



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

MAURO DE CASTRO LIMA FILHO

**DEPÓSITOS ARENOSOS RELIQUIARES E AS ALUSÕES PALEOAMBIENTAIS E
EUSTÁTICAS**

**VITÓRIA
2020**



MAURO DE CASTRO LIMA FILHO

DEPÓSITOS ARENOSOS RELIQUIARES E AS ALUSÕES PALEOAMBIENTAIS E
EUSTÁTICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Orientador: Prof. Dra. Valéria da Silva Quaresma

VITÓRIA
2020



MAURO DE CASTRO LIMA FILHO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPÓSITOS ARENOSOS RELIQUIARES E AS ALUSÕES PALEOAMBIENTAIS E
EUSTÁTICAS

APROVADO POR:

Profa. Dra. Valéria da Silva Quaresma
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Profa. Dra. Giseli Modolo Vieira Machado
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

Prof. Dr. Caio Vinícius Gabrig Turbay Rangel
Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB

VITÓRIA

2020

III



AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente aos órgãos financiadores FAPES e CAPES pelo período de bolsa e financiamento para coleta das amostras, essenciais para o desenvolvimento do presente trabalho. Agradecer a todos que me apoiaram e incentivaram a encarar e superar esse árduo desafio. Por maior que fosse o pergaminho, não caberia o nome e homenagem a todos que eu gostaria de fazer. Sendo assim, tentarei ser sucinto, agradecendo:

À Deus por iluminar meus caminhos, me dando força e sabedoria para alcançar meus objetivos;

À minha amada esposa Patrícia, quem sempre me incentivou. Acordou diversas vezes de madrugada e me levou à UFMG (de Mariana à Belo Horizonte) para cursar disciplinas no mestrado de Eng. de Materiais, quando eu chegava cansado em casa após uma noite de escala na Samarco. Sempre me dando forças para estudar e não desistir, sobretudo diante dos “nãos” recebidos ou das reprovações em entrevistas e provas de mestrado em outras Universidades. Te amo!

À minha amada mãe que, se pudesse, me daria as estrelas! Quem sempre me ajudou, sofreu, sorriu, se orgulhou e me incentivou a seguir em frente, sem medir esforços;

Ao meu amado pai, quem me ensinou a engolir o choro, ser forte, paciente e persistente para enfrentar as batalhas e alcançar as vitórias;

À minha orientadora Valéria pela paciência, incentivo e por acreditar em mim, mesmo após ser reprovado na primeira tentativa de ingressar no mestrado da Oceanografia Ambiental;

À galera do LaboGeo e à graduanda Marcelle por toda ajuda e troca de experiências;

À minha finada avó materna, quem me ensinou que eu deveria estudar para dar orgulho aos meus pais porque o sucesso e o dinheiro são meras recompensas!

Ao meu padrinho, minha tia “Beth” e tio Guilherme (que está no céu) e tia Tetê que me deram todo apoio e possibilitaram minha permanência em Alegre para concluir a graduação;



Ao meu “Sogrão” e minha “Sogrinha” que me tratam como um filho, oram, compartilham sabedorias e torcem sempre por mim;

Aos meus primos, primas, tios, tias e a todos os amigos, em especial aos meus amigos irmãos da Estanislau;

Aos colegas do IEMA, em especial à Fadima pelas dicas, boa vontade de sempre e por ter me emprestado a lupa binocular por tempo “indeterminado” e ao Léo, Leydi, Claudio e Fernando pelas ajudas, ideias e incentivo;

À Nana e ao Caio por terem me dado muita força e incentivo para não desanimar e seguir em frente, quando reprovei na primeira tentativa de ingressar no mestrado.

Graças a Deus são muitas pessoas na minha vida e moram todos no meu coração!



“O sofrimento é o intervalo entre duas felicidades”.

Vinicius de Moraes

DEPÓSITOS ARENOSOS RELIQUIARES E AS ALUSÕES PALEOAMBIENTAIS E EUSTÁTICAS

Palavras-chaves: variações eustáticas; sedimentologia; morfoscopia; morfometria.

