTION

Many provenance and dating studies were carried out on single Paleozoic units in Paraguay and Brasília belts demonstrate the importance of Brazilian basements in the evolution of Paleozoic clastic sedimentary basins in the West Gondwana (Alessandreti *et al.* 2012, Bandeira *et al.* 2012, Bertolini *et al.* 2021, Mcgee *et al.* 2015, Henrique-Pinto *et al.* 2021). The Diamantino Formation, fluviolacustrine deposits, are early associated to the development of a foreland basin in Paraguay belt topography during the end of Brazilian orogeny. (Bandeira *et al.* 2012, Mcgee *et al.* 2015). Classically, the ages of the clastic units of the Araras-Alto Paraguai Basin are determined by sedimentological and isotopic criteria, and their evolution was originally associated with the Ediacaran-Cambrian Transition (Almeida 1964, Alvarenga *et al.* 2008, Bandeira *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015). The identification of *skolithos* ichnofacies in the Alto Paraguai Group basal deposits require an entirely new reorganization of the interval with a Phanerozoic perspective, bringing an Ordovician scenario for Diamantino Formation (Nogueira *et al.* 2018, 2022, Rezende *et al.* 2021, Santos *et al.* 2017, Santos *et al.* 2020). However, the interval still gaps a comprehensive study evaluating the sand routing in a quantitative manner since during the Ordovician several sediment routes were active in West Gondwana due to the Ocoyoc orogenic and Paraná Basin implantation. (Assine *et al.* 1998, Henrique-Pinto *et al.* 2021, Milani & De Wit 2008; Milani & Ramos 1998). Since the last publications about the Diamantino Formation (Bandeira *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015), many works on the sand characterization in region have emerged, bringing a broad database of provenance and paleogeography to compare and evaluate the sediment routes. In this paper we aim to (1) describe the sedimentology aspects of fluviolacustrine deposits with 9 sedimentary facies; (2) characterize and compare the detrital signal of sand quantitatively with basement and basins nearby to establish routes and sand sources based on multiproxy techniques including bulk petrography, heavy mineral, U/Pb on detrital zircon and whole rock Sm/Nd analysis.

4.2 GEOLOGICAL BACKGROUND

The basement of the sedimentary basins on the southern Amazon craton reveals lithostructural and tectonic evidence of the early stages of Gondwana associated with the Brasiliano-Pan African orogeny. During the Neoproterozoic (950-560 Ma), the Amazon, São Francisco-Congo,

Rio da Prata, and Paranapanema continental blocks collided, thus creating an intense suture zone in the central region of Brazil (Alvarenga & Trompette 1993, Cordani *et al.* 2013). These mobile belts are divided into three segments: Brasília, Araguaia, and Paraguai. (Alvarenga & Trompette 1993, Tohver *et al.* 2010, Trindade *et al.* 2003). The Paraguai Belt is the most significant orogenic unit in this region, composed of metasedimentary deposits associated with the Cuiabá Group. Detrital zircon ages reveal a broad spectrum of source rocks dating from the Paleoproterozoic to the Neoproterozoic, with an MDA of 652 ± 5 Ma (Almeida 1964, Alvarenga & Trompette 1993, Babinski *et al.* 2018)

4.2.1 Araras-Alto Paraguai Basin

The Late Cryogenian was a critical period for Paraguai Belt because the installation of an intracratonic basin known as Araras Alto-Paraguai (Fig 1A;B). The early sedimentation stages of this basin are associated with the Marinoan glaciation event (650-635 Ma), recorded in the glaciomarine deposits of the Puga Formation (Mcgee *et al.* 2015). The aftermath of the Marinoan glaciation marks the Cryogenian-Ediacaran transition and the establishment of extensive carbonate platforms resulting from glacial isostatic adjustment and long-term transgression. This subsidence allowed for a substantial post-glacial carbonate cover within the Araras Group (Nogueira *et al.* 2019, 2022, Santos *et al.* 2020, Santos *et al.* 2021, Soares *et al.* 2020). The uplift and erosion of the Araras-Alto Paraguai Basin results in a truncation of the Lower Ediacaran Araras Group with upper packages from Alto Paraguai Group, which lasted since the middle and upper Ediacaran until the development of Cambrian Unconformity representing a gap of ~80 Myrs (Santos *et al.* 2020, Nogueira *et al.* 2019, 2022). The onset of Phanerozoic sedimentation in the Araras Alto Paraguai basin is documented by the basal section of this siliciclastic platform, consisting of sandstones and pelites deposited within the coastal paleoenvironment of the Raizama Formation (Santos *et al.* 2017, Nogueira *et al.* 2022). The Cambrian age is inferred from the presence of the Skolithos trace fossil within the siliciclastic Alto Paraguai Group (Nogueira *et al.* 2022, Santos *et al.* 2017). The sandstones, pelites, and carbonates of the shoreface/offshore transition of the Sepotuba Formation are deposited sequentially, and their depositional age has been inferred by field relations with the Cambrian sandstones (Bandeira *et al.* 2012, Santos *et al.* 2017)

Classically, the fluviolacustrine sediments of the Diamantino Formation are deposited at the top of the Alto Paraguai Group (Almeida, 1964). Due to the absence of fossil content, the age of this unit was contextualized based on sedimentological/stratigraphic aspects and detrital Uranium-Lead (U-Pb) data by Bandeira *et al.* (2012) and Mcgee *et al.* (2015). In this hypothesis, this unit has been associated with the closure of the Iapetus ocean during the West Gondwana Amalgamation (Alvarenga *et al.* 2008, Bandeira *et al.* 2012, Dantas *et al.* 2009, McGee *et al.* 2015, Nogueira *et al.* 2003, 2007). However, the new tectonic-stratigraphic scenario has repositioned all the deposits of

the Alto Paraguai Group, and a new gap of 80 Ma with Neoproterozoic is proposed (Nogueira *et al.* 2018, 2022, Santos *et al.* 2017, Santos *et al.* 2020)

Diamantino Formation occurs with limited outcrops in small hills and road cuts; in this sense, establishing contact relationships between this formation and the other Alto Paraguai group (GAP) units has proven challenging. The predominantly pelitic marine content of the other units of the GAP has made it difficult to differentiate these deposits using only lithostratigraphic criteria. For decades, it was widely believed that the GAP exhibited depositional continuity due to the complexities of identifying its paraconformities (Almeida 1964, Bandeira *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015). In the exposure region of the Diamantino Formation, two significant contacts have been documented: (1) The Delta front facies association overlaid by Quaternary deposits of the Parecis Basin and (2) the Sepotuba Formation with the intracontinental basaltic flows of the Tapirapuã Formation. These latter contacts are associated with Jurassic magmatism related to the opening of the central Atlantic (Rezende *et al.* 2021).

4.2.2 Paraná and Parecis Basin

The Paraná and Parecis basins comprise two intracratonic sedimentary basins, which record most of the climatic and biogenic changes of the Phanerozoic. Both basins originated during the Ordovician when the first records of the Rio Ivaí group and Cacoal Formation were available (Bahia *et al.* 2007, Milani *et al.* 2007). The Paraná Basin in particular, due to its key location in Gondwana, presents fertile ground for sedimentary provenance studies based on U-Pb analyzes and a series of works build good data ranging from the Phanerozoic to the Mesozoic. The sedimentary covers of the basin are divided by Milani *et al.* (2007) into six super-sequences: Rio Ivaí, Paraná and Gondwana I (Pennsylvania-Scythian), Gondwana II (Anisian-Norian), Gondwana III (Late Jurassic-Berriasian) and Bauru (Senonian). The Rio Ivaí and Paraná sequences are the first units of the Paraná basin divided by an interval of 50 Ma. These deposits are formed by two predominantly marine sedimentation cycles and are associated with great expressiveness on the edges of the northern Paraná basin. These groups represent the first and second transgressive cycloregressive processes of cratonic sedimentation in the Paraná Basin.

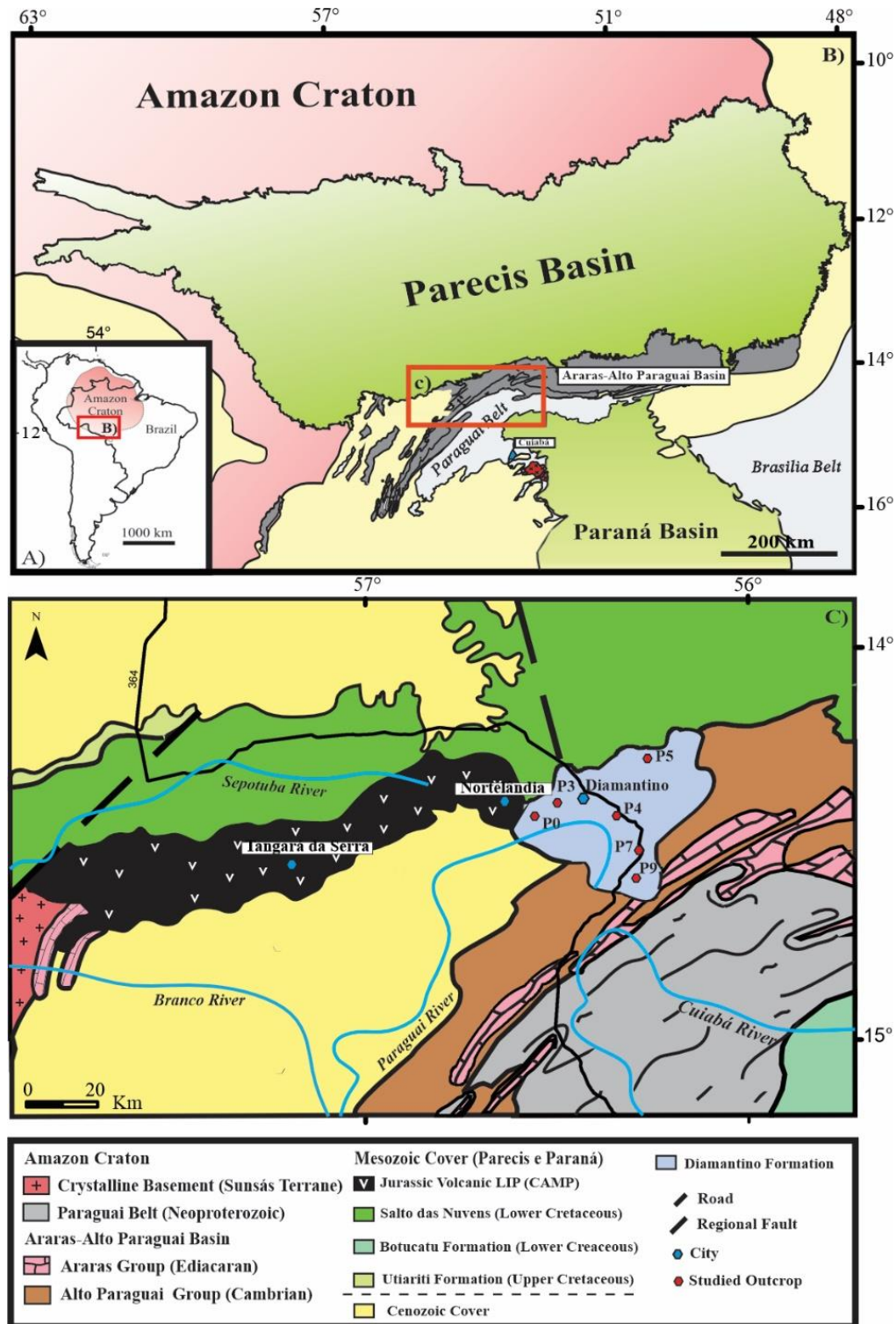


Figure 1- Geological map of northern Central Brazil. (A) Location of the study area on the South American shelf. (B) The main tectonostratigraphic compartments of the region, (C) Area and the outcrops studied in this work (Adapted from (Bandeira *et al.* 2012, Bahia *et al.* 2007, Rezende *et al.* 2021, Rubert *et al.* 2017).

4.3.2 Previous provenance studies about Alto Paraguai Group and Diamantino Formation

Provenance studies related to the Diamantino Formation encompass analyses of sandstone composition, whole-rock Sm-Nd, and U-Pb age spectra of Detrital Zircon. Dantas *et al.* (2009) were pioneers in revealing the Nd provenance ages of deposits in the Araras-Alto Paraguai Basin, suggesting that the siliciclastic deposits of the Alto Paraguai Group (1.83-1.5 Ma) are influenced by source areas from the Brasília Belt and Goiás Magmatic Arc, where Nd ages range between 0.8-1.2 Ga (Pimentel *et al.* 2000, Pimentel and Fuck 1992). Bandeira *et al.* (2012) proposing that the Diamantino Formation represents a broad fluvial-lacustrine system, pointed out its abundance of lithics, indicating a strong influence from sedimentary and volcanic source areas. U-Pb data ranging from 541 to 1920 Ma, with major populations including Neoproterozoic, Cambrian, and Mesoproterozoic ages, coupled with NW-W paleocurrent data, was interpreted the Diamantino lake are developed on elevated topography in the Paraguay Belt in the early Cambrian, with having the source areas being the Paraguai and Brasilia Belts and the Goiás Magmatic Arc.

McGee *et al.* (2015) presented the first data on U-Pb and Lu-Hf in the Alto-Paraguai Group, demonstrating the predominance of Mesoproterozoic and Paleoproterozoic ages in the U-Pb framework. Significant contributions of the Cambrian ages (542-528 Ma) occur in the detrital zircon assemblage of the Diamantino Formation. Most Lu-Hf analyses show that the Alto Paraguai Group predominantly sources from the Amazonian Craton, except for zircons from the Ediacaran-Cambrian interval, where epsilon values of -15 and -7 indicate a divergent signature from the juvenile material of the Goiás Magmatic Arc which has been source area of detrital zircon proposed.

4.4 SAMPLING AND ANALYTICAL METHODS

To study the provenance/depositional history of the Diamantino Formation, horizontal and lateral seventeen samples are selected using the sedimentary facies model proposed by Bandeira *et al* (2012) Table 1 shows the studied samples, facies association, facies code, coordinate, stratigraphical level, and provenance techniques utilized based on: bulk petrography, heavy minerals, detrital zircon geochronology, and whole rock Sm-Nd. Figure 1 illustrates the geographic location of the outcrops studied and figure 2 shows the complete information about rocks, color, level, and measured paleocurrent.

Table 1- Sample, facies association, facies code, stratigraphical level, and provenance techniques utilized in this study.

Sample	Facies Association	Facies code	Stratigraphical level	Provenance techniques			
				SP	Sm-Nd	HM	DZ
P0	AF1	Sigmoidal Cross	Top	X			
P3-3	AF1	Wave lamination	Base	X	X	X	
P3-7	AF1	Massive	Base	X	X	X	
P3-10	AF1	Massive	Top	X		X	
P3-13	AF1	Sigmoidal Cross	Top	X		X	
P5-1	AF1	Sigmoidal Cross	Base	X			
P5-3	AF1	Massive	Base	X	X	X	X
P5-4	AF1	Wave lamination	Base	X		X	
P5-7	AF1	Sigmoidal Cross	Top	X		X	
P5-13	AF1	Sigmoidal Cross	Top	X			X
P6-4	AF2	Massive	Base	X		X	
P7-5	AF2	Massive	Base	X		X	
D30-1	AF2	Cross Lamination	Base	X			
P4-4	AF2	Massive	Base	X	X	X	X
P4-5	AF2	Massive	Top	X	X	X	
P9-3	AF3	Massive	Base	X			
P9-8	AF3	Wave lamination	Top	X		X	

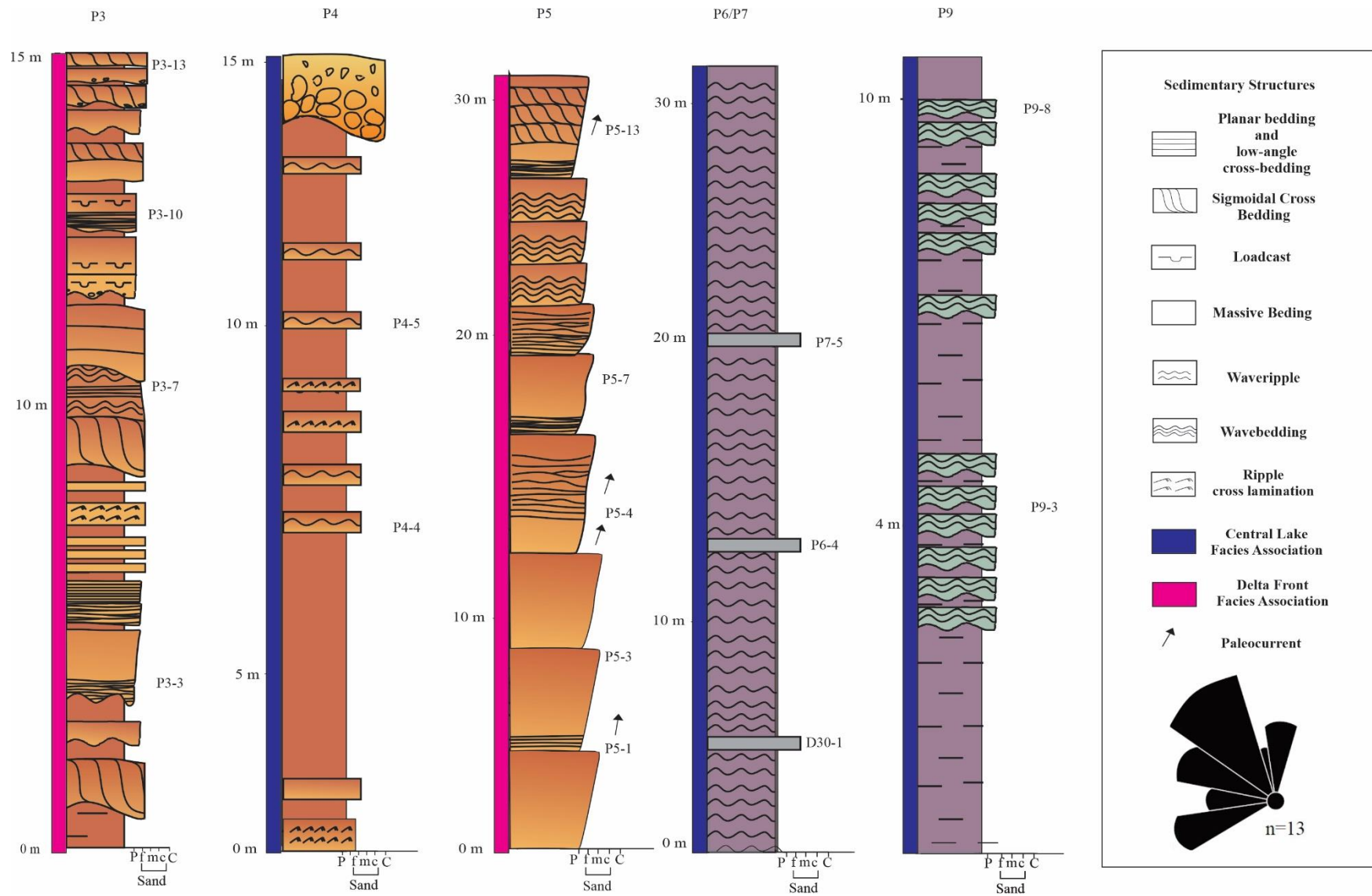


Figure 2- Stratigraphic outcrops studied based on *Bandeira et al (2012)* showing stratigraphic level, sample, and paleocurrent measured.

4.4.1 Sandstone Petrography

Samples are analyzed following the Gazzi & Dickson method (Ingersoll *et al.*, 1989). Minimal 300 points have been counted per sample and the results are displayed in Garzanti (2019) compositional ternary diagrams: Quartz (Q), Feldspar (F), and Lithic grains (L).

4.4.2 Heavy Minerals and Single-Grain Analysis

Samples preparation has been made separately for the heavy mineral and detrital zircon analysis. The rock has been disaggregated, treated with oxalic acid, dried, and sieved (63-125). HM fraction concentrated by Bromoform (2.80 g/ml). These grains as been mounted in petrographic slides and studied for the identification of a minimal 150 translucent minerals using the ribbon technique (Mange & Maurer, 1992). The quantification of zircon, tourmaline and rutile second (ZTR) index of Hubert (1962) has been made to check the chemical durability of these suites. Single-grain detrital zircons were separated using a stereomicroscope and mounted in a 25 mm diameter transparent epoxy resin disc. This mount has been polished and imaged in cathodoluminescence using a scanning electron microscope (SEM) model LS15-Zeiss in Belém Geological Survey of Brazil (CPRM). The detrital zircon U-Pb analysis by LA-ICP-MS was carried out in the spectrometer of mass high resolution inductively coupled plasma source with multi-collector model Thermo Finnigan iCAP-Q model (LA-Q-ICP-MS) coupled to an ablation microprobe CETAC's Nd: YAG LSX-213 laser at the University's Isotopic Geology Laboratory (Pará-Iso) using standards zircons GJ-1 and Blue Berry. For grains older than 1.3 Ga, ages $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ were considered and for younger ages $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. The discordance rate is 10% and values above this limit were dismissed for interpretation.

4.4.3 Multiproxy and Statistical Analysis

The “provenance” R package has been used for generating ternary diagrams, pie charts, kernel density estimation (KDE), and multidimensional scaling (MDS) for statistical analysis (Vermeesch 2016, Vermeesch *et al.* 2018).