Resumo

Importante fonte de recursos naturais, alimentação, transporte, entre outros, a margem continental é uma região que requer muitos estudos por abranger também domínios que envolvem possíveis riscos geológicos e significativa ocupação humana. A costa brasileira é caracterizada por ampla diversidade geológica, geomorfológica e sedimentar, sendo na região sudeste a área de estudo, onde destaca-se o delta do rio Doce em termos de suprimento e dinâmica sedimentar. Ligados a essa diversidade sedimentológica e às variações eustáticas, alguns depósitos apresentam características que destoam do atual regime hidrodinâmico, apresentando granulometrias e texturas diversificadas, sendo classificados em alguns trabalhos como sedimentos relíquias, depositados em ambientes ou regimes energéticos diferentes do atual. Dada a importância dessa região, faltam estudos mais específicos para entender as principais implicações dos agentes de transporte sobre esses sedimentos e a relação com as variações eustáticas que levaram a essas deposições. Nesse sentido, o presente trabalho avaliou as principais características morfológicas e texturais dos sedimentos da área, sobretudo os considerados como relíquias, utilizando, entre outros, técnicas aplicadas com a lupa binocular e o microscópio eletrônico de varredura (MEV). Por meio da metodologia aplicada foi possível identificar sedimentos relíquias e interpretar como depósitos do paleossistema fluvial do Doce, altamente energético à época, destacando as conotações neotectônicas e eustáticas para a região norte do estado, bem como a importância de se avaliar os processos naturais de maneira sistêmica para melhor compreensão da sua dinâmica.

Abstract

Important source of natural resources, food, transport, among others, the continental margin is a region that requires many studies as it also encompasses domains that involve possible geohazards and significant human occupation. The Brazilian coast is characterized by wide geological, geomorphological and sedimentary diversity, being the study area in the southeast region, where the Doce River delta stands out in terms of supply and sedimentary dynamics. Linked to this sedimentological diversity and to eustatic variations, some deposits have characteristics that differ from the current hydrodynamic regime, presenting different granulometries and textures, being classified in some works as relict sediments, deposited in different environments or energy regimes than the current one. Given the importance of this region, there is a lack of more specific studies to understand the main implications of transport agents on these grains and the relationship with the eustatic variations that led to these depositions. Thus, the present paper evaluated the main morphological and textural characteristics of the sediments in the area, especially those considered as relicts, using, among others, techniques applied with the binocular loupe and the scanning electron microscope (SEM). Through the applied methodology, it was possible to identify relict sediments and to interpret them as deposits of the Doce river paleosystem, highly energetic at the time, highlighting the neotectonic and eustatic connotations for the northern region of the state, as well as the importance of evaluating the natural processes of systemic way to understand better its dynamics.

Keywords: eustatic changes; sedimentology; morphoscopy; morphometry.

1. INTRODUÇÃO

As plataformas continentais são estruturas reliquias submersas e que guardam registros da variação do nível relativo do mar (NRM) (Leeder, 1982; Harris & Macmillan-Lawler, 2018). Segundo Leeder (1999); Manso et al. (2003), essas estruturas ou feições fisiográficas resultam de longos processos de erosão e sedimentação que, de forma geral, ocorrem devido aos processos de regressão e transgressão marinha.

Levando em consideração o histórico de ocupação entorno dos corpos hídricos fluviais e marinhos, essas variações do NRM podem acarretar significativas consequências à humanidade e são desencadeadas principalmente devido à fatores tectônicos (tectono-eustasia) ou climáticos, como aqueles relacionados aos Ciclos Orbitais (Ciclos de Milankovitch) que por sua vez são atrelados às eras glaciais e interglaciais (glacioeustasia), conforme os estudos de Mörner (1976), Berger (1978;1992), Silva (2007), Paillard (2013; 2015).

Ilhas barreiras e *steps* “afogados” são exemplos de feições sedimentares relacionadas às variações relativas do nível do mar (VRNM) encontradas ao redor do globo (Dominguez *et al.*,1981; Suguio *et al.*, 2005; Zecchin *et al.*, 2015; Harris & Macmillan-Lawler, 2018). Estas feições remontam processos erosivos e deposicionais cíclicos, atrelados às diferentes taxas de subida do nível do mar, como acredita-se ter ocorrido na região da Plataforma Continental adjacente a foz do Rio Doce, região norte do Espírito Santo, onde está localizada a área de estudo desse trabalho. Atrelados no contexto dessas feições, os deltas costeiros, segundo Coleman & Prior (1982); Boggs (2006), apresentam características e distribuições que são controladas por diversos fatores, estando interligados aos ambientes (fluvial, marinho e lacustre) que lhes deram origem, bem como às condições e forçantes ambientais (ventos, marés, ondas e correntes). A dispersão e os padrões de transporte de sedimentos estão ligados principalmente a essas forçantes, geometria da plataforma e granulometria do suprimento sedimentar (Rao *et al.*, 2005).

Nesse contexto, segundo Quaresma *et al.* (2015), alguns depósitos lamosos situados na plataforma continental ao norte da foz do rio Doce em porções mais distais, teriam relação com a remobilização dos sedimentos de fundo marinho

gerada por ondas de eventos de tempestades (S e SE). De acordo com Bittencourt *et al.* (2007), em períodos de frentes frias estas ondas exibem sentidos de S e SSE, com velocidade orbital satisfatória para gerar remobilização e transporte dos sedimentos finos para o norte, alegando ainda que a partir de 30 m de profundidade (sentido *onshore*) há remobilização dos sedimentos do fundo marinho por ondas de tempestade na região.

Quanto aos aspectos sedimentares da PCES, os estudos de Bastos *et al.* (2015) destacam a existência de três domínios morfossedimentares da PCES, evidenciados por meio da rugosidade do fundo marinho como indicador do regime sedimentar, são eles: a plataforma marcada por paleocanais, plataforma de Abrolhos e plataforma do rio Doce, foco do presente trabalho (Figura 1).

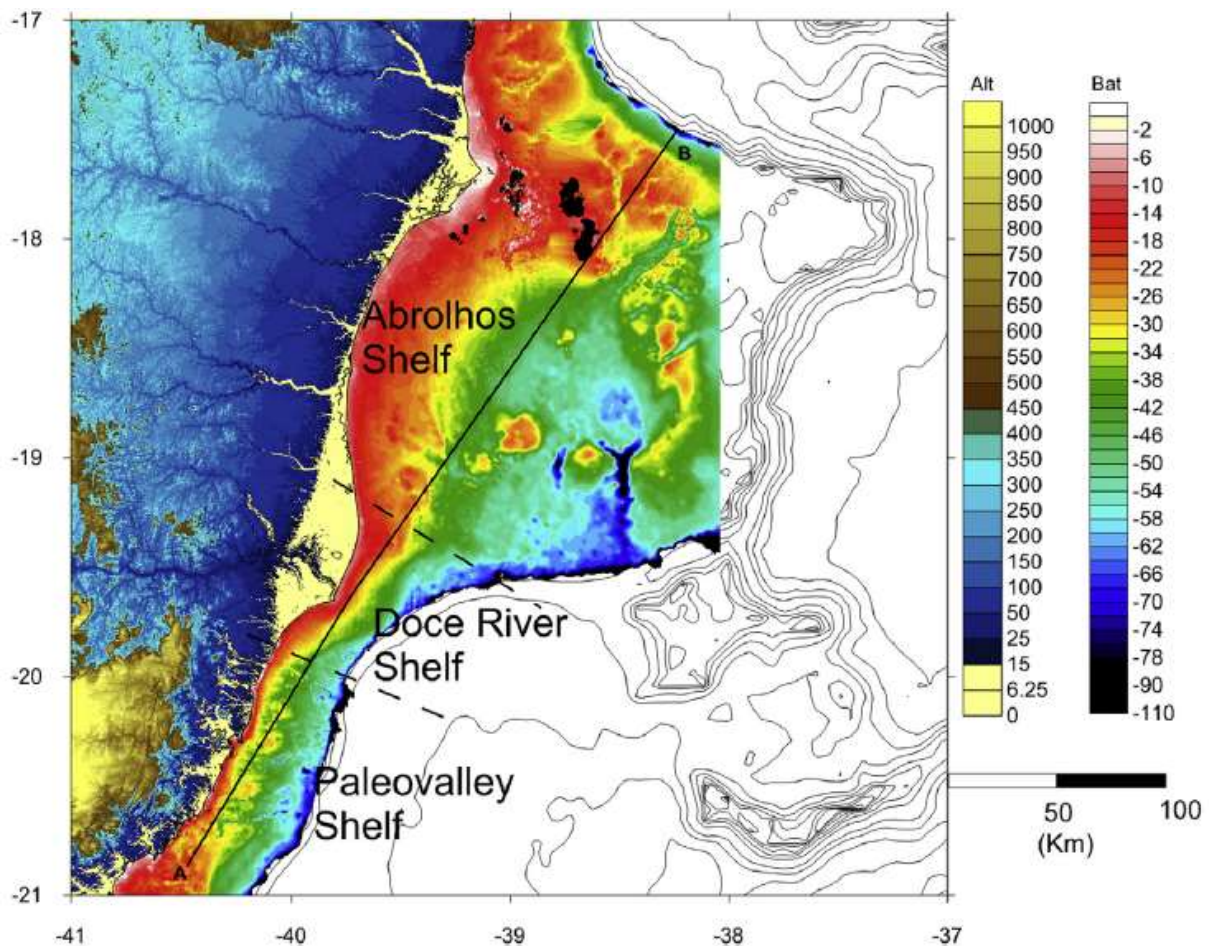


Figura 1 – Compartimentação da Plataforma Continental do Espírito Santo segundo Bastos *et al.* (2015), destacando a plataforma marcada por paleocanais ao sul, do rio Doce na porção central e de Abrolhos ao norte do estudo.

Segundo os autores *op. cit.*, a plataforma do rio Doce apresenta um regime de suprimento marcado por uma significativa contribuição em termos de aporte sedimentar terrígeno, onde nota-se a presença do lobo deltaico do rio Doce, abrangido pela área de interesse do presente estudo (Figura 2).