4.5 RESULTS

4.5.1 Sedimentology and stratigraphic aspects of the Diamantino Formation

The Diamantino Formation is represented by a sequence of rocks that occur in a restricted area between the municipalities of Nortelândia, Nobres, Diamantino, and Alto Paraguai, in the central region of Brazil, covering the limits of the Parecis and Araras-Alto Paraguai basins (Fig. 1A;B). The stratigraphy proposed by (Bandeira *et al.* 2012) for fluvio-lacustrine deposits divides the unit into three facies association (Table 2). The basal rocks comprise siltstones and sandstones with cross-laminated

ripple/ripple bedding, massive bedding, ripple marks, and overburden structures interbedded with mudstones (Fig 2). These intercalations are interested in perfecting metric-scale cycles ranging between 0.5 and 6 meters, being interpreted as Distal turbidites (AF1). Agrationally, mudstones are deposited interspersed at siltstone levels (Fig. 3D) of up to 50 cm and sandstones of up to 10 centimeters thick that extend for tens of meters without any thickening or bed thickening interpreted as prodelta deposits (AF2) (Fig. 3E). Among the main sedimentary facies, the presence of massive bedding, wavy stratification, and cross-lamination of climbing ripples stands out. These deposits are covered by lobate bodies (Fig. 3A) of very fine to fine sandstones with sigmoidal cross-stratification (Fig. 3B), massive bedding (Fig. 3C), and partition lineation interbedded with centimeter levels of mudstones, disposed of in coarsening upward in large-scale cycles (up to 60 m) interpreted with Delta front prograded towards the predominantly for northwest and subordinately for Southwest (AF3). The thickness of these sandstone beds also increases in the thickest section. At the top of the cycles, is marked by the presence of desiccation cracks, load cast, flame structures, pseudo-nodules, dykelets, and convolitional bedding.

Table 2- Facies, description, and sedimentary processes described by Bandeira *et al.* (2012).

Facies	Description	Sedimentary Processes	Facies Association
Laminated siltstone/mudstone (Lm)	Mudstone with even parallel lamination	Deposition by suspension in low energy environment.	Distal Turbidites (Sr, Lm)
Siltstone with rippled bedding (Sr)	Cross-lamination and ripple marks	Migration of small-scale bedforms induced by currents	
Sandstone with even parallel lamination (Spl)	Fine-grained sandstone with even parallel lamination interbedded with siltstone	Migration of sandy sheet bar in upper flow regime	Prodelta (Srb, Ls, Spl)
Sandstone/siltstone with rippled bedding (Srb)	Well-sorted, fine-grained sandstone and siltstone with cross lamination and, sometimes, climbing ripple cross lamination.	Alternating of deposition by suspension and traction associated with migration of small-scale bedforms.	
Laminated sandstone (Ls)	Well-sorted, fine-grained sandstone with even parallel lamination and abundant parting lineation.	Deposition in upper flow regime (flat bed).	
Sandstone/siltstone with cross-bedding geometry of sigmoidal lobe (Scs)	Well-sorted, fine-grained sandstone with sigmoidal to tangential cross bedding reflecting the external lobate geometry. Even parallel stratification and abundant reactivation surfaces. Desiccation cracks	Deposition by tractive currents that suffer flow slowdown is associated with high sedimentation rates under lower and upper regimes. Partial subaerial exposure of lobes	Delta Front (Scs, Ms)

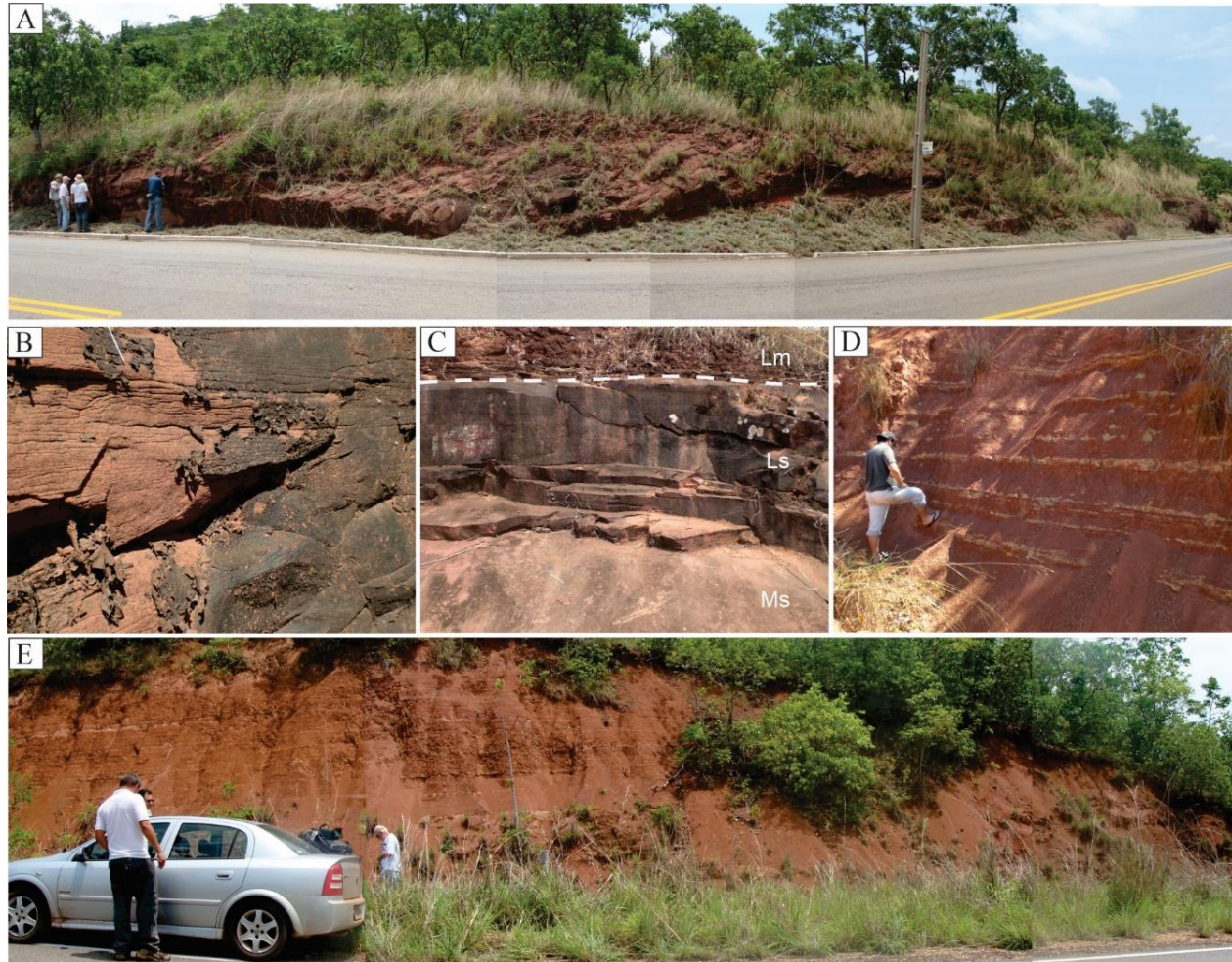


Figure 3- Stratigraphic and sedimentological aspects of the Diamantino fluviolacustrine system; A - C sandstones and siltstones from the delta facies association (AF1) and D-E sandstones and pelites from the lacustrine facies association (AF2). (A) AF1 amalgamated sandstone bodies; (B) Sandstones with sigmoidal cross-bedding and plane-parallel bedding) (C) Massive and laminated sandstones interspersed with pelite level in the base of the coarsening upward cycles. (D) Intercalation of massive siltstone and sandstone from the lacustrine facies association (AF2). (E) Thick clayey packages of the lacustrine system.

4.5.2 Bulk Petrography

The petrographic classification of sandstones demonstrates the predominance of litho-quartzose (Fig 4; Fig 5A) ranging to quartzose composition (D30-1; P9-8; P9-3) (Fig 5B). Quartz average content is 78.7% of detrital components, predominantly monocrystalline (67.0 – 98.0%) against polycrystalline type (1.3 – 33.0%). Lithic grains have the second most contribution of sandstone fabric (~22.9) and are predominantly constituted by low-grade metamorphic rock grains (Fig 5C; E) (40.0 - 96.7%) (metasiltstone, slate, and rarely quartz-mica schist), sedimentary grains comprises siltstone, shale, rarely sandstone and dolostone (3.1 – 60.0%) (Fig 6D), and minor mafic and felsic volcanic contribution (0.0 – 26.0 %). Mafic grains are rounded hyalopilitic basalts with microlitic plagioclase in well-oxidized glassy mass and intergranular aggregated plagioclase (Fig 5F). Volcanic felsic grains comprise embayed quartz in felsic groundmass (Fig 5E). Feldspar grains have a minor contribution in samples (~2.7%), represented dominantly for plagioclase than microcline. Other detrital constituents are heavy minerals (opaque, tourmaline, rutile, zircon, and epidote) and minor occurrence of oxidated siltstone matrix. The sandstone fabric consists of very fine to fine grains with subangular to angular shapes, their predominant contacts are straight and punctual, but subordinately concave-convex and sutured contacts occur. The mostly rocks are highly cemented for iron oxide with episodic poikilotopy/pore filling dolomite and sílica cement.

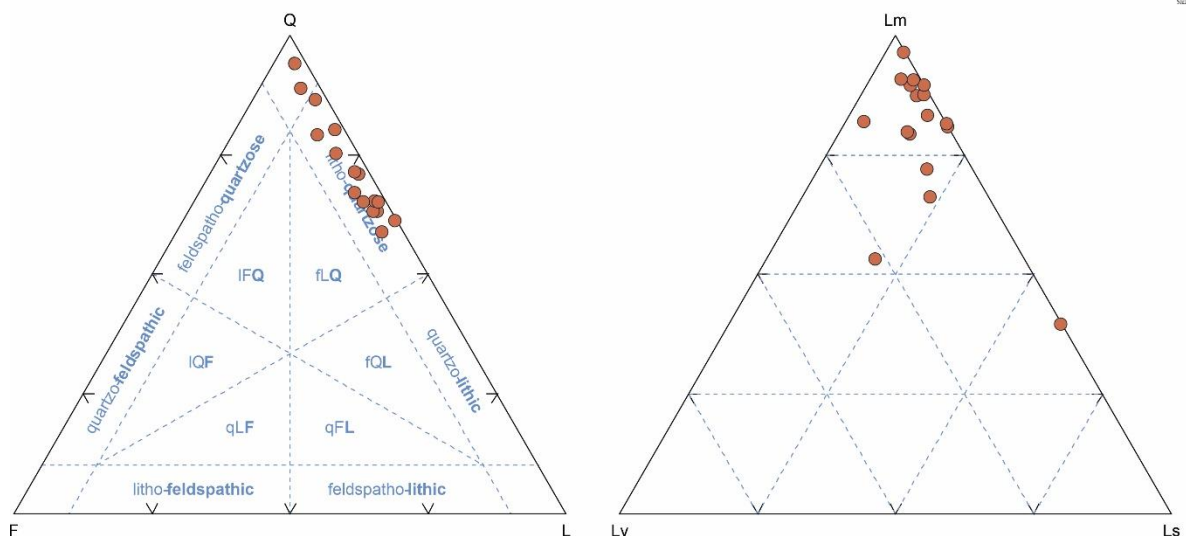


Figure 4- Sandstone composition diagram demonstrating the predominance of litho-quartzose detritus(A) with the prevailing of metamorphic and sedimentary lithics (B; Garzanti (2019)). (Q = Quartz; F = Feldspar; L = Lithic; Lv = Lithic volcanic; Lm = Lithic metamorphic and Ls = Lithic sedimentary).

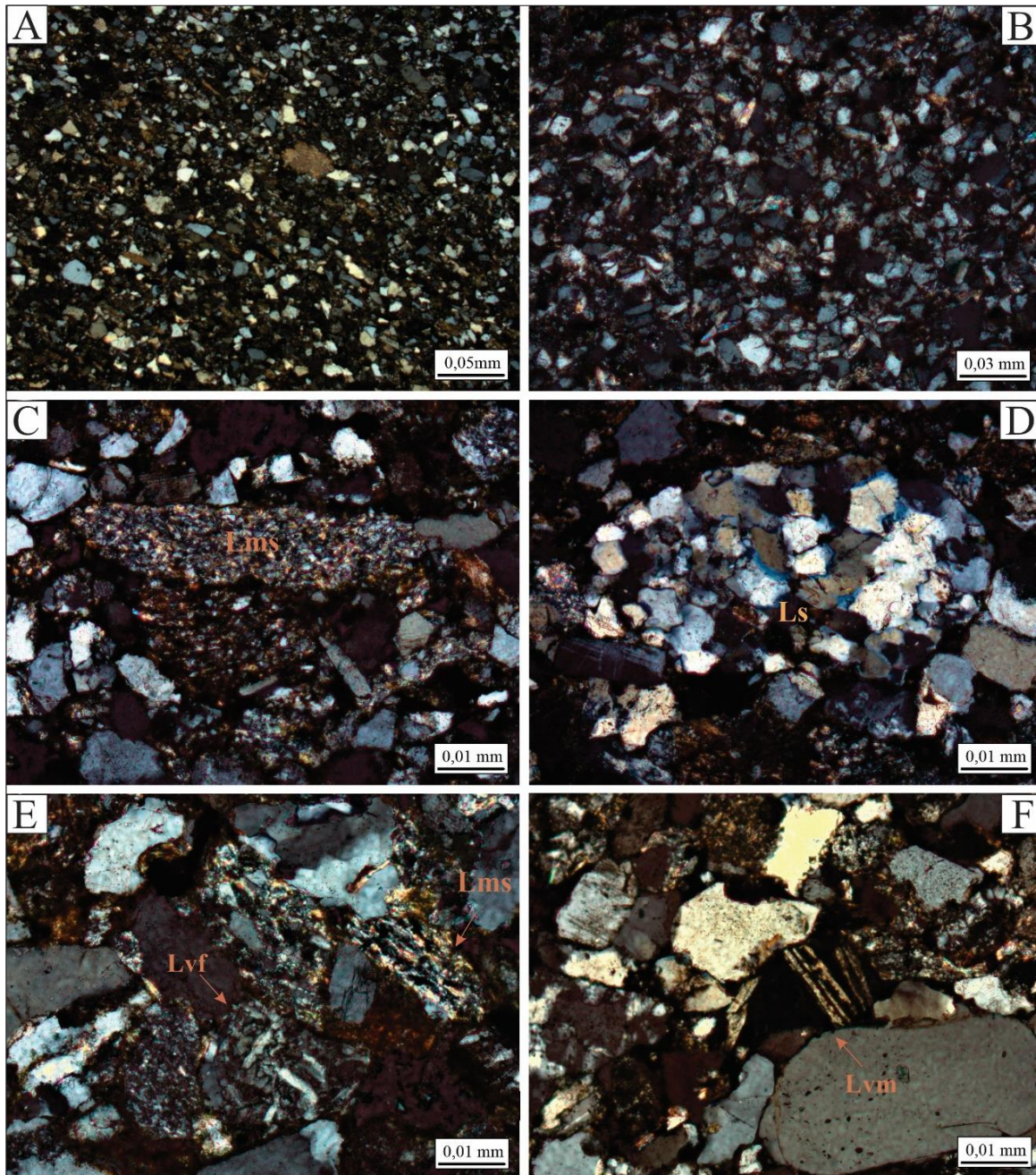


Figure 5- Aspects of Diamantino fluvio-lacustrine sandstones; (A): well-selected litho-quartzose metasedimenticlastic sandstone; (B) well-selected quartzose sandstone; (C) prolate metasiltstone fragment in the sandstone framework (Lms), (D) pure-quartzose sandstone fragment in sandstone framework probably coming from Alto Paraguai Group (Ls); (E): Felsic subvolcanic fragment composed of embayed quartz and feldspar (Lvf) and slate fragment (Lms); (F) Mafic volcanic fragment comprise well-oxidized glassy mass with intergranular aggregated plagioclase (Lvm).

4.5.3 Heavy Mineral Assemblage

The heavy mineral assemblage (HMS) includes a predominance of non-discriminated opaque grains (47.0%), and transparent heavy minerals (32.8%). Turbid grains present anomalous values (>10%) in samples (P3-13; P5-10; P4-4). HMS has a minor contribution of phyllosilicates (dominant muscovite than biotite and chlorite) except for the sample (P5-13 > 5%). The transparent heavy mineral suite (tHMS) is zircon, tourmaline and rutile (ZTR) dominated (94.2% average) (Fig 6), with few contributions of epidote and rarely staurolite, sillimanite, garnet, monazite, spinel, biotite, muscovite and apatite. Zircon morphology is predominantly rounded and subrounded, minors shapes are broken and euhedral. Tourmaline is represented by mostly rounded and prismatic habits, with a local occurrence of subangular grains with green, pale, and blue colors. Ruthile exhibits prismatic subrounded and broken shapes, with a minor contribution of rounded and germinated grains. Epidote occurs in short prismatic shapes with deeply etched skeletal textures. Staurolite and Sillimanite exhibit prismatic angular shapes. Garnet, monazite, spinel, and apatite comprise subrounded to rounded shapes.

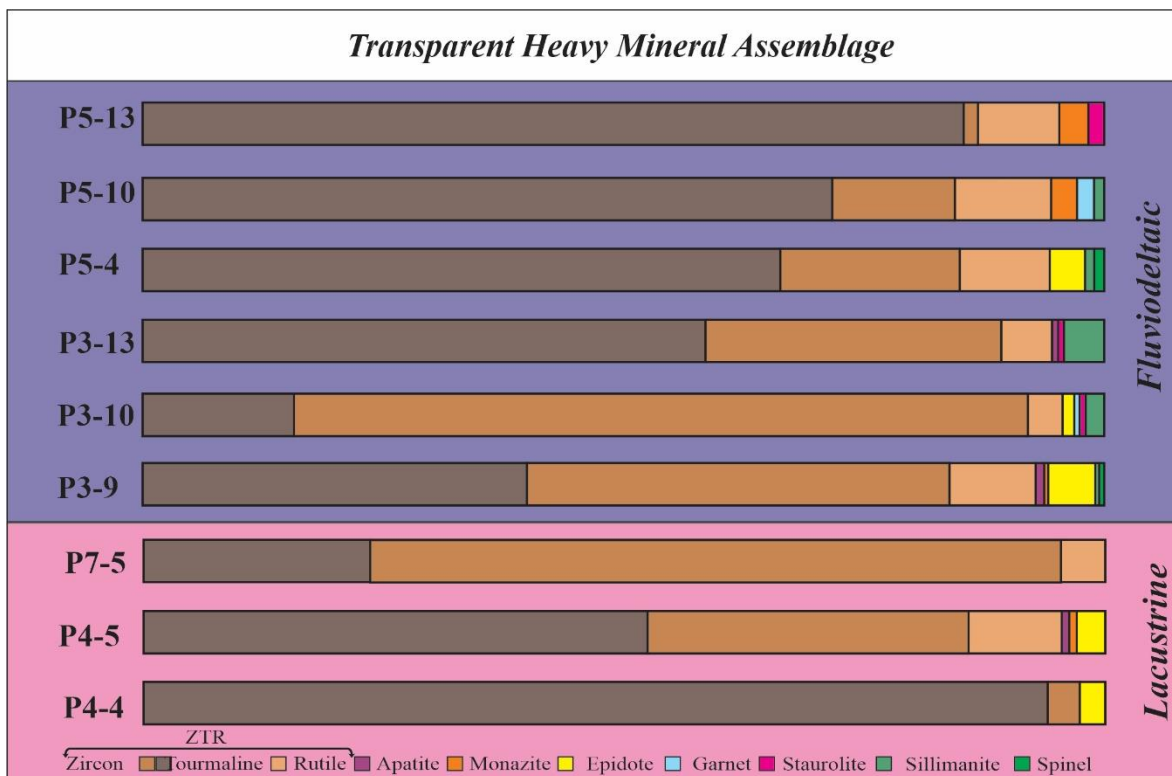


Figure 6- Composition of the transparent heavy minerals demonstrating a ZTR-rich assemblage.

4.5.4 Detrital zircon U-Pb.

Sample P5-3 (Delta member)

Sample P5-3 were collected in the region of Diamantino city, stratotype section site of the Diamantino formation occurs. The sample have a reddish very fine, well-sorted, massive litho-quartzose metasedimenticlastic sandstone, deposited in a deltaic system collected in the region of Diamantino city, where the stratotype of the Diamantino formation occurs (Lat: 578796; Long: 8382772). 39 grains of zircon have been validated in sample P5-3 (Fig. 7). Detrital zircon is mostly rounded to subrounded with minor punctual euhedral and broken shapes. The size of zircon varies from 80 to 120 μm . The ages range from 577 to 2236 M.A. A dominant peak occurs in 1007, 1882, 675, and 726 Ma, Subordinary peaks are subsided for 1750, 1625, 1523, 1256, and 1303 Ma.

Sample P4-4 (Lacustrine member)

Sample P4-4 were collected between the cities Diamantino and Nortelândia. The sample has a reddish, very fine, well-sorted, quartzose sandstone, deposited in an underflow current in a lacustrine environment, (Lat: 536185; Long: 8402069) Thirty-five grains of detrital zircon have been validated (Fig. 7). Detrital zircon is mostly rounded to subrounded with minor euhedral shapes. Their sizes vary from 100 to 200 μm . The ages range from 1008 to 2072 Ma. The dominant peaks are 1629, 1185, and 1329. Subordinary peaks include 1008, 1068, 1426, 1478 and punctual 1681 and 2072.

4.5.5 Previous Provenance data

The compiled data from Bandeira *et al.* (2012) originate from fluviodeltaic member sandstones. Eighty-one grains of detrital zircon were selected using 10% discordance filters. Detrital ages range from 475 to 1913 Ma, with dominant peaks at 900, 700, and 540, predominantly representing Neoproterozoic-Cambrian ages. Subordinate peaks include ages of 2000, 1700, 1400, and 1200 (Fig. 7).