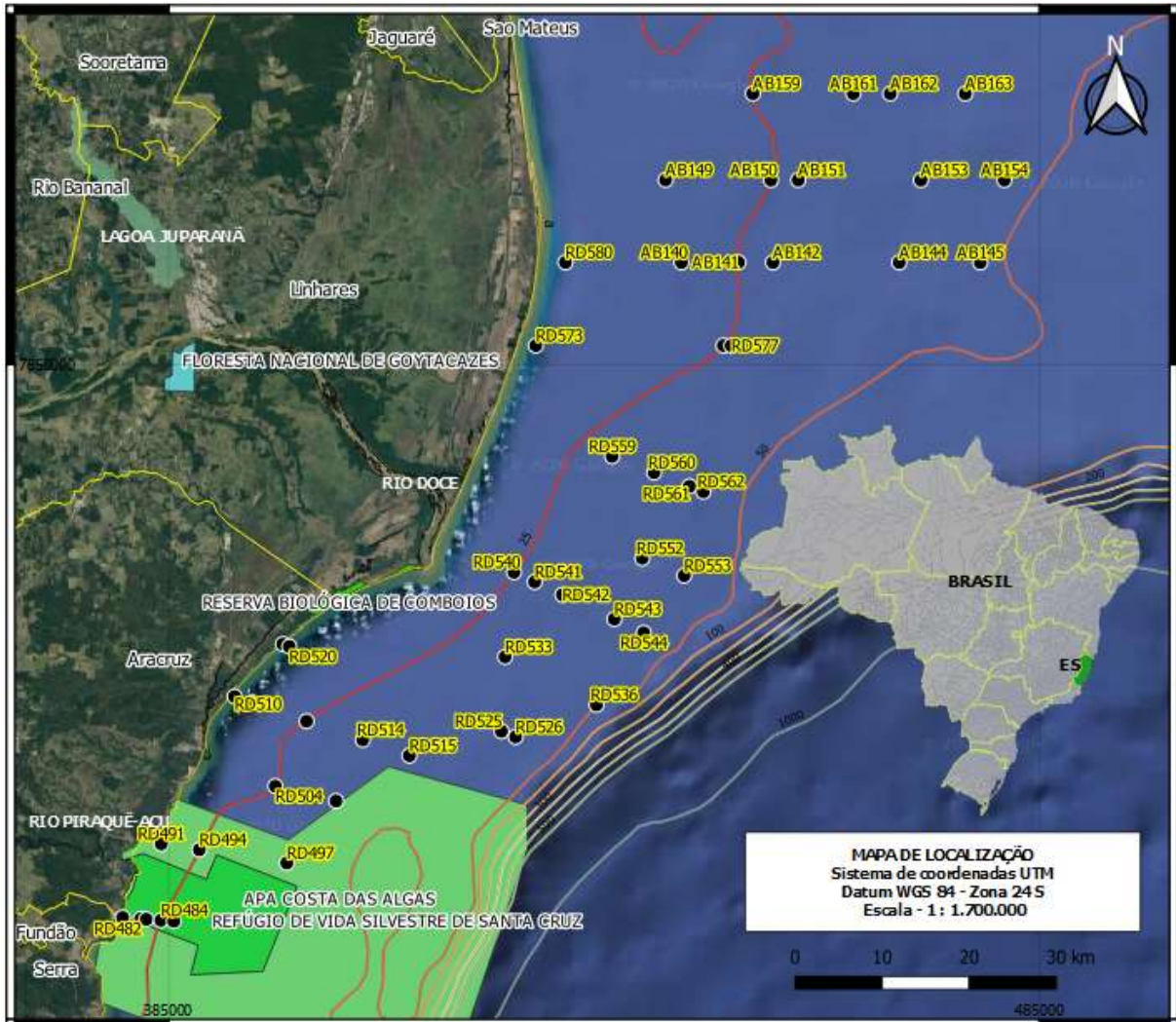


Figura 2 - Mapa de localização dos pontos amostrais na área de estudo.

No contexto morfossedimentar da área de estudo Quaresma *et al.* (2015) destacam a presença de depósitos adversos à atual dinâmica sedimentar, relatando a presença de pacotes sedimentares com granulometria mais grossa, situados ao norte da plataforma, onde a hidrodinâmica atual não apresenta energia suficiente para realizar o transporte e retrabalhamento, conseqüentemente entende-se que foram depositados em sistemas mais energéticos e com o nível médio do mar significativamente mais baixo que o atual, classificando-os como areias relíquias.

Quaresma *et al.* (2015); Silva (2017) também destacam que no ambiente marinho das adjacências do rio Doce, até a profundidade de 30m, há ocorrência dominante de lama terrígena e a partir dessa, até aproximadamente 40 m, ocorre uma suavização do relevo com predominância de areia terrígena. Silva (2017) ainda descreve esses sedimentos arenosos, próximos ao lobo externo do delta, como palimpsestos.

Quanto aos significados desses tipos de grãos, Shepard (1932); Emery (1968); Swift *et al.* (1971), apontam que os depósitos relíquias são sedimentos arenosos preservados e que não foram retrabalhados pela ação das ondas, já Prósperi (2016) relata que a palavra palimpsesto significa “gravado de novo” e essa denominação se aplica aos pergaminhos que eram apagados e reutilizados na antiguidade. De forma análoga pode-se analisar o que ocorre pelo retrabalhamento dos grãos e as novas impressões registradas em suas superfícies durante o transporte e a deposição. Esses grãos palimpsestos, segundo Swift *et al.