Data compiled from McGee *et al.* (2015) lack representation of stratigraphic levels., Sixty-six grains of detrital zircon were selected using 10% discordance filters. Ages range from 528 to 1918 Ma, with dominant peaks at 1750, 1600, and 1500. Populations of Paleoproterozoic and Mesoproterozoic ages are prevalent, while subordinate peaks include ages between 950, 650, and 528 (Figure 7).

4.5.6 Whole Rock Sm-Nd

The ϵNd values for the analyzed samples range between -11.73 and -12 . The TDM ages showed a very narrow range, between 1.63 and 1.30 Ga (Table 3). The great variation of these values suggests heterogeneous source areas during the sedimentation of the Diamantino Formation.

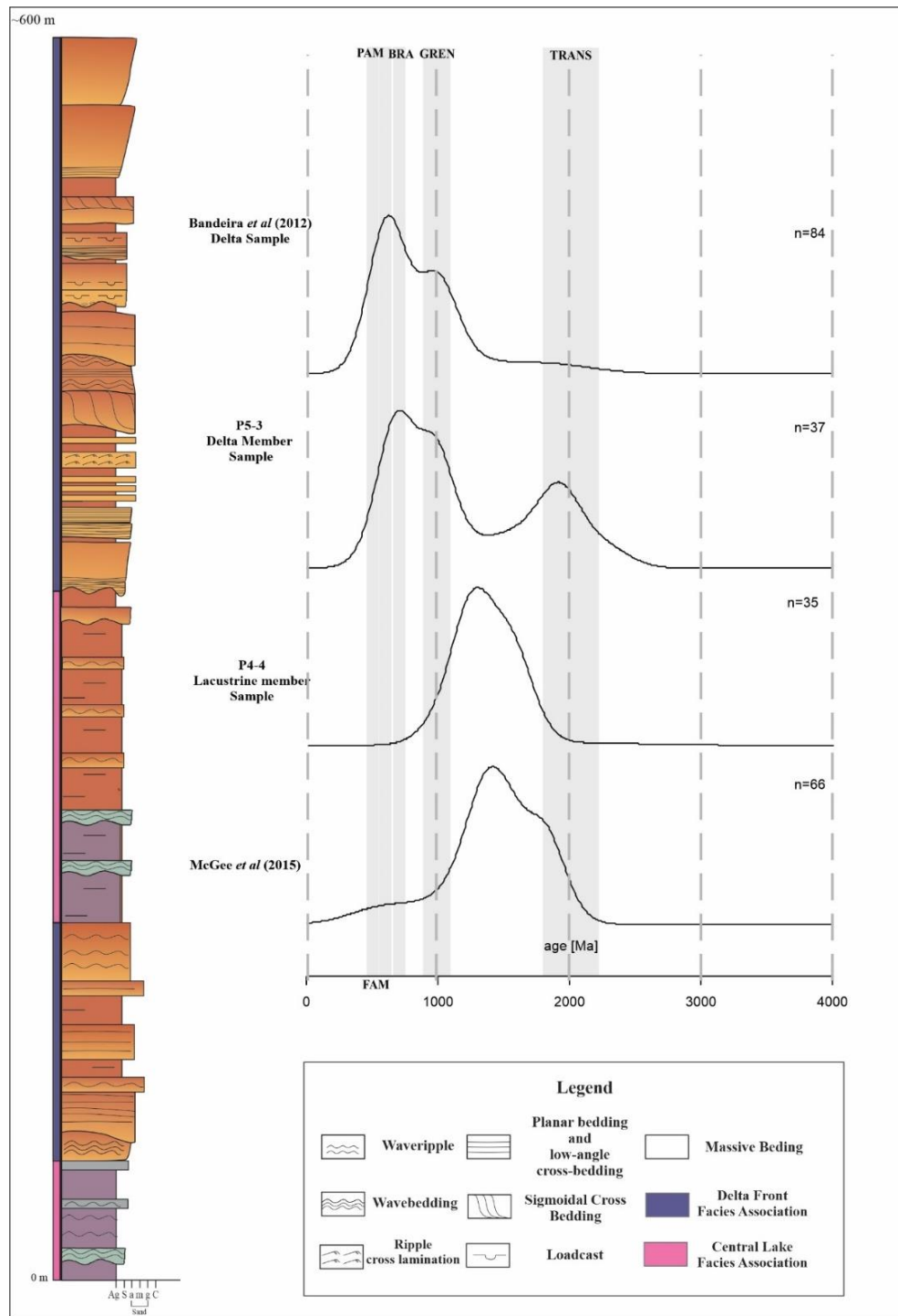


Figure 7- Composed stratigraphic profile with detrital zircon kernel density estimates (y-axis = 0-3000 Ma) frequency of lacustrine-deltaic samples of Diamantino Formation and compiled data (Bandeira *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015). Delta sample demonstrates enrichment of Neoproterozoic-Cambrian detrital zircon populations; Lacustrine member are rich in paleo to mesoproterozoic detrital population, having similar age peaks with McGee *et al.* (2015) sample. The gray columns demonstrate the main cycles of Gondwana (Trans = Transamazonian, Gren = Grenvillian, BRA = Brazilian, PAM = Pampean, FAM= Famatinian).

4.6 DISCUSSION

4.6.1 Characterization and origin of sand

Both facies associations have a predominance of fine litho-quartzose metasiliciclastic sandstones and a high ZTR index (~94.5%). The AF1 transparent heavy mineral assemblage is composed only of ultrastable minerals. In AF2, despite the predominance of ultrastable minerals, they present a more diverse assemblage with the presence of stable minerals (Apatite and Staurolite) and moderately stable minerals (Epidote, Garnet and Sillimanite). The presence of phyllosilicates is restricted to the fluvio-deltaic facies association. The predominance of litho-quartzose to quartzose detritus with an abundance of low-rank metasedimentary to sedimentary rock fragments (metasiltstone, slate, shale, siltstone, sandstones, and dolostone) and ZTR-rich heavy mineral assemblage suggests a polycyclic story for this sedimentation. (Garzanti *et al.* 2016, Hubert 1942).

To visualize and quantify the sediment rotation a large detrital U-Pb (5748 ages) and Sm-Nd (173 samples) data of southeast of the Diamantino system has been compiled and compared. These zircons include detrital data of Paraguai-Brasilia orogens (Cuiabá, Ibiá, Araxá, Andrelândia, Varzante, and Paranoá Groups), Araras-Alto Paraguai basin (Alto Paraguai Group) and Paraná basins (Rio Ivaí, Paraná and Itararé Groups; Rio do Rasto and Botucatu Formation) expressed with Kernel density estimates (KDE) and multidimensional scaling (MDS). In the KDE (Fig. 8), is possible to observe the two clustering of sediment contributions present in the members of Diamantino. The basal samples reveal a predominance of Mesoproterozoic, Paleoproterozoic, and Tonian ages, with peaks showing remarkable similarity to the Cambrian rocks of the Araras-Alto Paraguay Basin and the Paraguay Belt (Fig. 9). The Nd provenance ages, situated around 1.64 Ga, align with the values proposed for the GAP and FP, where the majority of model ages range between 1.64 and 1.8 Ga (Dantas *et al.* 2009, Babinsky *et al.* 2018). Samples from the fluvio-deltaic facies association (AF3) exhibit a predominance of Cambrian, mid-Neoproterozoic, and Tonian ages, with a notable focus on the Cambrian-Ordovician interval. In multidimensional scaling, a dissimilarity is observed between the detrital age assembly of the AF2 and the Brazilian orogenic deposits (Fig. 9). However, these populations show a signature similar to the detrital composition of the Middle Paleozoic strata of the Paraná Basin. The Nd provenance ages in these samples range from 1.47 to 1.3 Ga (Fig. 11), supporting the contribution of juvenile material in this sedimentation.

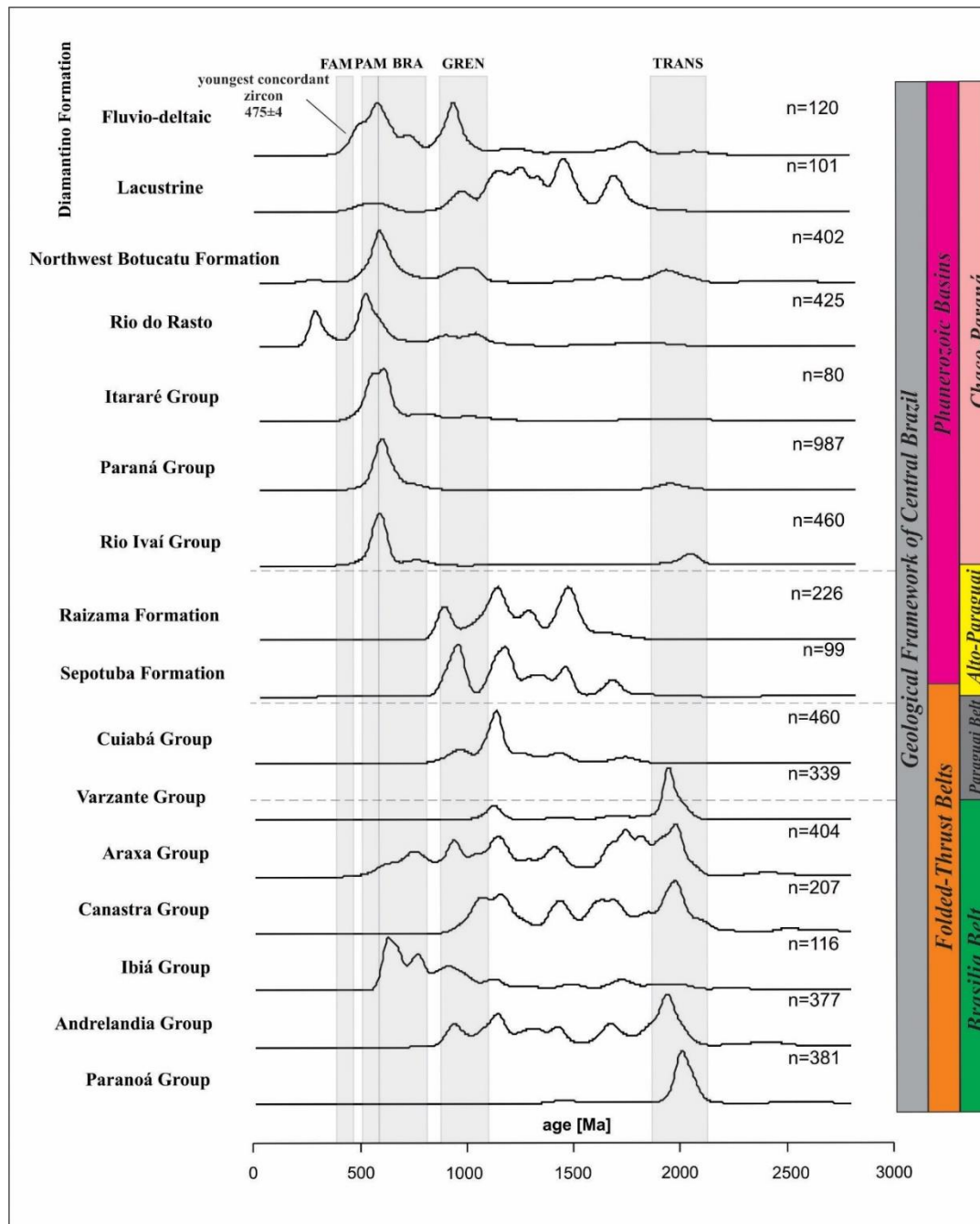


Figure 8- Detrital zircon kernel density estimates (y-axis = 0-3000 Ma) exhibit the main contributions of sedimentation stages and the comparison between zircons from the Diamantino Formation, Brazilian orogens and the phanerozoic covers of the Paraná Basin. The gray columns demonstrate the main cycles of Gondwana (Transamazonian, Grenvillian, Brazilian, Pampean, Famatinian). Data obtained from (Alessandretti *et al.* 2016, Babinski *et al.* 2018, Bandeira *et al.* 2012, Bertolini *et al.* 2021, Dias *et al.* 2013, Falci *et al.* 2018, Henrique-Pinto *et al.* 2021, Kuster *et al.* 2020, Matteini *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015, Piuzana *et al.* 2003, Rodrigues *et al.* 2010, 2012, Santos *et al.* 2015).

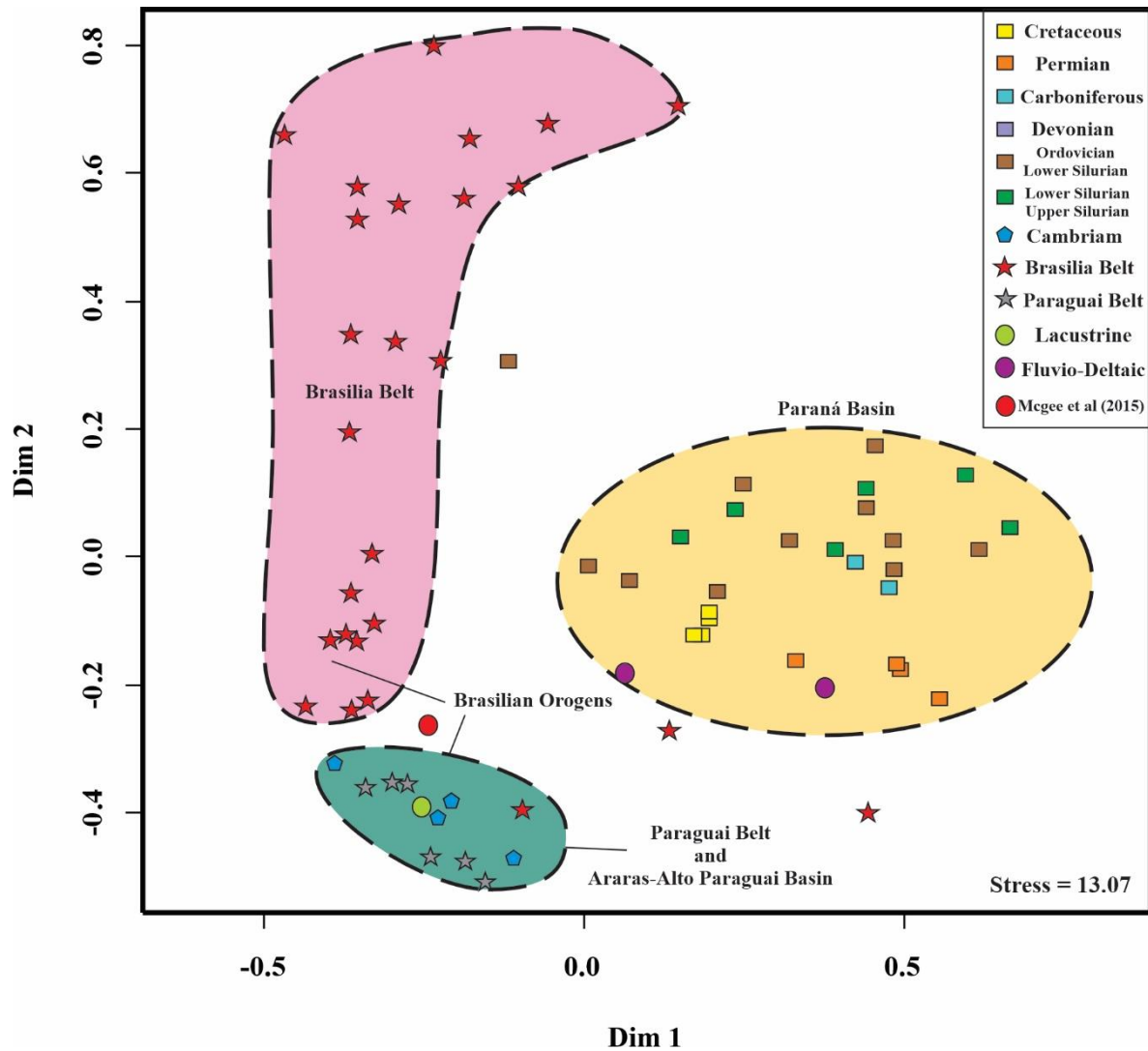


Figure 9- Multidimensional scaling plot demonstrating the sample (dis)similarity of Brazilian orogens (Paraguai and Brasília Belt) and sedimentary covers southeast of the Diamantino location. The Neoproterozoic orogenic covers show a great dispersion compared to the Araras-Alto Paraguai and Paraná Basin detrital signature. Data obtained from (Alessandretti *et al.* 2016, Babinski *et al.* 2018, Bandeira *et al.* 2012, Bertolini *et al.* 2021, Dias *et al.* 2013, Falci *et al.* 2018, Henrique-Pinto *et al.* 2021, Kuster *et al.* 2020, Matteini *et al.* 2012, McGee *et al.* 2015, Piuzana *et al.* 2003, Rodrigues *et al.* 2010, 2012, Santos *et al.* 2015).

4.6.2 Lake basin evolution and sediment sources

he predominance of paleocurrents to the NW in the deltaic sandstones indicates that this lacustrine basin developed on the margins of the Alto Paraguai Group plateaus and the Paraguay belt located to the southeast. The two sedimentation stages (AF1 and AF2) exhibit distinct signatures, indicating a change in sediment supply. During the first stage, sediment supply was controlled by sporadic pulses carried by ephemeral rivers originating from the recycling of the margins of the lake basin (Alto

Paraguay Group and Paraguay belt). The second stage demonstrates an increase in sand content and consequent expansion of the lake basin. In this context, the diversity of ages demonstrates the assimilation of extremely recycled and pre-sorted sand, typical of the Paleozoic sand in the Paraná Basin. Several authors have demonstrated the significant contribution of Brazilian orogens to the evolution of sedimentary systems in the Paraná Basin (Alessandreti *et al.* 2016, Henrique-pinto *et al.* 2021, Bertolini *et al.* 2021, Bertolini *et al.* 2022). Nevertheless, the sand content in the Diamantino Formation presents distinct signatures, marked by the mixture of source areas, indicating that the Paraguay belt, Araras-Alto Paraguai basin, and Paraná basin represent the likely main source areas for this sedimentation. During the first stage of the lacustrine basin, ephemeral rivers transported quartzose/litho-quartzose sand, rich in Precambrian detrital zircon population reworked from the lacustrine margin. The second stage suggests an increase in sand content in this basin, supplying the lake with litho-quartzose metasedimenticlastic sand, juvenile material, and consequent expansion of the lacustrine basin. This supply presents a contribution of extremely recycled and pre-sorted sand, rich in Neoproterozoic-Ordovician material, typical of the sand in the northern Ordovician strata of the Paraná Basin. The diversification of heavy mineral species in AF2 may originate from resistance of recycled heavy minerals present in other sedimentary rocks.

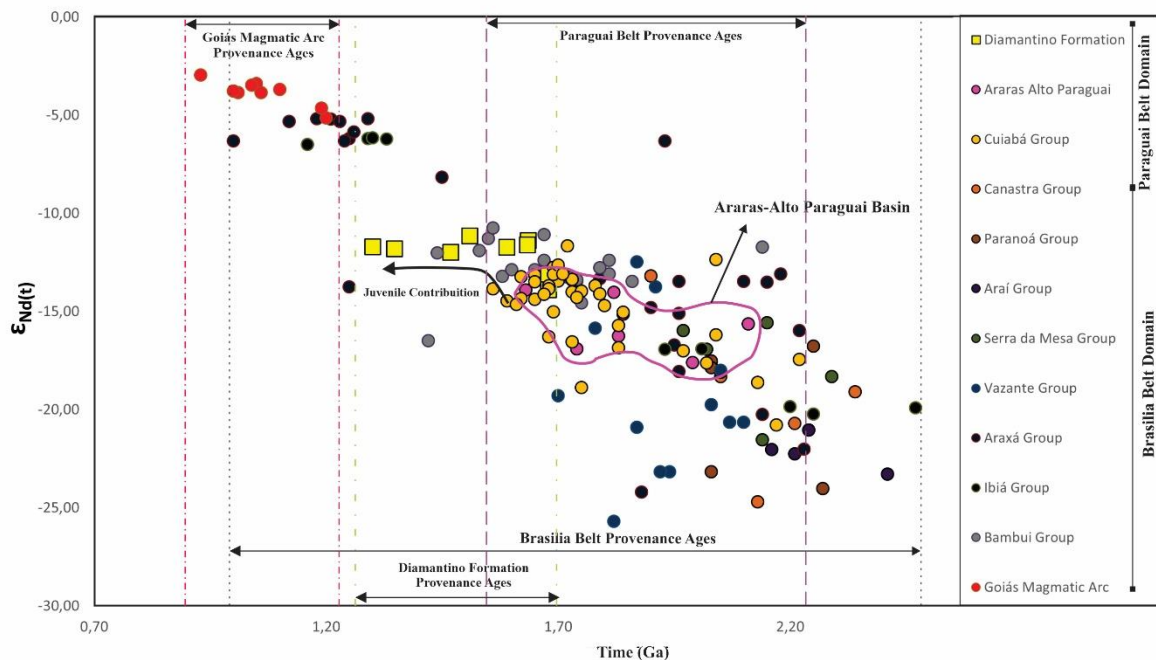


Figure 10- Multidimensional scaling plot ($\epsilon_{Nd}(t)$ vs Nd provenance ages) showing the great dispersion of Nd provenance ages in Central Brazil Terranes. Diamantino provenance demonstrates the influence of juvenile material in this sedimentation (1.63 to 1.31 Ga). Data was obtained from (Babinski *et al.* 2018, Dantas *et al.* 2009, Pimentel *et al.* 2001).

Dantas *et al.* (2008) suggest that the juvenile contribution may come from the rocks of the

Goiás Magmatic Arc or Brasília Belt, where rocks have model ages ranging between 0.93 and 1.2 Ga. However, Lu-Hf analysis from zircons from the Ediacaran-Cambrian interval, where epsilon values of -15 and -7m indicate a divergent signature from the juvenile material of the Goiás Magmatic Arc (McGee *et al.* 2015). The first-cycle provenance from this region has been dismissed due to the absence of petrographic and geochronological evidence. The generation of sands in magmatic arcs includes samples rich in quartz-feldspathic sediments and an assembly of iron-magnesian heavy minerals (Garzanti & Ando 2007), which is negligible in the Diamantino Formation. The metasedimentary rocks of the Brasília Belt represent another possible interesting source area, but the negligible contribution of the Rhyacian ages weakens this hypothesis. Another interesting argument from a paleogeographic perspective is that during the early Ordovician, deposits of the Ivaí and Paraná were already being deposited over the metasediments of the Brasília and Paraguai belts. However, because the Brasília belt is a major contributor to the Paleozoic units in the northern of the Paraná basin, its crustal signature can be seen in the Diamantino Nd provenance age.

Paleogeographic implications for lacustrine basin evolution

Sedimentological and single mineral analysis from the Diamantino Formation demonstrates a genetic link with the Diamantino sediment signature and Paraguai Belt and the Northern Phanerozoic Paraná Basin strata. A solid evidence supporting this influence is the presence of the population of detrital ages of 475-485 Ma. This is particularly significant when we consider that magmatism of this age is recorded exclusively on the lower western margin of West Gondwana, in the context of the exhumed Famatinian magmatic arc (Henrique-Pinto *et al.* 2021). Furthermore, an analysis of paleocurrent data from the Diamantino Formation reveals that sediments route predominantly from the southeast, and Famatinian magmatism represents one of the main source areas for the Rio Ivaí and Paraná Group (Henrique-lima *et al.* 2021). In this scenario, the hypothesis of a primary origin of the sand is discarded, strengthening, on the other hand, the erosive or genetic association with the post-Ordovician Phanerozoic covers present in the northern Paraná Basin. This not only deepens our understanding of the complex geological interactions in this region but also demonstrates that a significant portion of the Cambrian-Ordovician ages present in the detrital zircon population of Diamantino Formation can be attributed not only to protosourcers present in the cratonic areas of Gondwana but also to the polycyclic history of zircons coming from Famatinian magmatic arc and Eastern Pampean Ranges.

The multi-proxy analysis shows that the context initially proposed for the Diamantino formation disregards the various recycling events present in the southern region of the Amazon Craton since it is mainly based on geochronological criteria. The multiple pieces of evidence presented in this study weaken the hypothesis of the direct influence of sand from the Brasília Belt and the Goiás

Magmatic Arc on the compressive model of the Brasiliana Orogeny proposed by Bandeira *et al.* (2012) and McGee *et al.* (2015). A current alternative for the Diamantino Formation, based on lithostratigraphic criteria (Santos *et al.* 2017, Nogueira *et al.* 2021, Santos *et al.* 2020) suggests that the Diamantino Formation would represent the closure of the Alto-Paraguai Sea in the Ordovician. However, this proposal disregards the paleogeographic context of the central region of Brazil, where the main sedimentary records are linked to the Famatinian tectonic-sedimentary cycle (Ordovician to Devonian), associated with the Ochloyic Orogeny, resulting from the collision of the allochthonous terrain from the Precordillera to Gondwana (Astini 1996, Milani & Ramos 1998, Henrique-Lima *et al.* 2021)

Although the available data do not provide a complete understanding of the period in which the evolutionary context of the Diamantino Formation is inserted, our results indicate that (1): The only connection between the Diamantino Formation and the Alto Paraguai Group is an erosional unconformity. (Fig. 10) (2): It appears more consistent to associate the zones of subsidence and sediment accumulation that gave rise to fluviolacustrine deposits with the Ocloyc orogeny and the evolution of mid-Paleozoic sedimentary terrains in the central region of Brazil.

the southern Amazon Craton.

5. CONCLUSÕES

A análise multimineral revela a complexa história policíclica da Formação Diamantino, reforçando a contribuição de material orogênico nesse processo sedimentar. Apesar dessa característica distintiva, a presença de outras coberturas sedimentares é corroborada pelas idades dos intervalos cambriano-ordoviciano no contexto das populações detríticas. A presença de arenitos puro-quartzosos e a influência de populações mesoproterozoicas e paleoproterozoicas sugerem a possível contribuição dos depósitos do Grupo Alto Paraguai e da Faixa Paraguai como áreas-fontes para essa sedimentação. As diversas evidências apresentadas neste estudo enfraquecem a hipótese de uma influência direta das areias provenientes da Faixa Brasília e do Arco Magmático de Goiás no modelo compressivo da Orogenia Brasileira proposto por Bandeira et al. (2012) e McGee et al. (2015). Por outro lado, fortalecem a associação erosiva ou genética entre as coberturas fanerozoicas pós-Ordovicianas presentes no norte do Paraná com os depósitos entre as bacias do Paraná e Parecis. Nesse cenário, uma parte significativa das idades Cambriano-Ordovicianas identificadas na população detrítica de zircões da Formação Diamantino pode ser atribuída não apenas aos proto-fontes nas áreas cratônicas de Gondwana, mas também à história policíclica de zircões provenientes do arco magmático Famatiniano e da Cordilheira Pampiana Oriental. Embora os dados disponíveis ainda não proporcionem uma compreensão completa do período inserido no contexto evolutivo da Formação Diamantino, futuras pesquisas estratigráficas avançadas podem oferecer novas resoluções para conectar a Formação Diamantino ou os depósitos das bacias do Paraná e Parecis.

REFERÊNCIAS

- Alessandretti L., Machado R., Warren L.V., Assine M.L., Lana C., 2016. From source-to-sink: The Late Permian SW Gondwana paleogeography and sedimentary dispersion unraveled by a multi-proxy analysis. *J South Am Earth Sci* 70, 368–382. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2016.06.007>
- Almeida, F.F.M., 1964. Geologia do Centro-Oeste Matogrossense. *Boletim* 215 215, 137.
- Alvarenga C.J.S., Dardenne M.A., Santos R. V., Brod E.R., Gioia S.M.C.L., Sial A.N., Dantas E.L., Ferreira V.P., 2008. Isotope stratigraphy of Neoproterozoic cap carbonates in the Araras Group, Brazil. *Gondwana Research* 13, 469–479. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2007.05.004>
- Alvarenga C.J.S., Trompette R., 1993. Evolução Tectônica Brasileira Da Faixa Paraguai: A Estruturação Da Região De Cuiabá. *Revista Brasileira de Geociências* 23, 18–30. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.19932311830>
- Andò S., Garzanti E., Padoan M., Limonta M., 2012. Corrosion of heavy minerals during weathering and diagenesis: A catalog for optical analysis. *Sediment Geol* 280, 165–178. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2012.03.023>
- Assine M.L., Perinotto J.A.J., Alvarenga C.J.S., Petri S., 1998. Arquitetura Estratigráfica, Tratos Depositionais e Paleogeografia da Bacia do Paraná (Brasil) No Neo-Ordoviciano/Eo-Siluriano. *Revista Brasileira de Geociências* 28, 61–76.
- Babinski M., McGee B., Tokashiki C., Tassinari C.C.G., Saes G.S., Pinho F.E.C., 2018. Comparing two arms of an orogenic belt during Gondwana amalgamation: Age and provenance of the Cuiabá Group, northern Paraguay Belt, Brazil. *J South Am Earth Sci* 85, 6–42. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.04.009>
- Bandeira J., McGee B., Nogueira A.C.R., Collins A.S., Trindade R., 2012. Sedimentological and provenance response to Cambrian closure of the Clymene ocean: The upper Alto Paraguai Group, Paraguay belt, Brazil. *Gondwana Research* 21, 323–340. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.04.006>
- Bahia C., Benedito R., Martins-Neto M.A., Silvia M., Barbosa C., Pedreira A.J., Análise da evolução tectonossedimentar da Bacia dos Parecis através de métodos potenciais.
- Bertolini G., Marques J.C., Hartley A.J., Basei M.A.S., Frantz J.C., Santos P.R., 2021. Determining sediment provenance history in a Gondwanan erg: Botucatu formation, Northern Paraná Basin, Brazil. *Sediment Geol* 417. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2021.105883>
- Critelli S., Arribas J., Pera E. Le, Tortosa A., Marsaglia K.M., Latter K.K., 2003. The recycled orogenic sand provenance from an uplifted thrust belt, Betic Cordillera, southern Spain. *Journal of Sedimentary Research* 73, 72–81. <https://doi.org/10.1306/071002730072>
- Dantas E.L., Alvarenga C.J.S., de Santos R.V., Pimentel M.M., 2009. Using Nd isotopes to understand the provenance of sedimentary rocks from a continental margin to a foreland basin in the Neoproterozoic Paraguay Belt, Central Brazil. *Precambrian Res* 170, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2008.11.005>
- DeCelles P. G., Gehrels G.E., Quade J., LaReau B., Spurlin M., 2000. Tectonic Implications of U-Pb Zircon Ages of the Himalayan Orogenic Belt in Nepal. *Science* (1979) 288, 497–500.

- Decelles P.G., Hertel F., 1989. Petrology of fluvial sands from the Amazonian foreland basin, Peru and Bolivia. *Geological Society of American* 101, 1552–1562.
- Dias P.H.A., Noce, C.M., Pedrosa-Soares A.C., Seer H.J., Dussin I.A., Valeriano C. de M., Kuchenbecker M., 2013. O Grupo Ibiá (Faixa Brasília meridional): Evidências isotópicas Sm-Nd e U-Pb de bacia colisional tipo flysch. *Geonomos*. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v19i2.45>
- Dickinson W.R., 1983. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic settings. *Geol Soc Am Bull* 94, 222–235. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1983\)94<222:PONAPS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1983)94<222:PONAPS>2.0.CO;2)
- Dickinson W.R. 1985. Interpreting Provenance Relations from Detrital Modes of Sandstones. In: Zuffa, G.C., Ed., *Provenance of Arenites*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, The Netherlands, 333-362. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2809-6_15.
- Dickinson W.R. & Suczek, C.A., 1979. Plate Tectonics and Sandstone Compositions'. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin* V.
- Dott R.H., 1964. Wacke, Graywacke And Matrix-What Approach To Immature Sandstone Classification.. *J Sediment Petrol.* 332-336.
- Evans J.W. 1894. The geology of Mato Grosso. *Geological Society of London, Quaterly Journal*, 50: 85-104.
- Falci A., de Andrade Caxito, F., Seer H.J., de Morisson Valeriano C., Dias P.H.A., Pedrosa-Soares A.C., 2018. Provenance shift from a continental margin to a syn-orogenic basin in the Neoproterozoic Araxá nappe system, southern Brasília belt, Brazil. *Precambrian Res* 306, 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2018.01.004>
- Faure G., Mensing, T.M., 1986. *Isotopes - Principles and Applications* - 3rd.
- Fedo C.M., Sircombe K.N., Rainbird R.H., 2018. Detrital zircon analysis of the sedimentary record, in: *Zircon*. De Gruyter Mouton, pp. 277–303. <https://doi.org/10.1515/9781501509322-013>.
- Folk R.L, 1980. *Petrology Of Sedimentary Rocks*. Austin. Hemphill Publishing Co., USA (182pp.).
- Garzanti E., 2019. Petrographic classification of sand and sandstone. *Earth Sci Rev.* <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.12.014>
- Garzanti E., 2016. From static to dynamic provenance analysis-Sedimentary petrology upgraded. *Sediment Geol.* <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2015.07.010>
- Garzanti E., Andò S., 2007. Chapter 29 Plate Tectonics and Heavy Mineral Suites of Modern Sands. *Developments in Sedimentology*. [https://doi.org/10.1016/S0070-4571\(07\)58029-5](https://doi.org/10.1016/S0070-4571(07)58029-5)
- Garzanti E., Padoan M., Andò S., Resentini A., Vezzoli G., Lustrino M., 2013. Weathering and relative durability of detrital minerals in equatorial climate: Sand petrology and geochemistry in the east African rift. *Journal of Geology* 121, 547–580. <https://doi.org/10.1086/673259>.
- Garzanti E.; Vezzoli G.; Ando S.; France-Lanord, C.; Singh, S. K.; and Foster, G. 2004a. Sediment composition and focused erosion in collision orogens: the Brahmaputra case. *Earth Planet. Sci. Lett.* 220:157– 174.

- Garzanti E. & Vezzoli G., 2003a. A Classification Of Metamorphic Grains In Sands Based On Their Composition And Grade, *Journal Of Sedimentary Research*. V 35 – P 132-137.
- Gazzi P., 1966. Le arenarie del flysch sopracretaceo dell' Appennino modenese: Correlazioni con il flysch di Monghidoro. *Mineral. Petrogr. Acta* 12, 69–97.
- Gehrels G.E., 2000. Introduction to detrital zircon studies of Paleozoic and Triassic strata in western Nevada and northern California. *Geological Society of America Special Paper* 347, 1–18.
- Harley S.L., Kelly N.M., Moller A., 2007. Zircon Behaviour and the Thermal Histories of Mountain Chains. *Elements* 3, 25–30.
- Henrique-Pinto R., Basei M.A.S., Santos P.R., Saad A.R., Milani E.J., Cingolani C.A., Frugis G.L., 2021. Paleozoic Paraná Basin transition from collisional retro-foreland to pericratonic syncline: Implications on the geodynamic model of Gondwana proto-Andean margin. *J South Am Earth Sci* 111. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103511>.
- Hinderer M., 2012. From gullies to mountain belts: a review of sediment budgets at various scales. *Sedimentary Geology* 280, 21–59.
- Ingersoll R. V. & Suczek C.A., 1979. Petrology And Provenance Of Neogene Sand From Nicobar And Bengal Fans, Dsdp Sites 211 And 2181. *J Sediment Petrol* 49, 1217–1228.
- Johnsson M.J., 1993. The system controlling the composition of clastic sediments. *Geological Society of American Special Paper* 284, 1–21.
- Krynine P.D., 1948. The Megascopic Study and Field Classification of Sedimentary Rocks. The University of Chicago Press 56, 130–165.
- Kuster K., Ribeiro A., Trouw R.A.J., Dussin I., Marimon R.S., 2020. The Neoproterozoic Andrelândia group: Evolution from an intraplate continental margin to an early collisional basin south of the São Francisco craton, Brazil. *J South Am Earth Sci* 102. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102666>
- Luz J.S., Oliveira A.M., Souza J.O., Motta J.F.M., Tanno L.C., Carmo L.S., Souza N.B. 1980. Projeto Coxipó. Goiânia, DNPM/CPRM. v.1. 136p. (Relatório Final).
- Lysiak A., Szmajda, M., 2021. Empirical Comparison of the Feature Evaluation Methods Based on Statistical Measures. *IEEE Access* 9, 27868–27883. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3058428>
- Matteini M., Dantas, E.L., Pimentel M.M., de Alvarenga C.J.S., Dardenne M.A., 2012. U-Pb and Hf isotope study on detrital zircons from the Paranoá Group, Brasília Belt Brazil: Constraints on depositional age at Mesoproterozoic - Neoproterozoic transition and tectono-magmatic events in the São Francisco craton. *Precambrian Res* 206–207, 168–181. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2012.03.007>.
- Mange M.A. & Maurer, H.F.W. (1992) *Heavy Minerals in Colour*. Chapman & Hall, London, 147.
- Mcbride E.F., 1963. A Classification of Common Sandstones. *SEPM Journal of Sedimentary Research* Vol. 33. <https://doi.org/10.1306/74d70ee8-2b21-11d7-8648000102c1865d>

- McGee B., Collins, A.S., Trindade R.I.F. Payne, J., 2015. Age and provenance of the Cryogenian to cambrian passive margin to foreland basin sequence of the northern Paraguay Belt, Brazil. *Bulletin of the Geological Society of America* 127, 76–86. <https://doi.org/10.1130/B30842.1>
- Mearns E.W., Knarud, R., Raestad N., Stanlet, K.O., Stockbridge, C.P., 1989. Samarium-neodymium isotope stratigraphy of the Lunde and Statfjord Formations of Snorre Oil Field, northern North Sea. *J Geol Soc London* 146, 217–228.
- Milani E.J., De Wit M.J., 2008. Correlations between the classic Paraná and Cape-Karoo sequences of South America and southern Africa and their basin infills flanking the Gondwanides: Du Toit revisited, in: *Geological Society Special Publication*. pp. 319–342. <https://doi.org/10.1144/SP294.17>
- Milani E.J. & Ramos V.A., 1998. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do paraná. *Revista Brasileira de Geociências*.
- Morton A.C. & Hallsworth, C., 1994. Identifying provenance-specific features of detrital heavy mineral assemblages in sandstones, *SEDIMENTARY GEOLOGY*.
- Morton A.C. & Hallsworth, C.R., 1999. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. *Sediment Geol*.
- Najman Y., 2006. The detrital record of orogenesis: A review of approaches and techniques used in the Himalayan sedimentary basins. *Earth Sci Rev* 74, 1–72. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2005.04.004>.
- Najman Y. & Garzanti E. 2000. Reconstructing early Himalayan tectonic evolution and paleogeography from Tertiary foreland basin sedimentary rocks, northern India. *Geol. Soc. Am. Bull.* 112:435–449.
- Nogueira A.C.R., dos Santos R.F., Romero G.R., Bandeira J., Riccomini C., Barrera I.A.R., da Silva P.A.S., Soares J.L., Fairchild T., Nogueira A.A.E., Góes A.M., de Oliveira R.S., de Medeiros R.S.P., de Andrade L.S., da Silva Brito A., Oliveira P.G.A., de Assis Nunes Sodré A., de Carvalho D.F., Truckenbrodt W., 2022a. Ediacaran-Cambrian microbialites of the Southern Amazon Craton: relation with the metazoan rise, sea-level changes, and global tectonics. *Brazilian Journal of Geology* 52. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202220210065>
- Nogueira A.C.R., Romero G.R., Sanchez E.A.M., Domingos F.H.G., Bandeira J., Santos I.M. Dos, Pinheiro R.V.L., Soares J.L., Lafon, J.M., Afonso J.W.L., Santos H.P., Rudnitzki, I.D., 2018. The Cryogenian-Ediacaran Boundary in the Southern Amazon Craton. *Geophysical Monograph Series* 240, 89–114. <https://doi.org/10.1002/9781119382508.ch6>.
- Nogueira A.C.R, Riccomini C. Sial A.N. Moura C.A.V. Fairchild T.R. 2003. Soft-sediment deformation at the Neoproterozoic Puga cap carbonate (southwestern Amazon Craton, Brazil): confirmation of rapid icehouse to greenhouse transition in snowball Earth. *Geology* 31: 613–616.
- Nogueira A.C.R, Riccomini I.C., Sial A.N., Moura C.A.V., Trindade R.I.F. Fairchild T.R. 2007. Carbon and strontium isotope fluctuations and paleoceanographic changes in the late Neoproterozoic Araras carbonate platform, southern Amazon craton, Brazil. *Chem Geol* 237: 186–208.

Paola C., Leeder, M., 2011. Environmental dynamics: simplicity versus complexity. *Nature* 469, 38–39.

Pettijohn F.J. 1954. Classification of sandstones. *J. Geol.* 82, 360-365.

Pimentel M.M., Dardenne M.A., Fuck R.A., Viana M.G., Junges S.L., Fischel, D.P., Seer, H.J., Dantas E.L., 2001. Nd isotopes and the provenance of detrital sediments of the Neoproterozoic Brasão Ália Belt, central Brazil, *Journal of South American Earth Sciences*.

Pimentel M.M., Fuck R., Fonsec, C., Filho F., 2000. The basement of the Brasília Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc.

Pimentel M.M., Fuck R.A., 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology* 20, 375–379. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1992\)020<0375:NCAICB>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1992)020<0375:NCAICB>2.3.CO;2)

Piuzana D., Pimentel M.M., Fuck R.A., Armstrong R., 2003. SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data for the Araxá Group and associated magmatic rocks: Constraints for the age of sedimentation and geodynamic context of the southern Brasília Belt, central Brazil. *Precambrian Res* 125, 139–160. [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(03\)00107-4](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(03)00107-4)

Rezende G.L., Martins C.M., Nogueira A.C.R., Domingos F.G., Ribeiro-Filho, N., 2021. Evidence for the Central Atlantic magmatic province (CAMP) in Precambrian and Phanerozoic sedimentary basins of the southern Amazonian Craton, Brazil. *J South Am Earth Sci* 108. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103216>

Rodrigues J.B., Pimentel M.M., Buhn B., Matteini M., Dardenne M.A., Alvarenga C.J.S., Armstrong R.A., 2012. Provenance of the Vazante Group: New U-Pb, Sm-Nd, Lu-Hf isotopic data and implications for the tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt. *Gondwana Research* 21, 439–450. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.07.017>

Rodrigues J.B., Pimentel M.M., Dardenne M.A., Armstrong R.A., 2010. Age, provenance and tectonic setting of the Canastra and Ibiá Groups (Brasília Belt, Brazil): Implications for the age of a Neoproterozoic glacial event in central Brazil. *J South Am Earth Sci* 29, 512–521. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.08.008>

Rubert R.R., Mizusaki A.M.P., Martinelli A.G., Urban C., 2017. Paleoenvironmental reconstruction and evolution of an Upper Cretaceous lacustrine-fluvial-deltaic sequence in the Parecis Basin, Brazil. *J South Am Earth Sci* 80, 512–528. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.10.013>

Santos, I.M. Dos Pinheiro, R.V.L., Holdsworth R.E., Nogueira A.C.R., Santos H.P., Domingos F.H.G., 2020. Basement–cover relationships and deformation in the Northern Paraguai Belt, central Brazil: implications for the Neoproterozoic– early Paleozoic history of western Gondwana. *J Geol Soc London* 177, 475–491. <https://doi.org/10.1144/jgs2018-184>

Santos R.F. dos, Nogueira A.C.R., Romero G.R., Soares J.L., Bandeira Junior, J., 2021. Life in the aftermath of Marinoan glaciation: The giant stromatolite evolution in the Puga cap carbonate, southern Amazon Craton, Brazil. *Precambrian Res* 354. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2020.106059>

Santos H.P., Mángano M.G., Soares J.L., Nogueira A.C.R., Bandeira J., Rudnitski I.D., 2017. Ichnologic evidence of a Cambrian age in the southern Amazon Craton: Implications for the onset

of the Western Gondwana history. *J South Am Earth Sci* 76, 482–488.
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.03.008>

Santos T.B., Mancini F., Cury L.F., Ferreira F.J.F., 2015. Detrital zircon provenance and paleogeography implications for Furnas Formation in the Northwest of Paraná Basin. *Geologia USP - Serie Cientifica* 15, 25–59. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v15i2p25-59>

Schoene B., 2014. U–Th–Pb Geochronology, in: *Treatise on Geochemistry*. Elsevier, pp. 341–378.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00310-7>.