* (1971), discutido por Reading (1996), conceitualmente eram sedimentos reliquiares que foram retrabalhados, por exemplo em momentos de tempestade, com aumento significativo da altura de onda. Martins *et al.* (1978) enfatizam que o conceito de sedimento relíquia pode levar em consideração outros fatores, além da batimetria e caráter textural, tais como flora, fauna e topografia, mas que a principal característica desses sedimentos, também classificados como terrígenos grossos, é sua localização batimétrica destoante em termos energéticos para que sejam mobilizados e depositados por agentes marinhos nas condições hidrodinâmicas atuais. Dessa forma, sendo provável que sua deposição tenha ocorrido por agentes ou em condições significativamente diferentes das atuais. Emery (1968) também destaca que esses depósitos estavam em equilíbrio em termos de ambiente deposicional, então houve uma alteração energética no ambiente que tirou esses sedimentos do equilíbrio, não tendo sido sobrepostos por sedimentos recentes que são constantemente retrabalhados pelas forças atuais. Além disso, o autor explica que essa desestabilização ocorre principalmente (mas não unicamente) por motivos glacioeustáticos, a exemplo das ocorrências dos últimos 19.000 anos, contudo algumas regiões podem sofrer, entre outros fatores, maior influência da taxa de suprimento sedimentar. Martins (1965) ainda relata implicações paleoambientais a partir de análises granulométricas com

curtose e assimetria e Martins *et al.* (1978) demonstraram que os sedimentos relíquias têm significativa importância para o entendimento da evolução geológica das planícies costeiras e suas relações com as glaciações Quaternárias.

Esclarecidas as questões conceituais e demais implicações relacionadas aos tipos de sedimentos, voltando aos aspectos da região, Suguio *et al.* (1982) relatam a existência de dois grupos de terraços arenosos emersos, ligados a um nível do mar mais elevado que o atual, correlacionando-os com os dois últimos episódios transgressivos (há aproximadamente 120.000 anos, no sopé do Grupo Barreiras e há aproximadamente 7.000 anos), exibindo seus depósitos de forma separada do terraço pleistocênico por um paleossistema de laguna, onde, segundo o autor, o rio Doce construiu seu delta e reteve sedimentos, não contribuindo nesse momento com os cordões litorâneos holocênicos, a exemplo do trabalho de Dominguez *et al.* (1981). Os autores *op. cit.* também relatam que o atual *input* sedimentar do rio Doce não é suficiente para justificar o volume progradacional do Holoceno, implicando assim numa regressão marinha de 4 a 5 metros e sugere que os vales preexistentes na região foram colmatados devido à sedimentação Quaternária. Polizel & Rossetti (2014) aparentemente compartilham da sugestão sob essa ótica, sugerindo que as lagoas da região podem estar relacionadas a paleossistemas estuarinos que foram barrados em sua desembocadura durante a progradação deltaica. Todavia, em termos evolutivos, apesar de Suguio *et al.* (1982) e Martin *et al.* (1996) sugerirem que o delta do rio Doce evoluiu “abrigado” por ilhas barreiras, que evitaram ou atenuaram a ação das forçantes hidrodinâmicas e que a partir do Terciário (atualmente Paleógeno e Neógeno) houve uma “calmaria” tectônica, Rossetti *et al.* (2015), defendem que a evolução dessa porção do rio se deu de forma “desabrigada”, sendo direta e constantemente afetada pelas ações hidrodinâmicas, sobretudo das ondas e que o delta também sofreu influência das reativações tectônicas.

Ampliando-se o horizonte de análise também em direção ao continente, é possível verificar que Hatushika *et al.* (2005; 2007), por meio de análises sismoestratigráficas de alta resolução, apontam que a existência de falhas geológicas normais de *trend* NE e ENE, presentes na desembocadura das lagoas do baixo rio Doce, contribuiu de forma significativa para a colmatação de paleovales

fluviais da região (Figura 3). Os autores *op. cit.* indicam outros trabalhos que apresentam mecanismos tectônicos e colmatações de vales fluviais similares no médio rio Doce e destacam que, de forma concomitante à sedimentação do rio Doce, a neotectônica contribuiu significativamente para a formação da lagoa Juparanã e das demais lagoas nessa região, o que pode ter influenciado no aporte sedimentar, desequilíbrio do sistema fluvial existente, *etc.*