Silva Júnior J.B.C., Nogueira A.C.R., Petri S., Riccomini C., Trindade, R.I.F., Sial A.N., Hidalgo R.L., 2007. Depósitos litorâneos neoproterozóicos do Grupo Alto Paraguai no sudoeste do Cráton Amazônico, região de Mirassol d'Oeste, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geociências* 37, 595–606.

Soares J.L., Nogueira A.C.R., Santos R.F., Sansjofre P., Ader M., Truckenbrodt W. 2020. Microfacies, diagenesis and hydrocarbon potential of the Neoproterozoic cap carbonate of the southern Amazon Craton. *Sedimentary Geology*, 406:105720.
<https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2020.105720>.

Tera F. & Wasserburg, G. J.: U-Th-Pb systematics in three Apollo 14 basalts and the problem of initial Pb in lunar rocks, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 14, 281–304, 1972.

Thorogood E.J., 1990. Provenance of the pre-Devonian sediments of England and Wales: Sm-Nd isotopic evidence. *J Geol Soc London* 147, 591–594.

Tohver E., Trindade R.I.F., Solum J.G., Hall C.M., Riccomini C., Nogueira A.C., 2010. Closing the Clymene ocean and bending a Brasiliano belt: Evidence for the Cambrian formation of Gondwana, southeast Amazon craton. *Geology* 38, 267–270. <https://doi.org/10.1130/G30510.1>

Trindade R.I.F., Font E., D'Agrella-Filho M.S., Nogueira A.C.R., Riccomini C., 2003. Low-latitude and multiple geomagnetic reversals in the Neoproterozoic Puga cap carbonate, Amazon craton. *Terra Nova* 15, 441–446. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3121.2003.00510.x>

Vermeesch P., 2018. Dissimilarity measures in detrital geochronology. *Earth Sci Rev.*
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.11.027>

Vermeesch P., Lipp A.G., Hatzenbühler D., Caracciolo L., Chew D., 2023. Multidimensional Scaling of Varietal Data in Sedimentary Provenance Analysis. *J Geophys Res Earth Surf* 128.
<https://doi.org/10.1029/2022JF006992>

Vermeesch P., Resentini A., Garzanti E., 2016. An R package for statistical provenance analysis. *Sediment Geol* 336, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2016.01.009>

APÊNDICE A - Tabelas composicional de minerais pesados.

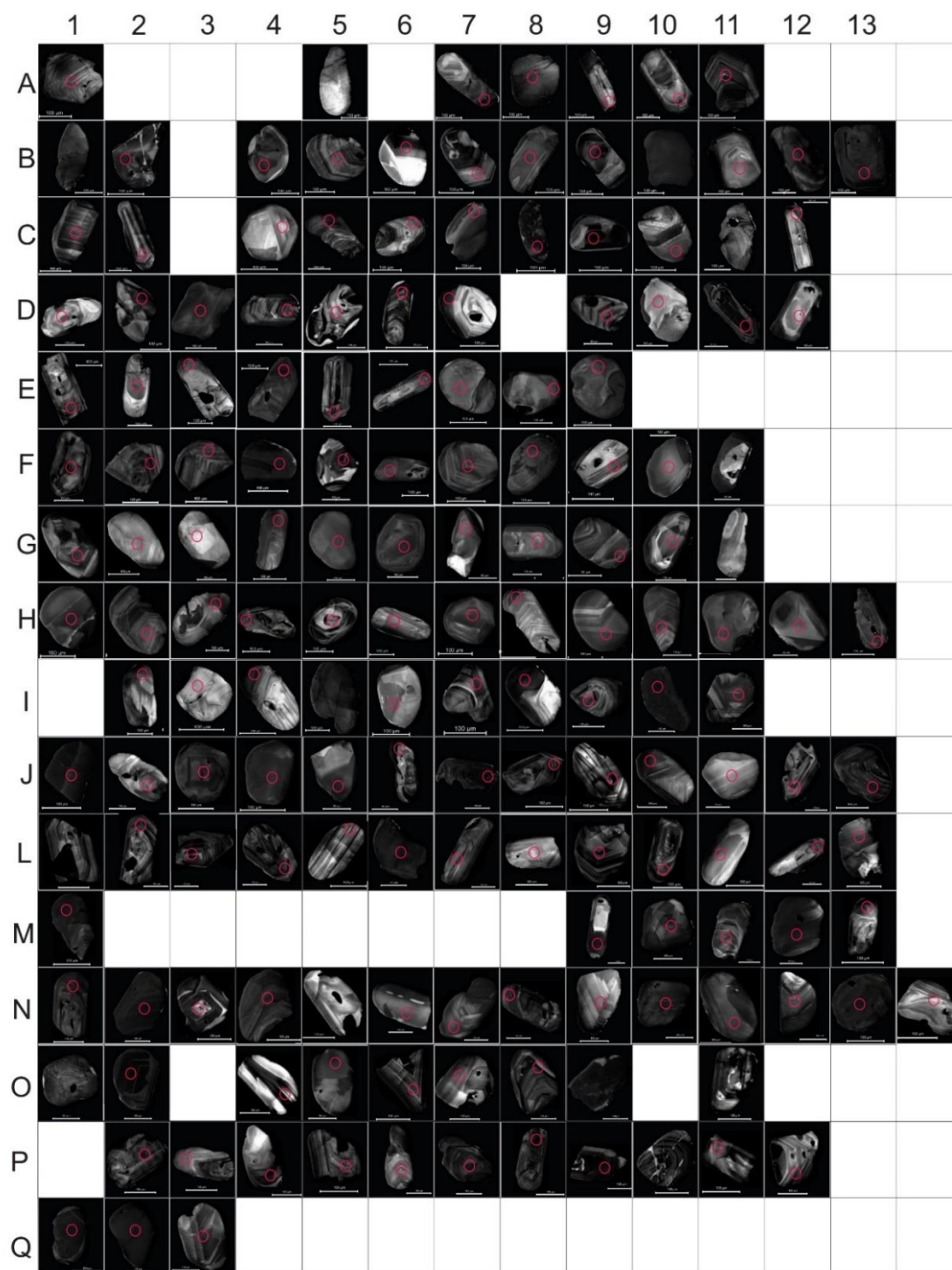
Sam ple	Average Sand Size	Sedimentary Strucuture	zirco n	tourm aline	rut ile	apa tite	mon azite	epi dote	gar net	staur olite	sillim anite	spi nel	Tota l %	Z T R	% transpa rent	% opaq ue	% turbid HM	% rock fragments	% phyllosili cate	% light minerals	Total
P4-4	63-125	Massive	94.1	3.4	0	0	0	2.5	0	0	0	0	100	98.1	46.9	25.2	10.6	0.8	0	16.5	100
P4-5	63-125	Massive	52.6	33.3	9.7	0.8	0.8	2.8	0	0	0	0	100	95.6	24.5	70.5	1.5	0	0.1	3.4	100
P3-9	63-125	Massive	40	44	9	0.9	0.4	4.9	0	0	0.4	0.4	100	93	28.3	69	1.2	0	0.6	0.9	100
P3-10	63-125	Massive	15.7	76.5	3.6	0	0	1.2	0.6	0.6	1.8	0	100	95.8	28.7	34.7	5.5	24.9	0.3	5.9	100
P3-13	63-125	Massive	58.6	30.8	5.3	0.6	0	0	0	0.6	4.1	0	100	94.7	34	38.4	12.1	9.3	0.2	6	100
P5-4	63-125	Sigmoidal Cross	66.4	18.7	9.4	0	0	3.7	0	0	0.9	0.9	100	94.5	18.3	72	7	0	0.17	2.6	100
P5-10	63-125	Sigmoidal Cross	71.8	12.8	10	0	2.7	0	1.8	0	0.9	0	100	94.6	25	44	20.5	0	6.2	4.3	100
P7-5	63-125	Massive	23.6	71.9	4.5	0	0	0	0	0	0	0	100	100	38.5	29.9	19.5	0	0	12.1	100
P5-13	63-125	Sigmoidal Cross	85.5	1.5	8.5	0	3	0	0	1.5	0	0	100	95.5	51.8	39.9	4.1	2.6	0	2	100

APÊNDICE B - Tabela de pontos contados em lâminas de arenitos seguindo a metodologia Gazzi-Dickson.

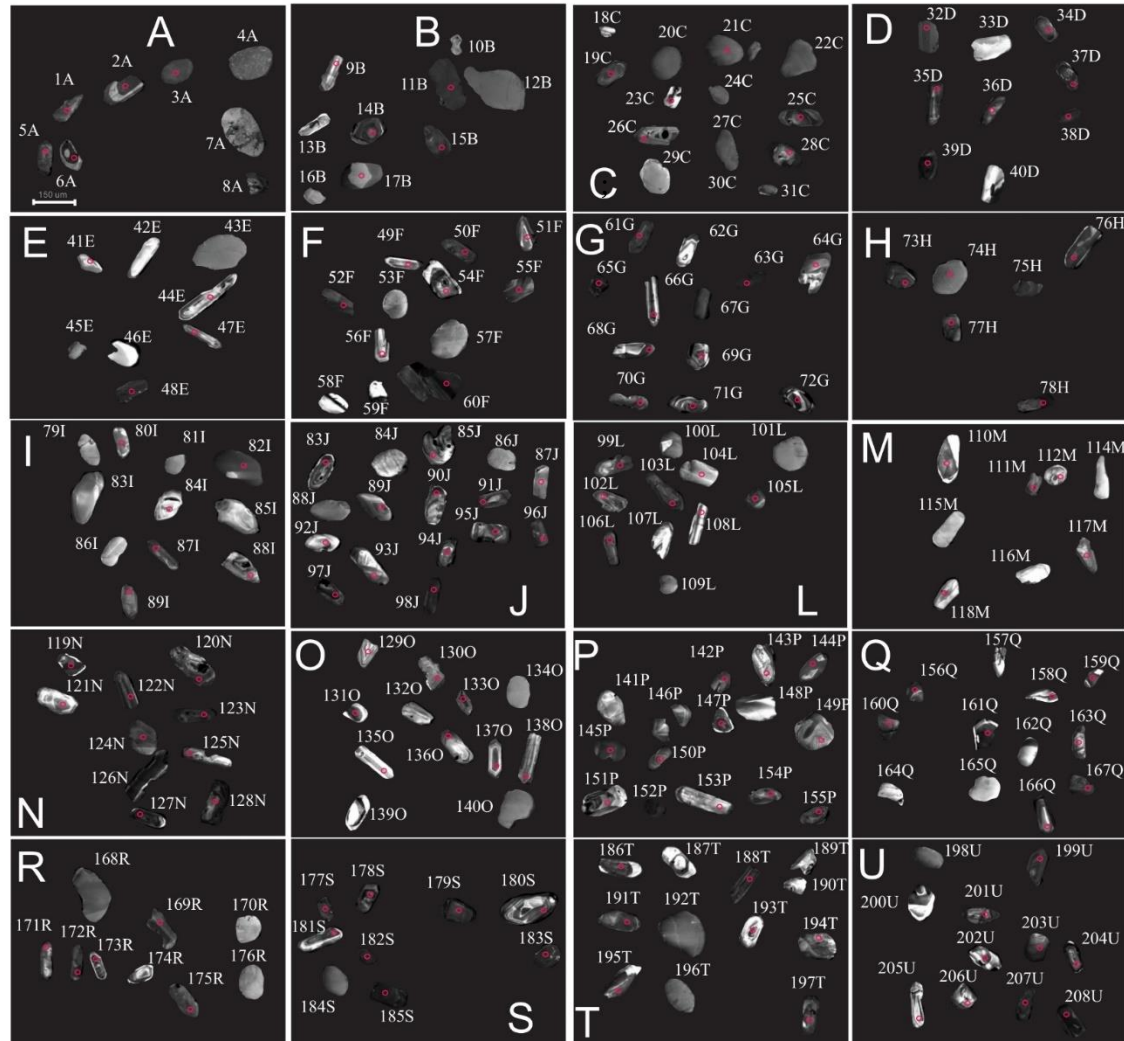
Sample	Quartz		Feldspars		Sedimentary	Lithics			Porosity			Cements					Classification
	Monocrystalline	Polycrystalline	K-Feldspar	Plagioclase		Mafic Volcanic	Felsic Volcanic	Metamorphic	Pseudomatrix	Intergranular	Intragranular	Moldic	Iron Oxide	Dolomite	Silica	Matrix	
D30-1	249	20	0	6	6	0	0	4	0	0	1	2	23	0	0	0	Quartzose
P4-4	135	25	0	11	15	6	1	44	0	0	0	1	101	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P4-5	164	28	1	9	11	0	1	88	0	0	0	2	31	0	5	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P0	122	60	3	7	12	0	2	72	11	8	1	13	28	0	1	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P3-3	123	29	0	6	8	1	1	71	5	0	1	1	78	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P3-7	189	14	0	6	9	4	2	61	8	4	2	2	8	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P3-10	155	2	1	9	3	0	0	95	1	1	0	1	47	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P3-13	175	15	0	5	12	6	1	75	8	5	0	1	21	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P5-1	243	13	0	9	8	8	3	22	4	0	0	1	22	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P5-3	146	37	0	4	3	1	0	63	0	2	0	2	25	21	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P5-4	134	46	0	12	1	5	0	28	0	0	0	1	78	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P5-7	155	49	1	10	10	0	0	45	0	12	0	10	19	0	0	0	Litho-quartzose metasedimenticlastic
P5-13	166	24	1	5	5	1	0	63	0	0	0	0	22	33	0	0	Litho-quartzose metasedimenticlastic
P6-4	209	15	0	5	6	0	4	103	0	0	1	5	4	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P7-5	201	15	0	1	26	2	9	97	0	4	0	2	1	0	0	0	Litho-quartzose metasedimentaclastic
P9-3	227	23	0	10	2	0	0	18	0	0	0	4	0	0	0	39	Quartzose
P9-8	248	5	0	6	6	0	0	26	0	0	0	0	10	0	0	0	Quartzose

APÊNDICE C - Catodoluminescência de zircões detriticos

P4-4



P5-3



ANEXO A - Análises de U-Pb, concordância e suas respectivas idades 207 e 206.

Spot	Pb	Th	U			207P b/	1 s	206P b/	1 s		207Pb /	1 s	206Pb /	1 s	207Pb /	1 s	207Pb /	1 s	fConc %
Number	f206a	ppm	ppm	ppm	Th/U b	235U	[‰]	238U	[‰]	Rho d	206Pb e	[‰]	238U	abs	235U	abs	206Pb	abs	6/8- 7/6
006_P5- 3_A1.csv	0,02 2	6,6	51,0	43,7	1,18	0,83	3,27	0,11	1,24	0,38	0,05	3,02	680,5	8,4	614,8	20,1	380,1	11,5	179,0
007_P5- 3_A2.csv	0,02 8	11,6	153,0	154,2	1,00	0,50	3,24	0,06	2,20	0,68	0,06	2,38	380,5	8,4	408,5	13,2	569,9	13,6	66,8
008_P5- 3_A3.csv	0,00 5	15,1	14,3	87,1	0,17	1,68	1,88	0,17	0,84	0,45	0,07	1,68	1007,4	8,5	1001,8	18,8	989,5	16,6	101,8
009_P5- 3_A5.csv	0,00 8	8,4	8,9	21,1	0,42	5,10	1,35	0,34	0,61	0,45	0,11	1,20	1903,9	11,5	1836,4	24,7	1760,8	21,2	108,1
010_P5- 3_6A.csv	0,01 0	9,9	39,6	83,4	0,48	0,86	2,54	0,10	1,31	0,51	0,06	2,18	623,9	8,1	632,2	16,1	662,1	14,5	94,2
011_P5- 3_9B.csv	0,14 5	1,2	3,7	6,5	0,57	1,14	7,29	0,12	1,42	0,19	0,07	7,15	752,6	10,7	771,0	56,2	824,7	59,0	91,3
013_P5- 3_14B.csv	0,01 2	13,3	71,1	92,2	0,78	0,96	2,52	0,10	1,76	0,70	0,07	1,80	594,9	10,5	685,0	17,2	993,6	17,9	59,9
014_P5- 3_15B.csv	0,04 6	14,6	70,0	295,7	0,24	0,35	3,92	0,04	3,11	0,79	0,06	2,39	264,8	8,2	302,3	11,9	603,1	14,4	43,9
015_P5- 3_17B.csv	0,69 6	1,5	0,5	3,4	0,15	23,08	25,70	0,17	3,58	0,14	1,00	25,45	999,2	35,8	3230,4	830,2	5235,2	1332,2	19,1
016_P5- 3_19C.csv	0,00 8	6,6	22,1	42,3	0,53	1,20	2,34	0,13	1,06	0,45	0,07	2,09	803,3	8,5	799,4	18,7	788,6	16,5	101,9
020_P5- 3_21C.csv	0,98 8	1,1	0,2	0,4	0,35	35,38	8,39	0,28	3,98	0,47	0,92	7,38	1587,3	63,2	3649,3	306,2	5118,5	378,0	31,0
021_P5- 3_23C.csv	0,01 8	4,1	10,0	18,2	0,55	1,78	2,68	0,17	0,97	0,36	0,08	2,50	1008,2	9,8	1039,1	27,9	1104,7	27,6	91,3
022_P5- 3_25C.csv	0,05 4	8,8	155,8	87,6	1,79	0,83	3,04	0,09	1,65	0,54	0,07	2,56	541,3	8,9	614,6	18,7	894,9	22,9	60,5
023_P5- 3_26C.csv	0,02 6	4,5	19,4	42,6	0,46	0,65	4,27	0,09	1,39	0,33	0,05	4,04	561,2	7,8	505,7	21,6	262,2	10,6	214,0
024_P5- 3_28C.csv	0,01 2	16,7	19,6	33,6	0,59	9,64	0,98	0,39	0,52	0,53	0,18	0,84	2130,2	11,0	2400,6	23,6	2638,7	22,1	80,7
025_P5- 3_32D.csv	1,33 2	0,7	2,6	0,5	4,90	20,67	8,02	0,18	3,81	0,47	0,82	7,06	1080,8	41,2	3123,3	250,5	4959,2	350,0	21,8
026_P5- 3_34D.csv	0,02 6	5,8	18,3	25,2	0,73	1,65	2,77	0,18	0,80	0,29	0,07	2,65	1073,3	8,6	990,2	27,4	810,3	21,5	132,5

Continua

027_P5-3_35D.csv	0,022	7,2	26,3	41,1	0,64	1,09	2,71	0,14	0,94	0,35	0,06	2,54	860,8	8,1	746,1	20,2	415,9	10,6	207,0
028_P5-3_36D.csv	0,014	10,6	31,6	60,4	0,53	1,29	2,38	0,14	1,08	0,46	0,07	2,12	829,1	9,0	840,9	20,0	872,1	18,5	95,1
029_P5-3_37D.csv	0,042	14,1	67,5	206,1	0,33	0,52	3,27	0,06	2,21	0,68	0,07	2,40	355,5	7,9	423,7	13,8	813,9	19,6	43,7
030_P5-3_38D.csv	0,029	7,7	26,1	65,0	0,40	0,80	3,07	0,10	1,30	0,42	0,06	2,78	602,5	7,8	599,1	18,4	586,5	16,3	102,7
033_P5-3_39D.csv	0,014	30,9	141,2	167,2	0,9	2,4	1,8	0,2	1,1	0,6	0,1	1,4	911,5	9,9	1232,3	22,0	1847,8	26,3	49,3
034_P5-3_41E.csv	0,050	2,5	16,9	19,4	0,9	0,9	3,8	0,1	1,4	0,4	0,1	3,5	608,1	8,7	640,8	24,1	757,7	26,3	80,3
035_P5-3_44E.csv	0,052	2,7	17,4	20,8	0,8	0,7	5,2	0,1	1,5	0,3	0,1	4,9	559,4	8,6	514,0	26,6	317,2	15,7	176,3
036_P5-3_47E.csv	0,046	2,6	13,2	21,7	0,6	1,0	3,2	0,1	1,4	0,4	0,1	2,9	620,5	8,4	684,2	21,7	900,0	25,8	68,9
037_P5-3_48E.csv	0,694	1,8	1,6	2,0	0,8	5,7	16,1	0,1	3,0	0,2	0,4	15,8	600,4	18,0	1931,6	310,8	3995,2	631,5	15,0
038_P5-3_49F.csv	0,041	3,5	22,6	33,1	0,7	0,6	5,5	0,1	1,5	0,3	0,0	5,3	543,6	8,2	478,0	26,2	174,2	9,2	312,1
039_P5-3_50F.csv	0,037	12,7	241,3	186,9	1,3	0,4	4,2	0,1	2,5	0,6	0,1	3,5	329,7	8,1	327,0	13,9	307,2	10,6	107,3
040_P5-3_51F.csv	0,020	8,7	31,2	62,4	0,5	1,1	3,0	0,1	1,2	0,4	0,1	2,7	733,0	8,8	731,5	21,8	726,7	19,8	100,9
041_P5-3_52F.csv	0,013	13,8	14,9	48,2	0,3	3,6	1,8	0,3	0,7	0,4	0,1	1,6	1540,7	10,1	1555,1	27,6	1574,6	26,0	97,9
042_P5-3_54F.csv	0,042	3,4	13,3	31,3	0,4	0,7	4,2	0,1	1,6	0,4	0,1	3,9	536,2	8,7	518,2	22,0	439,7	17,2	121,9
043_P5-3_55F.csv	0,023	7,3	58,8	51,0	1,2	0,7	4,1	0,1	1,3	0,3	0,1	3,9	615,9	8,3	548,2	22,4	275,6	10,6	223,5
005_P5-3_56F.csv	0,030	4,8	19,9	45,7	0,4	0,6	3,8	0,1	1,9	0,5	0,0	3,3	525,1	9,8	465,2	17,6	179,2	5,9	293,0
007_P5-3_60F.csv	21,429	0,1	0,0	0,0	3,1	297,5	151,8	1,2	149,5	1,0	1,9	26,4	4955,6	7406,2	5786,3	8781,8	6098,9	1610,9	81,3
008_P5-3_61G.csv	0,008	19,5	45,2	59,6	0,8	3,9	1,3	0,3	0,7	0,5	0,1	1,1	1490,4	10,7	1619,5	21,3	1791,6	19,8	83,2
009_P5-3_63G.csv	0,046	15,1	111,5	297,0	0,4	0,5	3,5	0,1	2,9	0,8	0,1	1,9	328,2	9,7	408,0	14,3	888,7	16,9	36,9
010_P5-3_64G.csv	0,016	4,7	10,7	39,2	0,3	0,8	2,7	0,1	1,5	0,6	0,1	2,2	649,8	9,8	623,5	16,6	529,4	11,6	122,7
011_P5-3_65G.csv	15,049	0,1	0,3	0,0	7,4	22,4	38,0	0,1	31,9	0,8	2,3	20,6	433,5	138,5	3203,1	1217,6	6407,1	1319,7	6,8
012_P5-3_66G.csv	0,026	5,4	48,0	53,3	0,9	0,6	3,5	0,1	2,0	0,6	0,1	2,8	497,7	9,8	490,3	17,0	456,2	13,0	109,1
013_P5-3_68G.csv	0,024	3,2	15,4	25,8	0,6	0,7	3,6	0,1	1,7	0,5	0,1	3,2	595,7	10,2	560,8	20,2	421,4	13,4	141,4
014_P5-3_69G.csv	0,020	3,7	1,3	21,5	0,1	1,6	2,8	0,2	1,1	0,4	0,1	2,6	1010,4	10,8	975,9	27,1	899,1	23,0	112,4
015_P5-3_70G.csv	0,008	10,5	12,4	43,0	0,3	2,6	1,6	0,2	0,8	0,5	0,1	1,4	1303,0	10,2	1309,9	21,0	1321,1	18,5	98,6
016_P5-3_71G.csv	0,035	2,9	15,2	20,8	0,7	0,7	4,6	0,1	1,6	0,3	0,1	4,3	622,0	9,9	554,2	25,5	284,5	12,3	218,6

019_P5-3_72G.csv	0,016	8,5	13,8	40,8	0,3	2,4	2,0	0,2	1,2	0,6	0,1	1,6	1173,4	14,0	1234,0	24,7	1341,6	21,5	87,5
020_P5-3_73H.csv	0,014	6,2	18,4	51,7	0,4	0,9	2,8	0,1	1,6	0,6	0,1	2,4	631,0	9,9	634,1	17,9	645,1	15,2	97,8
021_P5-3_74H.csv	0,599	1,1	4,6	0,8	5,4	23,4	20,5	0,2	2,9	0,1	1,1	20,3	927,9	26,6	3241,7	663,4	5363,2	1086,8	17,3
022_P5-3_76H.csv	0,006	23,2	12,4	36,7	0,3	11,0	1,3	0,4	1,0	0,8	0,2	0,8	2312,2	24,1	2524,5	33,8	2699,9	22,6	85,6
023_P5-3_77H.csv	0,028	4,1	8,4	16,4	0,5	1,8	2,7	0,2	0,9	0,3	0,1	2,6	1166,5	10,6	1045,7	28,5	801,3	20,6	145,6
024_P5-3_78H.csv	0,065	9,4	98,2	190,6	0,5	0,3	6,1	0,0	4,5	0,7	0,1	4,2	233,1	10,4	283,3	17,4	721,0	30,5	32,3
025_P5-3_80I.csv	0,017	6,9	15,6	35,7	0,4	1,6	2,5	0,2	1,1	0,4	0,1	2,2	955,4	10,3	958,1	23,5	964,2	21,2	99,1
026_P5-3_82I.csv	0,896	2,4	0,0	0,0	3,9	7562,4	10,3	60,0	8,8	0,9	0,9	5,3	26498,2	2333,5	9068,5	931,0	5111,4	269,8	518,4
027_P5-3_84I.csv	0,061	1,5	6,2	5,4	1,2	2,2	2,9	0,2	1,1	0,4	0,1	2,7	1086,7	11,5	1193,9	34,7	1393,7	37,7	78,0
028_P5-3_87I.csv	0,023	5,6	8,3	25,3	0,3	1,9	2,6	0,2	1,1	0,4	0,1	2,4	1158,5	12,3	1092,6	28,6	963,4	23,1	120,3
029_P5-3_88I.csv	0,075	1,5	9,2	11,4	0,8	0,7	6,2	0,1	1,8	0,3	0,1	5,9	558,8	10,1	549,7	34,1	512,2	30,4	109,1
005_P5-3_89I.csv	0,011	8,0	5,6	12,1	0,5	8,0	1,1	0,4	0,5	0,4	0,1	1,0	2366,1	11,5	2228,3	24,4	2103,9	20,6	112,5
006_P5-3_86J.csv	0,009	19,4	35,6	36,3	1,0	6,0	1,3	0,4	0,8	0,7	0,1	1,0	1993,5	16,5	1980,3	25,0	1966,6	18,8	101,4
007_P5-3_85J.csv	0,056	2,6	18,9	6,3	3,0	1,4	4,5	0,2	1,0	0,2	0,1	4,4	991,5	10,1	889,8	40,5	644,7	28,6	153,8
008_P5-3_87J.csv	0,685	0,5	6,3	0,7	9,5	14,4	15,6	0,1	2,5	0,2	0,9	15,4	701,8	17,2	2777,3	432,9	5102,8	785,4	13,8
009_P5-3_89J.csv	0,041	3,0	14,7	15,2	1,0	0,9	4,4	0,1	1,4	0,3	0,1	4,1	720,1	9,7	660,4	28,8	461,5	19,1	156,0
010_P5-3_90J.csv	0,016	8,8	27,0	43,8	0,6	1,3	2,2	0,1	1,2	0,5	0,1	1,9	809,4	9,6	845,7	19,0	942,1	18,0	85,9
011_P5-3_91J.csv	0,033	8,4	63,4	76,2	0,8	0,5	3,5	0,1	2,3	0,7	0,1	2,7	412,0	9,5	381,5	13,5	200,5	5,3	205,4
012_P5-3_96J.csv	0,016	11,6	33,4	24,7	1,4	4,2	1,5	0,3	0,9	0,6	0,1	1,3	1517,4	13,5	1666,4	25,7	1859,7	23,4	81,6
013_P5-3_95J.csv	0,023	5,4	15,4	29,1	0,5	0,9	3,4	0,1	1,4	0,4	0,1	3,1	731,0	10,1	645,1	21,8	355,2	11,0	205,8
014_P5-3_94J.csv	0,042	5,5	57,6	37,0	1,6	0,6	4,9	0,1	2,4	0,5	0,1	4,3	502,7	11,9	466,6	22,9	292,5	12,6	171,9
015_P5-3_93J.csv	0,028	3,9	5,4	11,4	0,5	2,1	3,2	0,2	0,8	0,3	0,1	3,1	1325,6	10,9	1143,2	37,1	811,9	25,5	163,3
018_P5-3_98J.csv	0,022	10,4	81,0	93,6	0,9	0,9	3,1	0,1	1,3	0,4	0,1	2,8	642,2	8,2	627,4	19,2	574,5	16,0	111,8
019_P5-3_97J.csv	0,017	8,9	49,6	52,8	0,9	1,1	3,2	0,1	1,0	0,3	0,1	3,0	827,9	8,4	765,4	24,3	586,9	17,6	141,1
020_P5-3_92J.csv	0,040	2,8	15,2	14,8	1,0	1,1	4,9	0,1	0,9	0,2	0,1	4,8	871,0	8,2	737,4	36,0	350,2	16,8	248,7

021_P5-3_99L.csv	0,054	10,8	44,4	155,1	0,3	0,4	4,0	0,1	2,3	0,6	0,1	3,3	363,3	8,2	372,2	14,9	427,8	14,1	84,9
022_P5-3_102L.csv	0,020	5,7	14,4	27,2	0,5	1,6	3,0	0,2	0,8	0,3	0,1	2,8	1070,6	9,1	963,3	28,6	725,8	20,6	147,5
023_P5-3_103L.csv	0,017	15,5	63,6	104,5	0,6	1,3	2,4	0,1	1,0	0,4	0,1	2,2	786,0	8,1	858,4	20,9	1050,3	23,1	74,8
024_P5-3_104L.csv	0,856	1,3	0,6	0,2	2,5	67,7	6,4	0,6	1,8	0,3	0,8	6,2	2992,0	53,3	4294,9	276,7	4976,5	308,1	60,1
025_P5-3_105L.csv	0,004	24,1	29,3	24,5	1,2	18,2	1,0	0,7	0,5	0,5	0,2	0,9	3363,1	17,3	3001,2	30,1	2767,0	23,9	121,5
026_P5-3_106L.csv	0,018	7,9	19,6	44,1	0,4	1,3	2,9	0,2	0,9	0,3	0,1	2,8	962,1	8,4	865,7	25,3	626,4	17,5	153,6
027_P5-3_108L.csv	0,041	5,1	5,2	15,5	0,3	2,7	3,2	0,3	0,5	0,2	0,1	3,1	1712,9	8,7	1317,7	41,8	722,1	22,6	237,2
028_P5-3_110M.csv	0,016	10,6	14,6	52,5	0,3	1,8	2,5	0,2	0,7	0,3	0,1	2,4	1171,4	8,4	1062,1	26,9	843,9	20,5	138,8
031_P5-3_111M.csv	0,018	15,2	28,5	145,9	0,2	1,4	2,6	0,1	1,3	0,5	0,1	2,2	799,5	10,4	898,4	23,1	1150,3	25,6	69,5
032_P5-3_112M.csv	0,016	8,8	15,7	42,0	0,4	1,9	2,7	0,2	0,9	0,3	0,1	2,5	1137,3	9,8	1078,2	28,6	960,5	24,1	118,4
033_P5-3_117M.csv	0,022	7,1	9,2	27,8	0,3	2,3	2,7	0,2	0,8	0,3	0,1	2,6	1292,9	10,4	1197,6	32,1	1029,3	26,3	125,6
034_P5-3_118M.csv	47,174	0,3	0,0	0,0	1,8	7474,6	42,1	15,1	14,1	0,3	3,6	39,7	17922,6	2519,7	9056,6	3810,1	6978,8	2767,2	256,8
035_P5-3_119N.csv	0,012	12,8	19,6	23,2	0,8	6,1	1,7	0,4	0,7	0,4	0,1	1,5	2052,3	14,1	1984,8	33,2	1915,2	29,2	107,2
036_P5-3_121N.csv	0,075	1,9	4,0	7,4	0,5	2,0	4,3	0,2	0,8	0,2	0,1	4,2	1147,1	9,6	1123,5	48,3	1078,3	45,5	106,4
037_P5-3_122N.csv	0,008	16,1	30,5	81,3	0,4	1,9	2,3	0,2	0,9	0,4	0,1	2,1	1043,3	9,5	1075,9	24,9	1142,5	24,3	91,3
038_P5-3_120N.csv	0,005	27,0	21,1	58,1	0,4	7,3	1,3	0,4	0,6	0,4	0,1	1,2	2087,2	11,8	2144,8	28,7	2200,4	26,7	94,9
039_P5-3_123N.csv	0,028	16,3	130,0	184,7	0,7	0,8	2,9	0,1	1,9	0,6	0,1	2,3	492,3	9,2	596,5	17,5	1015,6	23,0	48,5
040_P5-3_126N.csv	0,032	4,7	34,6	38,1	0,9	0,7	4,7	0,1	1,6	0,3	0,1	4,4	579,7	9,5	515,7	24,3	241,1	10,6	240,5
041_P5-3_125N.csv	0,012	6,6	11,5	24,6	0,5	2,7	2,1	0,2	0,7	0,3	0,1	2,0	1371,3	9,2	1315,6	27,7	1225,9	24,5	111,9
042_P4-3_128N.csv	0,034	4,4	28,0	30,3	0,9	0,7	4,7	0,1	1,7	0,4	0,1	4,4	602,6	10,3	533,5	25,0	248,1	10,8	242,9
045_P5-3_127N.csv	0,016	12,0	64,4	73,2	0,9	1,4	2,4	0,1	1,1	0,5	0,1	2,1	812,1	9,0	884,1	21,1	1068,7	22,6	76,0
046_P5-3_129O.csv	0,030	4,7	21,1	36,4	0,6	0,7	4,3	0,1	1,4	0,3	0,0	4,1	632,5	9,1	543,7	23,6	186,7	7,6	338,8
047_P5-3_130O.csv	0,017	8,3	20,2	46,3	0,4	1,7	2,4	0,2	1,0	0,4	0,1	2,2	953,2	9,2	1016,1	24,2	1154,2	25,2	82,6
048_P5-3_131O.csv	0,012	12,1	18,5	26,0	0,7	6,0	1,5	0,4	0,7	0,5	0,1	1,4	2024,0	14,5	1973,4	30,3	1920,8	26,1	105,4
049_P5-3_133O.csv	0,047	16,5	161,6	184,6	0,9	0,8	3,1	0,1	1,9	0,6	0,1	2,4	479,6	9,2	575,9	17,8	976,7	23,6	49,1
050_P5-3_135O.csv	0,098	1,4	10,8	8,1	1,3	0,9	6,0	0,1	1,3	0,2	0,1	5,9	663,2	8,9	666,2	40,1	676,4	39,7	98,1

051_P5-3_136O.csv	0,010	6,9	5,4	12,5	0,4	8,9	1,3	0,5	0,5	0,4	0,1	1,2	2431,0	11,7	2326,8	30,9	2236,6	27,7	108,7
052_P5-3_137O.csv	0,018	7,7	11,3	38,6	0,3	1,7	2,8	0,2	1,1	0,4	0,1	2,6	1007,4	10,9	1003,4	28,2	994,8	25,8	101,3
053_P5-3_138O.csv	0,027	6,0	55,1	63,9	0,9	0,7	3,9	0,1	1,7	0,4	0,1	3,6	534,5	8,8	513,5	20,2	420,9	15,1	127,0
054_P5-3_145P -	0,009	15,2	40,5	68,4	0,6	1,9	2,1	0,2	0,9	0,4	0,1	1,9	1086,5	9,3	1097,2	23,2	1118,6	21,7	97,1
057_P5-3_151P.csv	0,133	1,0	4,1	7,3	0,6	0,9	4,6	0,1	1,6	0,4	0,1	4,3	574,6	9,3	660,2	30,2	964,7	41,3	59,6
058_P5-3_150P.csv	0,038	7,2	65,6	75,5	0,9	0,7	3,8	0,1	1,7	0,4	0,1	3,4	520,3	8,7	518,1	19,7	508,2	17,4	102,4
059_P5-3_153P.csv	0,030	5,1	14,3	23,1	0,6	1,6	3,3	0,2	0,9	0,3	0,1	3,1	1042,8	9,8	959,8	31,2	774,2	24,1	134,7
060_P5-3_154P.csv	0,020	7,1	8,6	36,6	0,2	1,5	3,1	0,2	1,4	0,5	0,1	2,8	913,6	13,2	939,6	29,3	1001,0	27,7	91,3
061_P5-3_155P.csv	0,004	30,5	48,4	64,9	0,8	7,1	1,3	0,4	0,6	0,5	0,1	1,1	2024,3	13,0	2123,2	26,7	2220,3	24,0	91,2
062_P5-3_149Q.csv	0,026	3,6	4,0	26,1	0,2	1,0	4,0	0,1	1,3	0,3	0,1	3,8	750,5	9,9	690,4	27,6	499,1	18,9	150,4
063_P5-3_147P.csv	0,030	10,8	56,1	94,5	0,6	0,9	3,3	0,1	1,9	0,6	0,1	2,6	553,5	10,8	627,8	20,5	905,5	23,7	61,1
064_P5-3_142P.csv	0,029	7,1	46,7	53,2	0,9	0,7	3,9	0,1	1,4	0,4	0,1	3,6	635,6	8,7	558,2	21,7	254,0	9,2	250,3
065_P5-3_144P.csv	0,044	9,0	140,5	161,4	0,9	0,4	4,5	0,1	3,0	0,7	0,1	3,4	353,5	10,7	355,7	16,1	370,5	12,4	95,4
066_P5-3_143P.csv	0,024	5,6	17,7	24,3	0,7	1,9	2,6	0,2	0,8	0,3	0,1	2,5	1153,2	8,7	1072,3	28,2	911,1	23,0	126,6
067_P5-3_160Q.csv	0,013	8,8	11,1	36,7	0,3	2,5	2,3	0,2	0,9	0,4	0,1	2,1	1256,3	10,7	1258,5	28,6	1262,3	26,6	99,5
070_P5-3_156Q.csv	0,013	11,1	13,7	19,7	0,7	9,7	1,5	0,5	0,5	0,4	0,1	1,4	2546,1	13,7	2405,7	35,3	2289,0	31,3	111,2
071_P5-3_161Q.csv	0,009	13,5	16,4	74,4	0,2	1,9	2,4	0,2	0,9	0,4	0,1	2,3	1018,9	9,4	1076,3	26,2	1194,6	26,9	85,3
072_P5-3_158Q.csv	0,089	2,3	17,3	12,7	1,4	1,0	6,5	0,1	1,3	0,2	0,1	6,3	743,7	9,6	680,7	44,0	477,4	30,2	155,8
073_P5-3_159Q.csv	0,015	12,3	37,2	75,7	0,5	1,7	2,6	0,1	1,4	0,6	0,1	2,2	822,7	11,7	993,8	25,6	1393,4	30,0	59,0
074_P5-3_163Q.csv	0,045	3,2	16,4	22,9	0,7	0,7	5,2	0,1	1,5	0,3	0,1	5,0	644,6	9,5	554,9	29,1	202,1	10,2	318,9
075_P5-3_167Q.csv	0,008	9,3	8,7	26,5	0,3	4,3	2,0	0,3	0,8	0,4	0,1	1,9	1753,6	13,2	1696,1	34,4	1625,8	30,6	107,9
076_P5-3_166Q.csv	0,029	4,1	24,1	29,1	0,8	0,9	4,2	0,1	1,5	0,4	0,1	3,9	674,4	9,9	663,1	27,7	625,0	24,5	107,9
077_P5-3_171R.csv	0,091	2,5	17,9	17,7	1,0	0,8	5,7	0,1	1,6	0,3	0,1	5,5	582,4	9,5	589,0	33,6	614,8	33,6	94,7
078_P5-3_172R.csv	0,008	18,0	55,7	42,0	1,3	6,0	1,7	0,4	0,8	0,5	0,1	1,5	1970,4	15,1	1981,7	33,5	1993,6	30,0	98,8
079_P5-3_173R.csv	0,051	3,5	27,4	21,1	1,3	0,8	5,4	0,1	1,3	0,2	0,0	5,2	723,3	9,3	589,8	31,6	104,8	5,4	690,4

080_P5-3_174R.csv	0,013	13,4	25,9	30,3	0,9	4,9	1,8	0,3	0,9	0,5	0,1	1,6	1722,5	15,4	1801,7	32,8	1894,7	30,0	90,9
083_P5-3_175R.csv	0,020	6,7	39,5	49,3	0,8	0,7	4,1	0,1	1,6	0,4	0,1	3,8	623,7	9,8	564,1	23,3	330,6	12,7	188,6
084_P5-3_177S.csv	0,011	18,0	47,3	97,2	0,5	1,6	2,4	0,2	1,0	0,4	0,1	2,2	969,4	10,0	987,8	24,1	1029,1	22,8	94,2
085_P5-3_178S.csv	0,017	7,5	12,9	59,6	0,2	1,0	3,4	0,1	1,4	0,4	0,1	3,1	710,9	9,6	681,8	22,9	586,7	18,1	121,2
086_P5-3_179S.csv	0,008	10,9	14,9	85,1	0,2	1,1	2,9	0,1	1,3	0,5	0,1	2,6	725,6	9,6	731,7	21,3	750,6	19,4	96,7
088_P5-3_183S.csv	0,713	2,2	17,5	1,4	13,0	18,0	14,4	0,1	3,6	0,3	1,0	13,9	807,7	29,1	2990,2	430,0	5206,9	724,9	15,5
089_P5-3_181S.csv	0,034	4,1	13,4	26,3	0,5	0,9	4,9	0,1	1,3	0,3	0,1	4,7	754,2	10,0	659,1	32,3	345,8	16,3	218,1
090_P5-3_182S.csv	0,022	6,2	26,2	48,0	0,5	0,9	3,8	0,1	1,4	0,4	0,1	3,5	669,4	9,7	644,1	24,2	556,2	19,3	120,4
091_P5-3_185S.csv	0,010	11,4	26,7	85,3	0,3	1,0	2,9	0,1	1,3	0,5	0,1	2,6	725,5	9,7	712,4	20,7	671,5	17,4	108,0
092_P5-3_191T.csv	0,015	11,1	25,8	64,3	0,4	1,5	2,6	0,2	1,1	0,4	0,1	2,3	922,1	9,9	945,4	24,4	1000,0	23,5	92,2
093_P5-3_195T.csv	0,073	1,9	14,8	11,4	1,3	1,1	4,4	0,1	1,4	0,3	0,1	4,1	706,9	10,0	731,8	32,0	808,8	33,5	87,4
097_P5-3_188T.csv	0,018	10,9	21,9	93,3	0,2	1,0	3,2	0,1	1,3	0,4	0,1	2,9	675,4	8,9	685,2	22,0	717,5	21,0	94,1
098_P5-3_193T.csv	0,021	4,1	10,3	16,0	0,7	2,1	2,8	0,2	0,7	0,2	0,1	2,7	1247,1	8,8	1159,0	32,8	997,8	27,3	125,0
099_P5-3_194T.csv	0,016	6,0	7,9	15,6	0,5	5,0	2,0	0,3	0,7	0,4	0,1	1,8	1755,0	12,0	1813,9	35,4	1882,4	34,4	93,2
100_P5-3_197T.csv	0,010	11,9	34,4	68,1	0,5	3,4	2,1	0,3	0,9	0,4	0,1	2,0	1452,5	13,0	1502,5	32,3	1573,7	30,7	92,3
101_P5-3_205U.csv	0,031	3,8	10,7	14,3	0,8	1,9	3,7	0,2	0,8	0,2	0,1	3,6	1269,6	10,3	1081,7	39,9	720,5	25,9	176,2
102_P5-3_201U.csv	0,008	31,2	70,7	101,7	0,7	6,8	1,3	0,3	0,9	0,7	0,2	1,0	1488,9	13,2	2084,6	27,4	2738,5	26,6	54,4
103_P5-3_199U.csv	0,045	8,9	56,7	155,8	0,4	0,4	4,3	0,1	2,7	0,6	0,1	3,3	338,9	9,1	365,1	15,5	535,5	17,7	63,3
104_P5-3_203U.csv	0,022	10,4	28,2	99,8	0,3	0,8	3,7	0,1	1,6	0,4	0,1	3,4	577,5	9,0	571,3	21,2	546,5	18,4	105,7
105_P5-3_204U.csv	0,017	9,3	51,7	56,9	0,9	1,3	3,2	0,1	1,7	0,5	0,1	2,7	757,8	12,6	827,9	26,3	1021,1	27,7	74,2
106_P5-3_208U.csv	0,042	4,4	25,9	30,8	0,8	0,7	5,2	0,1	1,6	0,3	0,0	4,9	599,6	9,4	517,4	26,7	169,4	8,3	354,0
109_P5-3_207U.csv	0,005	42,5	78,9	92,2	0,9	9,9	1,1	0,4	0,6	0,6	0,2	1,0	2044,0	13,2	2423,2	27,8	2759,1	26,3	74,1
110_P5-3_206U.csv	0,029	3,0	22,1	21,2	1,1	0,9	4,2	0,1	1,5	0,4	0,1	3,9	631,2	9,5	634,7	26,5	647,5	25,3	97,5
111_P5-3_202U.csv	0,027	3,4	7,1	14,8	0,5	1,8	3,3	0,2	0,9	0,3	0,1	3,1	1106,7	9,8	1029,3	33,6	868,3	27,3	127,5
112_P5-3_146P.csv	0,025	4,5	7,1	16,8	0,4	2,2	2,9	0,2	0,8	0,3	0,1	2,8	1325,4	10,6	1170,3	33,9	893,7	24,9	148,3

113_P5-3_152P.csv	0,068	9,0	101,0	177,6	0,6	0,3	5,7	0,0	3,9	0,7	0,1	4,2	232,7	9,1	257,0	14,7	485,7	20,2	47,9
114_P5-3_83I.csv	0,025	2,0	6,1	13,5	0,5	1,2	4,1	0,1	1,2	0,3	0,1	3,9	786,6	9,4	783,1	32,2	773,1	30,4	101,8
115_P5-3_75H.csv	0,011	8,5	12,3	42,1	0,3	1,8	2,6	0,2	0,9	0,4	0,1	2,5	1078,3	10,1	1055,6	27,8	1009,0	24,8	106,9
116_P5-3_62G.csv	0,009	2,1	10,5	17,1	0,6	1,0	3,3	0,1	1,5	0,5	0,1	2,9	629,5	9,7	684,5	22,3	869,5	24,9	72,4
117_P5-3_67G.csv	0,328	0,6	1,2	0,5	2,2	19,2	4,9	0,3	2,4	0,5	0,5	4,3	1497,6	36,0	3050,1	149,4	4331,0	184,8	34,6
118_P5-3_198U.csv	0,013	2,1	10,9	12,7	0,9	1,3	3,1	0,1	1,2	0,4	0,1	2,8	792,3	9,4	854,9	26,1	1021,0	28,8	77,6
119_P5-3_192T.csv	0,771	0,7	0,1	0,7	0,2	38,4	15,9	0,2	3,4	0,2	1,4	15,5	1138,1	38,5	3730,0	593,3	5746,7	893,2	19,8

^b Th/U ratios and amount of Pb, Th and U (in pmm) are calculated relative to GJ-1 reference zircon

^c Corrected for background and within-run Pb/U fractionation and normalised to reference zircon GJ-1 (ID-TIMS values/measured value); $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ calculated using $(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) * (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) * (137.88)$

^d Rho is the error correlation defined as the quotient of the propagated errors of the $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ and the $^{207}/^{235}\text{U}$ ratio

^e Corrected for mass-bias by normalising to GJ-1 reference zircon and common Pb using the model ^{Pb composition} of Stacey and Kramers (1975)

^f Degree of concordance, $6/8-7/6 = (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \text{ age} * 100) / (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \text{ age})$, according to Horstwood et al., 2016.

Tabela 2- LA-ICPMS Zircon U-Th-Pb Age Data – Sample p5-3

Sample	P4-4				Isotope ratios ^c						Ages (Ma)								
Spot		Pb	Th	U		²⁰⁷ Pb/	1 s	²⁰⁶ Pb/	1 s		²⁰⁷ Pb/	1 s	²⁰⁶ Pb/	1 s	²⁰⁷ Pb/	1 s	²⁰⁷ Pb/	1 s	fConc %
Number	f ²⁰⁶ a	ppm	ppm	ppm	Th/Ub	²³⁵ U	[%]	²³⁸ U	[%]	Rhod	²⁰⁶ Pbe	[%]	²³⁸ U	abs	²³⁵ U	abs	²⁰⁶ Pb	abs	6/8-7/6
005_P4_A1.csv	0,008	17,8	21,7	74,0	0,3	2,3	2,0	0,2	0,8	0,4	0,1	1,8	1218	10,1	1221,6	23,9	1228	21,7	99
006_P4_A7.csv	0,059	2,7	5,0	12,7	0,4	1,4	4,6	0,2	1,0	0,2	0,1	4,5	1022	10,1	879,0	40,4	535	24,0	191
007_P4_A8.csv	0,028	3,3	5,7	12,3	0,5	2,2	3,1	0,2	0,8	0,3	0,1	3,0	1300	10,4	1192,2	37,0	1002	30,1	130
008_P4_A9.csv	0,040	5,2	11,0	15,7	0,7	2,6	2,9	0,2	0,8	0,3	0,1	2,8	1420	10,9	1314,4	38,6	1147	32,5	124
009_P4_A10.csv	0,009	2,4	3,0	9,1	0,3	2,6	2,2	0,2	0,9	0,4	0,1	2,0	1277	12,1	1303,0	28,4	1346	26,5	95
010_P4_A11.csv	0,009	6,2	6,7	22,6	0,3	2,8	2,0	0,2	0,8	0,4	0,1	1,9	1398	11,4	1360,6	27,7	1303	24,3	107
011_P4_B2.csv	0,007	6,6	7,9	26,4	0,3	2,5	2,3	0,2	1,3	0,5	0,1	1,9	1243	15,6	1266,9	29,2	1308	25,2	95
012_P4_B4.csv	0,009	9,4	30,3	42,5	0,7	1,9	2,2	0,2	1,0	0,5	0,1	1,9	1069	10,9	1088,0	23,5	1126	21,4	95
013_P4_B5.csv	0,010	13,1	21,6	40,1	0,5	3,5	1,8	0,3	1,0	0,6	0,1	1,5	1471	14,3	1537,3	27,0	1629	23,9	90
014_P4_B6.csv	0,009	6,9	31,4	16,1	2,0	3,5	1,9	0,3	0,7	0,4	0,1	1,8	1564	11,1	1523,9	29,4	1469	26,3	106
015_P4_B7.csv	0,015	4,7	10,6	15,8	0,7	3,1	2,2	0,2	0,9	0,4	0,1	2,1	1333	11,5	1437,4	32,2	1596	33,0	84
018_P4_B8.csv	0,010	8,2	12,2	37,0	0,3	2,0	2,2	0,2	0,9	0,4	0,1	2,0	1108	9,8	1123,6	24,7	1153	23,2	96
019_P4_B9.csv	0,488	58,3	50,0	145,3	0,3	1,2	4,5	0,1	1,5	0,3	0,1	4,2	480	7,1	807,0	36,2	1863	78,9	26
020_P4_B11.csv	0,031	2,4	7,0	9,2	0,8	1,7	3,8	0,2	0,7	0,2	0,1	3,7	1118	7,7	995,9	37,5	736	27,2	152
021_P4_B12.csv	0,044	3,2	3,7	11,5	0,3	2,2	3,9	0,2	0,6	0,2	0,1	3,9	1349	8,6	1187,0	46,7	903	35,1	149
022_P4_B13.csv	0,097	21,6	23,0	54,7	0,4	3,3	2,0	0,2	0,7	0,3	0,1	1,8	1343	8,9	1475,3	29,0	1671	30,9	80

Continua

Tabela 2- LA-ICPMS Zircon U-Th-Pb Age Data – Sample p5-3

023_P4_C1.csv	0,009	10,2	9,6	43,1	0,2	2,4	2,1	0,2	0,8	0,4	0,1	1,9	1236,2	9,6	1229,0	25,6	1216,2	23,5	101,6
024_P4_C2.csv	0,037	2,0	4,6	7,1	0,7	2,2	4,0	0,2	0,6	0,2	0,1	4,0	1276,9	8,3	1173,9	47,4	988,6	39,4	129,2
025_P4_C4.csv	0,028	1,3	2,5	4,7	0,5	2,6	4,4	0,2	0,7	0,2	0,1	4,3	1343,5	8,9	1311,4	57,6	1259,1	54,7	106,7
026_P4_C5.csv	0,008	12,0	16,3	50,3	0,3	2,5	1,9	0,2	0,6	0,3	0,1	1,8	1249,2	7,8	1258,5	24,4	1274,4	23,4	98,0
027_P4_C6.csv	0,009	12,8	19,0	25,3	0,8	6,7	1,5	0,4	0,7	0,5	0,1	1,3	2076,8	15,5	2074,8	30,8	2072,9	26,5	100,2
028_P4_C7.csv	0,009	7,4	8,0	31,5	0,3	2,3	2,2	0,2	1,0	0,4	0,1	2,0	1186,5	11,7	1226,3	27,5	1297,0	26,1	91,5
031_P4_C8.csv	0,504	78,2	104,6	271,2	0,4	0,6	5,3	0,0	3,5	0,7	0,1	3,9	278,2	9,8	474,7	24,9	1586,7	61,9	17,5
032_P4_C9.csv	0,463	64,5	25,0	191,3	0,1	1,1	4,3	0,1	2,0	0,5	0,1	3,9	494,5	9,7	752,6	32,6	1622,8	62,8	30,5
033_P4_C10.csv	0,034	3,9	2,3	19,1	0,1	1,7	3,5	0,2	0,9	0,3	0,1	3,4	1108,7	9,8	1026,9	35,8	856,4	28,9	129,5
034_P4_C11.csv	0,087	2,9	5,0	11,0	0,5	1,9	3,8	0,2	0,9	0,2	0,1	3,7	1084,7	9,3	1071,3	41,2	1044,1	39,1	103,9
035_P4_C12.csv	0,091	2,0	5,7	5,4	1,1	2,0	5,7	0,2	0,7	0,1	0,1	5,7	1393,6	10,1	1129,3	64,6	651,0	36,9	214,1
036_P4_D1.csv	0,048	2,5	2,7	6,3	0,4	3,4	3,7	0,3	0,6	0,2	0,1	3,6	1779,8	10,4	1507,6	55,4	1143,5	41,5	155,6
037_P4_D2.csv	0,086	8,2	3,4	99,7	0,0	1,7	3,4	0,2	1,0	0,3	0,1	3,3	1109,6	11,5	1017,7	35,1	825,0	27,1	134,5
038_P4_D3.csv	0,015	8,6	11,1	34,1	0,3	2,3	2,4	0,2	1,0	0,4	0,1	2,2	1205,1	12,3	1208,5	29,2	1214,4	26,6	99,2
039_P4_D4.csv	0,014	9,8	10,3	43,4	0,2	2,2	2,3	0,2	0,8	0,4	0,1	2,1	1185,5	9,9	1170,9	26,6	1144,0	24,1	103,6
040_P4_D5.csv	0,067	2,0	3,2	6,7	0,5	2,0	5,5	0,2	0,7	0,1	0,1	5,4	1359,2	9,9	1121,2	61,5	685,2	37,2	198,4
041_P4_D7.csv	0,024	3,6	6,8	9,0	0,8	3,9	2,4	0,3	0,6	0,3	0,1	2,3	1714,0	10,6	1611,2	39,1	1479,5	34,7	115,9
047_P4_D9.csv	0,015	8,0	9,6	33,5	0,3	2,1	1,9	0,2	1,0	0,5	0,1	1,6	1160,1	12,0	1145,4	22,1	1117,6	18,2	103,8
048_P4_D10.csv	0,108	1,0	1,5	4,1	0,4	1,7	5,8	0,2	1,0	0,2	0,1	5,8	1044,0	10,2	1017,4	59,4	960,6	55,3	108,7
049_P4_D11.csv	0,486	82,7	118,2	304,6	0,4	0,7	4,6	0,0	3,0	0,7	0,1	3,4	285,6	8,6	544,7	24,9	1858,7	63,7	15,4
050_P4_D12.csv	0,046	2,7	5,7	13,3	0,4	1,5	3,5	0,2	1,0	0,3	0,1	3,3	955,7	9,2	923,6	32,1	847,5	28,3	112,8
051_P4_E1.csv	0,031	2,7	4,7	13,4	0,4	1,3	4,2	0,2	0,8	0,2	0,1	4,1	1020,5	8,4	861,0	36,2	469,9	19,4	217,2
052_P4_E2.csv	0,018	4,3	8,4	15,8	0,5	2,4	2,0	0,2	0,7	0,3	0,1	1,9	1301,8	8,9	1247,3	25,2	1154,5	22,0	112,8
053_P4_E3.csv	0,053	1,9	2,9	8,7	0,3	1,3	5,3	0,2	0,9	0,2	0,1	5,2	1041,5	9,3	829,4	43,9	296,5	15,5	351,2
054_P4_E4.csv	0,019	5,5	8,5	22,0	0,4	2,0	2,4	0,2	1,0	0,4	0,1	2,2	1151,5	11,1	1104,9	26,6	1014,3	22,4	113,5
055_P4_E5.csv	0,011	9,6	17,2	34,8	0,5	2,7	1,6	0,2	0,8	0,5	0,1	1,4	1298,0	10,1	1317,0	21,5	1348,1	19,4	96,3
056_P4_E6.csv	0,033	3,0	6,8	10,9	0,6	2,0	3,0	0,2	0,7	0,2	0,1	3,0	1307,7	8,8	1120,3	34,0	773,0	22,9	169,2

Continuação

Tabela 2- LA-ICPMS Zircon U-Th-Pb Age Data – Sample p5-3

057_P4_E7.csv	0,033	2,3	4,2	8,8	0,5	2,3	3,0	0,2	0,7	0,2	0,1	2,9	1271,2	8,9	1198,3	35,7	1069,0	31,0	118,9
060_P4_E8.csv	0,024	4,6	7,2	12,9	0,6	3,3	2,1	0,3	0,6	0,3	0,1	2,1	1637,0	9,5	1474,5	31,6	1247,8	25,8	131,2
061_P4_E9.csv	0,022	10,7	15,1	30,9	0,5	3,5	1,6	0,3	0,8	0,5	0,1	1,4	1490,4	11,5	1534,6	24,9	1596,0	22,8	93,4
062_P4_F1.csv	0,021	4,1	7,0	11,4	0,6	3,4	2,4	0,3	0,6	0,2	0,1	2,3	1679,2	9,8	1515,2	36,0	1292,9	29,8	129,9
063_P4_F2.csv	0,010	10,7	16,6	34,4	0,5	3,2	1,8	0,3	0,8	0,5	0,1	1,5	1466,4	12,0	1449,9	25,4	1426,0	22,1	102,8
064_P4_F3.csv	0,010	9,2	12,8	25,9	0,5	3,5	1,8	0,3	0,8	0,4	0,1	1,6	1559,5	12,3	1525,5	27,0	1478,6	23,4	105,5
065_P4_F5.csv	0,038	2,9	9,6	9,2	1,0	1,9	4,7	0,2	0,7	0,1	0,1	4,7	1321,9	9,2	1071,8	50,8	592,9	27,8	222,9
066_P4_F6.csv	0,077	10,0	20,6	39,4	0,5	1,6	2,8	0,2	1,0	0,4	0,1	2,6	948,5	9,8	984,3	27,3	1064,8	27,4	89,1
067_P4_F7.csv	0,013	8,2	12,3	42,6	0,3	1,6	2,3	0,2	1,0	0,4	0,1	2,1	1008,4	9,6	986,6	22,6	938,4	19,6	107,5
068_P4_F8.csv	0,192	48,1	81,6	116,0	0,7	2,3	2,7	0,2	1,5	0,6	0,1	2,2	999,3	15,1	1226,4	32,5	1651,3	36,0	60,5
069_P4_F9.csv	0,049	2,6	6,3	6,3	1,0	3,3	3,3	0,3	0,7	0,2	0,1	3,3	1624,7	10,8	1475,2	49,3	1266,3	41,5	128,3
070_P4_F10.csv	0,017	3,4	3,2	12,6	0,3	2,6	2,2	0,2	0,7	0,3	0,1	2,1	1358,0	9,8	1311,0	29,5	1235,1	26,3	109,9
073_P4_F11.csv	0,612	101,7	108,1	313,9	0,3	0,8	5,5	0,0	3,8	0,7	0,1	4,0	262,6	9,9	606,9	33,3	2259,9	90,1	11,6
074_P4_G2.csv	0,050	2,0	2,1	7,3	0,3	2,3	3,7	0,2	0,8	0,2	0,1	3,6	1308,9	10,1	1209,9	44,7	1037,3	37,5	126,2
075_P4_G3.csv	0,273	0,6	0,8	1,7	0,4	2,0	11,1	0,2	1,6	0,1	0,1	11,0	1077,1	17,1	1132,1	125,9	1239,3	136,4	86,9
076_P4_G4.csv	0,010	11,2	18,3	57,7	0,3	1,7	2,3	0,2	1,0	0,4	0,1	2,0	1008,9	9,9	1012,2	23,0	1019,3	20,9	99,0
077_P4_G5.csv	0,057	2,6	4,1	10,9	0,4	1,5	5,0	0,2	0,9	0,2	0,1	4,9	1113,5	9,9	916,2	46,0	467,0	23,1	238,4
078_P4_G6.csv	0,011	12,4	21,2	39,5	0,5	3,0	1,9	0,2	0,9	0,5	0,1	1,7	1405,1	12,8	1412,0	27,5	1422,4	24,4	98,8
079_P4_G7.csv	0,034	3,4	5,2	13,1	0,4	1,9	3,5	0,2	0,9	0,2	0,1	3,4	1210,9	10,3	1075,2	37,2	809,4	27,2	149,6
080_P4_G8.csv	0,021	5,6	9,9	14,4	0,7	3,8	2,1	0,3	0,6	0,3	0,1	2,0	1718,7	10,5	1602,1	33,1	1451,9	28,7	118,4
081_P4_G9.csv	0,013	8,6	8,8	24,2	0,4	3,9	1,9	0,3	0,7	0,4	0,1	1,8	1675,2	11,4	1617,2	30,4	1542,6	27,1	108,6
082_P4_G10.csv	0,064	2,3	5,8	8,8	0,7	1,6	5,0	0,2	0,9	0,2	0,1	4,9	1120,5	10,6	953,3	47,3	585,0	28,5	191,5
083_P4_G11.csv	0,051	2,9	4,4	10,7	0,4	1,5	4,9	0,2	1,2	0,2	0,1	4,7	1087,6	12,8	939,0	45,9	604,9	28,7	179,8
086_P4_H1.csv	0,017	6,3	7,1	28,6	0,3	1,8	2,7	0,2	0,9	0,3	0,1	2,5	1112,3	9,5	1052,2	28,0	929,6	23,4	119,7
087_P4_H2.csv	0,009	11,5	15,0	32,6	0,5	3,7	1,8	0,3	0,8	0,5	0,1	1,6	1569,0	13,1	1574,1	27,9	1581,1	24,8	99,2

Continuação

Tabela 2- LA-ICPMS Zircon U-Th-Pb Age Data – Sample p5-3

088_P4_H3.csv	0,046	2,3	4,0	7,7	0,5	2,1	4,0	0,2	0,7	0,2	0,1	4,0	1362,9	9,1	1137,7	45,8	730,2	29,0	186,7
089_P4_H4.csv	0,023	7,9	10,1	24,9	0,4	3,3	2,1	0,3	0,7	0,3	0,1	2,0	1500,6	10,3	1483,1	31,4	1458,1	29,2	102,9
090_P4_H5.csv	0,028	5,7	14,0	19,5	0,7	2,3	3,1	0,2	0,8	0,2	0,1	3,0	1299,9	10,0	1209,2	37,1	1050,6	31,3	123,7
091_P4_H6.csv	0,073	1,6	3,2	7,2	0,4	1,5	5,0	0,2	0,9	0,2	0,1	4,9	971,0	9,2	911,4	45,4	769,6	37,7	126,2
092_P4_H7.csv	0,014	7,2	9,1	12,0	0,8	8,4	1,3	0,5	0,4	0,3	0,1	1,3	2433,5	10,6	2278,9	30,7	2142,9	27,4	113,6
093_P4_H8.csv	0,050	2,0	3,4	9,3	0,4	1,5	4,0	0,2	0,9	0,2	0,1	4,0	986,4	8,6	941,3	38,1	837,1	33,1	117,8
094_P4_H9.csv	0,016	6,1	0,8	25,5	0,0	2,3	2,4	0,2	0,7	0,3	0,1	2,3	1288,2	9,2	1224,3	29,5	1113,2	25,6	115,7
095_P4_H10.csv	0,008	15,3	16,6	53,1	0,3	3,2	1,8	0,3	0,7	0,4	0,1	1,6	1453,4	10,2	1458,4	25,9	1465,6	23,9	99,2
096_P4_H11.csv	0,007	15,4	17,8	48,6	0,4	3,7	1,7	0,3	0,6	0,3	0,1	1,6	1536,1	8,9	1561,3	26,1	1595,6	25,0	96,3
099_P4_H12.csv	0,021	5,0	3,9	14,4	0,3	3,5	2,4	0,3	0,6	0,2	0,1	2,3	1664,7	9,5	1533,9	36,3	1358,0	31,1	122,6
100_P4_I11.csv	0,026	6,5	7,7	23,8	0,3	2,2	2,5	0,2	0,8	0,3	0,1	2,4	1237,0	10,5	1168,1	29,4	1042,5	24,7	118,7
101_P4_I10.csv	0,654	117,8	166,8	331,1	0,5	0,7	6,1	0,0	3,7	0,6	0,1	4,8	210,5	7,7	528,6	32,0	2337,2	112,6	9,0
102_P4_I9.csv	0,030	3,7	6,3	9,7	0,7	3,6	2,6	0,3	0,5	0,2	0,1	2,5	1719,2	8,9	1558,6	40,4	1347,4	34,2	127,6
103_P4_I8.csv	0,025	4,9	7,0	23,1	0,3	1,6	3,1	0,2	0,8	0,3	0,1	3,0	1075,4	8,5	987,5	30,8	797,2	24,0	134,9
104_P4_I7.csv	0,024	5,0	4,3	18,7	0,2	2,3	2,9	0,2	0,7	0,2	0,1	2,8	1361,1	9,4	1214,7	35,4	963,2	27,3	141,3
105_P4_I6.csv	0,101	1,3	3,1	3,3	1,0	2,8	4,9	0,3	0,7	0,1	0,1	4,9	1446,2	9,7	1364,8	67,1	1239,5	60,4	116,7
106_P4_I5.csv	0,025	3,6	4,7	12,4	0,4	2,5	3,1	0,2	0,6	0,2	0,1	3,0	1405,8	8,7	1264,6	38,8	1031,8	31,0	136,3
107_P4_I4.csv	0,041	3,2	6,9	7,6	0,9	3,3	3,0	0,3	0,5	0,2	0,1	3,0	1704,3	9,0	1488,6	44,8	1193,5	35,4	142,8
108_P4_I3.csv	0,117	1,7	2,5	5,3	0,5	2,0	5,0	0,2	0,8	0,2	0,1	4,9	1288,1	10,4	1125,4	55,8	823,5	40,3	156,4
109_P4_I2.csv	0,059	3,0	8,5	6,1	1,4	3,4	3,4	0,3	0,6	0,2	0,1	3,3	1680,5	10,8	1494,4	50,1	1239,5	40,8	135,6
112_P4_J1.csv	0,632	77,6	71,1	178,6	0,4	1,0	5,5	0,1	2,9	0,5	0,1	4,6	330,5	9,5	681,5	37,2	2123,0	98,3	15,6
113_P4_J2.csv	0,052	2,5	4,2	8,3	0,5	2,1	4,0	0,2	0,7	0,2	0,1	3,9	1337,1	9,7	1163,7	46,4	853,8	33,5	156,6
114_P4_J3.csv	0,017	8,5	15,1	40,7	0,4	1,6	2,6	0,2	1,1	0,4	0,1	2,4	1009,8	10,9	968,0	25,4	874,3	20,9	115,5
115_P4_J4.csv	0,009	14,6	23,1	43,6	0,5	3,6	1,6	0,3	0,8	0,5	0,1	1,4	1544,8	11,8	1542,8	24,7	1540,1	21,7	100,3
116_P4_J5.csv	0,023	4,3	3,7	14,6	0,3	2,5	2,9	0,2	0,7	0,3	0,1	2,8	1429,9	10,5	1269,1	36,6	1006,2	28,1	142,1

Tabela 2- LA-ICPMS Zircon U-Th-Pb Age Data – Sample p5-3

117_P4_J7.csv	0,190	30,1	39,3	71,4	0,6	2,5	2,2	0,2	1,0	0,4	0,1	2,0	1036,4	10,0	1264,1	28,4	1675,6	34,0	61,9
118_P4_J8.csv	0,012	7,1	7,7	22,6	0,3	3,2	1,8	0,3	0,7	0,4	0,1	1,7	1541,2	10,4	1463,3	26,8	1352,0	23,1	114,0
119_P4_J9.csv	0,027	4,9	8,3	15,4	0,5	2,8	2,7	0,3	0,7	0,2	0,1	2,6	1521,1	10,1	1345,2	35,8	1075,5	27,8	141,4
120_P4_J10.csv	0,021	5,2	7,5	24,7	0,3	1,6	2,9	0,2	1,0	0,3	0,1	2,7	1037,4	9,9	964,3	27,7	801,1	21,7	129,5
121_P4_J11.csv	0,105	1,1	4,0	6,2	0,7	1,4	3,3	0,1	1,3	0,4	0,1	3,1	729,6	9,6	868,3	29,0	1240,9	38,1	58,8
122_P4_J12.csv	0,025	4,6	7,6	12,5	0,6	3,3	2,5	0,3	0,6	0,3	0,1	2,4	1641,5	10,2	1488,7	36,6	1277,2	30,4	128,5
125_P4_J12.csv	0,013	13,7	19,9	40,1	0,5	3,7	1,6	0,3	0,7	0,4	0,1	1,5	1575,8	11,1	1562,2	25,2	1543,8	22,4	102,1
126_P4_L13.csv	0,060	1,7	2,3	5,7	0,4	2,5	4,0	0,2	0,7	0,2	0,1	3,9	1382,8	10,1	1268,8	50,4	1080,5	42,2	128,0
127_P4_L12.csv	0,055	2,1	3,3	10,0	0,3	1,3	4,9	0,2	1,0	0,2	0,1	4,8	994,3	9,5	832,1	40,8	420,5	20,2	236,4
128_P4_L11.csv	0,039	2,4	4,9	10,8	0,5	1,6	4,2	0,2	0,9	0,2	0,1	4,1	1120,4	10,1	980,4	40,9	678,6	27,7	165,1
129_P4_L10.csv	0,013	4,9	5,7	17,2	0,3	2,8	2,1	0,3	0,7	0,3	0,1	2,0	1449,9	9,8	1364,3	29,1	1232,6	24,9	117,6
130_P4_L9.csv	0,022	3,7	3,9	12,9	0,3	2,6	2,7	0,3	0,7	0,3	0,1	2,6	1439,9	10,2	1310,5	34,8	1104,7	28,3	130,3
131_P4_L8.csv	0,114	1,1	1,7	3,6	0,5	2,1	6,5	0,2	0,9	0,1	0,1	6,5	1312,0	11,6	1160,8	75,8	888,6	57,5	147,6
132_P4_P7.csv	0,025	3,0	4,1	10,5	0,4	2,5	3,0	0,2	0,7	0,2	0,1	2,9	1387,1	10,1	1257,9	37,8	1043,1	30,4	133,0
133_P4_L6.csv	0,243	38,7	45,1	115,3	0,4	1,5	3,0	0,1	1,1	0,4	0,1	2,8	808,2	9,3	927,4	27,9	1222,6	34,0	66,1
134_P4_L5.csv	0,022	3,9	6,8	15,4	0,4	2,1	2,9	0,2	0,8	0,3	0,1	2,8	1233,9	9,6	1149,4	33,6	993,2	28,0	124,2
135_P4_L4.csv	0,057	18,4	26,6	43,7	0,6	4,0	1,6	0,3	1,0	0,6	0,1	1,3	1458,9	14,1	1641,4	26,9	1883,7	25,0	77,4
138_P4_L3.csv	0,011	8,5	10,8	24,4	0,4	3,8	1,8	0,3	0,6	0,3	0,1	1,7	1677,9	10,4	1590,8	28,7	1477,2	25,0	113,6
139_P4_L2.csv	0,029	4,1	3,8	15,3	0,3	2,2	3,2	0,2	0,7	0,2	0,1	3,1	1375,0	9,7	1180,4	38,0	839,4	26,4	163,8
140_P4_L1.csv	0,038	3,8	4,7	13,4	0,4	2,1	3,2	0,2	0,6	0,2	0,1	3,2	1407,2	9,0	1142,6	37,1	669,6	21,3	210,2
141_P4_M1.csv	0,012	8,5	9,6	32,3	0,3	2,6	2,0	0,2	0,9	0,4	0,1	1,8	1329,9	11,8	1287,6	25,8	1217,8	21,9	109,2
142_P4_M9.csv	0,078	1,6	0,0	7,0	0,0	1,5	5,4	0,2	0,9	0,2	0,1	5,3	1100,3	10,1	922,6	49,5	518,8	27,4	212,1
143_P4_M10.csv	0,010	8,6	11,7	33,7	0,4	2,4	2,0	0,2	0,9	0,5	0,1	1,7	1258,0	11,1	1238,1	24,2	1203,6	21,0	104,5
144_P4_M11.csv	0,035	2,3	3,5	11,0	0,3	1,5	3,9	0,2	0,9	0,2	0,1	3,8	1080,2	9,3	936,7	36,7	612,9	23,4	176,2
145_P4_M12.csv	0,014	9,9	46,5	31,9	1,5	2,0	2,3	0,2	0,9	0,4	0,1	2,0	1141,9	10,8	1113,7	25,1	1059,1	21,7	107,8

Tabela 2- LA-ICPMS Zircon U-Th-Pb Age Data – Sample p5-3

146_P4_M13.csv	0,084	1,4	2,5	4,6	0,6	2,4	4,4	0,2	0,8	0,2	0,1	4,3	1268,7	10,5	1237,7	54,1	1184,3	50,8	107,1
147_P4_N14.csv	0,062	1,8	5,1	6,9	0,7	1,7	4,6	0,2	0,9	0,2	0,1	4,5	1092,4	9,7	1006,7	46,5	824,5	37,4	132,5
148_P4_N13.csv	0,047	18,5	26,0	51,6	0,5	3,4	1,8	0,3	0,7	0,4	0,1	1,6	1451,6	10,4	1502,1	26,4	1574,0	25,3	92,2
151_P4_N1.csv	0,110	19,6	27,2	48,4	0,6	3,4	2,2	0,2	0,9	0,4	0,1	2,0	1394,6	13,0	1498,7	33,0	1649,2	32,9	84,6
152_P4_N2.csv	0,601	46,0	19,7	93,4	0,2	1,0	6,0	0,1	3,0	0,5	0,1	5,2	325,4	9,8	718,9	43,4	2279,1	119,2	14,3
153_P4_N3.csv	0,018	4,9	6,6	16,2	0,4	2,9	2,2	0,3	0,7	0,3	0,1	2,1	1486,1	10,1	1385,9	31,1	1234,7	26,4	120,4
154_P4_N4.csv	0,071	17,4	25,0	42,1	0,6	3,7	1,9	0,3	0,7	0,4	0,1	1,8	1554,9	11,1	1570,4	30,6	1591,1	28,8	97,7
155_P4_N5.csv	0,145	0,7	12,1	22,9	0,5	2,0	4,4	0,2	1,1	0,3	0,1	4,2	986,9	10,9	1110,7	48,4	1361,6	57,4	72,5
156_P4_N6.csv	0,084	1,7	2,5	6,5	0,4	1,5	6,7	0,2	0,8	0,1	0,1	6,6	1142,1	9,5	921,5	61,6	424,8	28,2	268,9
157_P4_N7.csv	0,024	4,9	12,0	15,7	0,8	2,5	2,9	0,2	0,7	0,2	0,1	2,8	1385,7	9,4	1273,3	37,1	1088,3	30,8	127,3
158_P4_N8.csv	0,117	33,9	38,9	95,5	0,4	3,2	2,0	0,2	0,8	0,4	0,1	1,8	1325,3	10,3	1460,8	29,1	1663,9	30,5	79,7
158_P4_N9.csv	0,047	2,0	1,8	6,8	0,3	2,7	3,1	0,2	0,8	0,3	0,1	3,0	1399,0	10,7	1332,7	40,7	1227,7	36,3	114,0
159_P4_N10.csv	0,024	5,0	9,0	16,7	0,5	2,4	2,6	0,2	0,7	0,3	0,1	2,5	1394,5	9,9	1243,3	32,7	990,0	25,1	140,9
160_P4_N11.csv	0,028	5,5	6,1	8,8	0,7	8,2	1,7	0,5	0,5	0,3	0,1	1,6	2506,0	12,5	2258,0	38,4	2040,3	33,1	122,8
163_P4_N12.csv	0,027	3,4	5,5	15,7	0,4	1,6	3,6	0,2	0,8	0,2	0,1	3,5	1106,0	9,3	955,9	34,1	624,7	21,7	177,0
164_P4_O4.csv	0,115	1,1	3,8	3,2	1,2	2,3	4,2	0,2	0,9	0,2	0,1	4,1	1290,2	11,1	1221,4	51,7	1101,7	45,7	117,1
165_P4_O5.csv	0,044	2,1	2,5	7,1	0,4	2,2	4,3	0,2	0,7	0,2	0,1	4,2	1415,9	9,5	1176,6	50,5	759,6	32,2	186,4
166_P4_O6.csv	0,040	3,1	5,7	14,2	0,4	1,5	3,9	0,2	1,0	0,3	0,1	3,8	1056,9	10,4	939,3	36,6	672,8	25,3	157,1
167_P4_O8.csv	0,025	5,5	5,8	19,3	0,3	2,4	2,6	0,2	0,7	0,3	0,1	2,5	1429,9	9,7	1255,4	32,8	967,4	24,4	147,8
168_P4_P8.csv	0,134	16,0	20,6	34,9	0,6	3,3	2,0	0,2	1,0	0,5	0,1	1,8	1278,8	12,6	1476,6	30,0	1773,5	31,5	72,1
169_P4_P7.csv	0,020	5,1	8,3	17,7	0,5	2,6	2,5	0,2	0,8	0,3	0,1	2,3	1371,4	10,7	1287,6	31,8	1150,5	26,9	119,2
170_P4_P6.csv	0,055	1,0	1,6	4,4	0,4	1,7	3,2	0,2	0,9	0,3	0,1	3,1	1088,6	9,8	1010,5	32,5	844,8	26,1	128,9
171_P4_Q3.csv	0,057	1,5	2,1	4,7	0,5	2,5	3,5	0,2	0,8	0,2	0,1	3,4	1389,1	10,6	1271,5	44,2	1077,8	36,5	128,9
172_P4_P2.csv	0,030	2,6	4,0	10,4	0,4	2,1	3,2	0,2	0,8	0,2	0,1	3,1	1223,4	9,4	1138,8	36,2	981,0	30,2	124,7
173_P4_P3.csv	0,041	1,8	2,6	5,7	0,5	2,7	3,3	0,2	0,7	0,2	0,1	3,3	1414,7	10,3	1332,7	44,5	1203,4	39,3	117,6

Tabela 2- LA-ICPMS Zircon U-Th-Pb Age Data – Sample p5-3

^b Th/U ratios and amount of Pb, Th and U (in pmm) are calculated relative to GJ-1 reference zircon

^c Corrected for background and within-run Pb/U fractionation and normalised to reference zircon GJ-1 (ID-TIMS values/measured value); $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ calculated using $(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) * (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) * (137.88)$

^d Rho is the error correlation defined as the quotient of the propagated errors of the $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ and the $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ratio

^e Corrected for mass-bias by normalising to GJ-1 reference zircon and common Pb using the model ^{Pb composition} of Stacey and Kramers (1975)

^f Degree of concordance, $6/8-7/6 = (206\text{Pb}/^{238}\text{U} \text{ age} * 100) / (207\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \text{ age})$, according to Horstwood et al., 2016.



Ministério da Educação
Universidade Federal do Pará
Sistema de Bibliotecas

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO E DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA PARA
PUBLICAÇÃO DIGITAL NO PORTAL INSTITUCIONAL DE ACESSO ABERTO DA UFPA**

1. Tipo de documento: () TCC³ () TCCE⁴ (☒) Dissertação () Tese () Artigo Científico () Livro () Capítulo de Livro () Trabalho Apresentado em evento

2. Informações sobre a obra:

Autor: Pedro Guilherme Amunção Oliveira

RG: 7077232 CPF: 036-418.582-16 E-mail: pedro/4397@gmail.com

Telefone: (91) 98013 8889 Curso/Programa: Pós Graduação em Geologia e Geoquímica

Orientador: João Bandeira Cavalcante da Silva Junior Coorientador: _____

Título do documento:

Proveniência do sistema fluvio-lacustre pós-orogênico da Formação Diamantina: preenchimento sedimentar e Rota de Sedimentos.

Data da defesa: 07/07/2023 Área do Conhecimento: Geologia Sedimentar

Agência de Fomento (se houver): _____

3. Informação de disponibilização do documento:

Restrição para publicação: () Total () Parcial (☒) Sem restrição

Justificativa de restrição total*: _____

Em caso de restrição parcial, especifique os capítulos restritos: _____

A partir de qual data esse documento poderá ser disponibilizado: ____/____/____

4. Permissões⁵

Permite o uso comercial da obra? () Sim (☒) Não / Permitir modificações na obra? () Sim (☒) Não

O documento está sujeito a patentes? () Sim (☒) Não

5. T&D defendidas fora da instituição

É Tese ou Dissertação defendida fora da UFPA? () Sim (☒) Não

Caruaru, Pernambuco. 22/03/24
Local e Data

Pedro Guilherme A. Oliveira
Assinatura do autor

³ Trabalho de Conclusão de Curso

⁴ Trabalho de Conclusão de Curso em Especialização

⁵ Creative Commons Internacional 4.0



Ministério da Educação
Universidade Federal do Pará
Sistema de Bibliotecas

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Autor: Pedro Guilherme Amunção Oliveira

CPF: 036.418.582-16 Matrícula: 202101770018

Telefone (91) 98013-8889 e-mail: pedro14397@gmail.com

Curso/Programa: Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

Orientador: JOSE' BANDEIRA CAVALCANTE DA SILVA JUNIOR

Coorientador: _____

Data da Defesa: 07 de Agosto de 2023

Título/Subtítulo: Proveniência do sistema fluviolacustre do Pós-Ordoviciano da Formação Diamantina: Preenchimento Sedimentar e Rota de Sedimentos

Tipo do documento: () TCC¹ () TCCE² (☒) Dissertação () Tese () Artigo Científico

() Livro () Capítulo de livro () Outro: _____

Declaro que, para os devidos fins, o presente trabalho é de minha autoria e que estou ciente:

- Dos Artigos 297 a 299 do Código Penal, Decreto-Lei n. 2.848 de 7 de dezembro de 1940;
- Da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os Direitos Autorais;
- Do Regimento Interno da Universidade Federal do Pará;
- Da lei 12.527 de novembro de 2011, que trata da Lei de Acesso à Informação;
- Da utilização da licença pública internacional *Creative Commons 4.0*;
- Que plágio consiste na reprodução de obra alheia e submissão da mesma como trabalho próprio ou na inclusão, em trabalho próprio, de ideias, textos, tabelas ou ilustrações transcritos de obras de terceiros sem a devida e correta citação referencial.

Pedro Guilherme A. Oliveira

Autor

Castanhal, Pará. 22 de março de 2024

Local e Data

¹ Trabalho de Conclusão de Curso

² Trabalho de Conclusão de Especialização