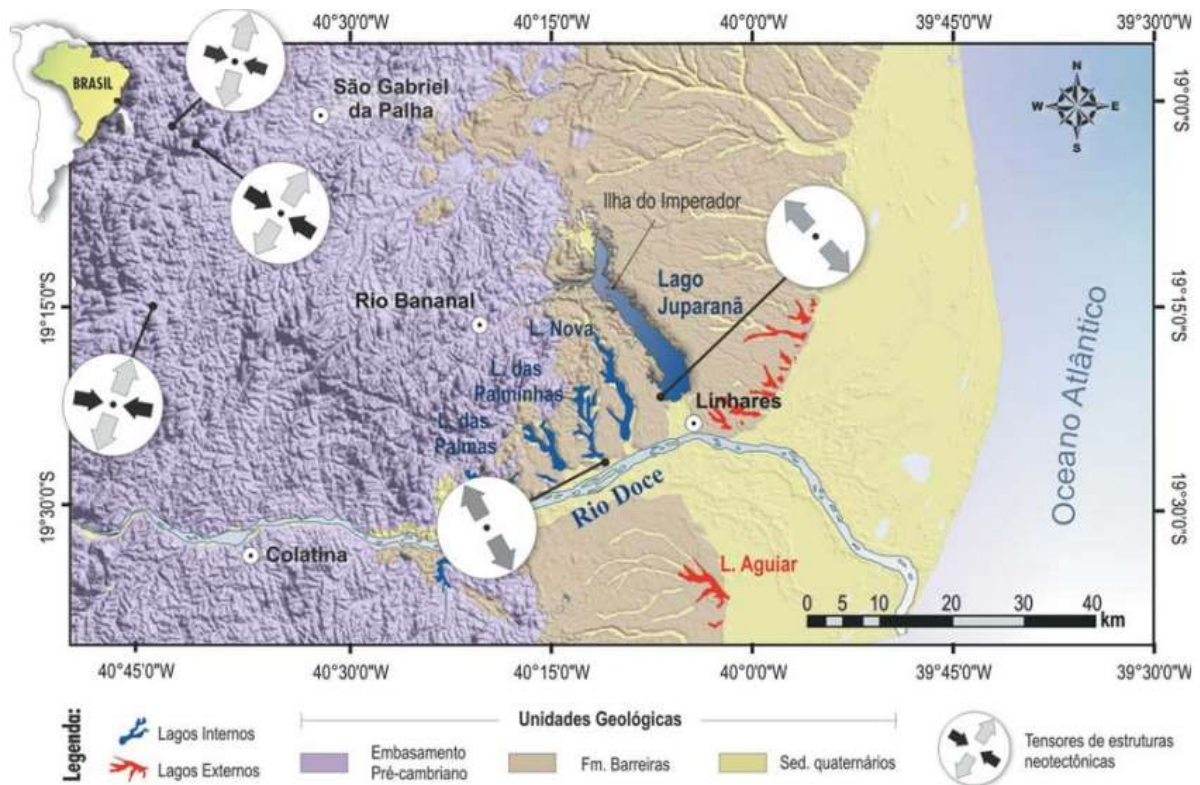


Figura 3 - Mapa de Hatushika *et al.* (2007) com a geologia simplificada e modelo digital de elevação da área, com destaque para as falhas normais NE.

Por meio de análises sedimentares granulométricas e composicionais, Vieira (2017) relata a presença de areias terrígenas, onde foram encontrados os sedimentos palimpsestos descritos por Silva (2017), na área do presente estudo. Além dos autores *op. cit.*, recentemente, Costa júnior (2018) relatou a presença de minerais pesados reliquiais observados por meio da análise de maturidade mineralógica via índice ZTR (Zircão, Turmalina e Rutilo).

Diversos exemplos de feições de fundo e depósitos relíquia marinhos também são encontrados ao redor do mundo, como no estudo de Barrie *et al.* (1984) referente ao retrabalhamento das feições reliquiais holocênicas no Canadá, Browne (1994) sobre o afogamento e preservação das barreiras praias arenosas na

costa leste da Austrália e Zecchin *et al.* (2015) que trata dessas ocorrências na região do Mar Mediterrâneo.

Somando os diversos relatos de depósitos terrígenos (sobretudo relíquias e palimpsestos) na região do delta do rio Doce e no mundo às metodologias dos estudos de Swift *et al.* (1971), Pettijohn *et al.* (1987) e Machado *et al.* (2016), destacando que as análises morfoscópicas e morfométricas dos grãos de quartzo são apresentados como bons indicadores paleoambientais e que as avaliações granulométricas e composicionais, sozinhas, nem sempre permitem o reconhecimento das principais características do sistema deposicional, principalmente em termos de energia.

A proposta do presente trabalho relaciona a utilização de grãos de quartzo, coletados na região da Plataforma Continental adjacente à desembocadura do rio Doce, com as diversas implicações paleoambientais. E por que o quartzo nesse tipo de análise? Pettijohn *et al.* (1987) enfatizam que o mineral além de ser abundante, apresenta-se química e fisicamente mais estável, quando comparado a outros minerais. Os autores também relatam que os estudos envolvendo textura e forma dos grãos têm sido amplamente utilizados para interpretar paleoambientes, uma vez que os processos físicos envolvidos, atuantes no ambiente deposicional, conferem uma espécie de impressão digital aos sedimentos. Assim, as correntes, ondas e marés, por exemplo, determinarão os parâmetros granulométricos, grau de arredondamento e textura superficial desses sedimentos.

Em termos socioeconômicos, a plataforma continental e a região costeira do Espírito Santo abrange importantes recursos naturais, tais como petróleo, gás, minerais portadores de elementos terras raras, fonte de pesca, entre outros, além das questões ambientais como presença das Unidades de Conservação, Áreas de Preservação Ambiental, *etc.* Representa ainda um significativo meio para transporte de cargas e pessoas, instalação de portos, passagem de redes de dutos (como os da indústria do petróleo) e cabos submarinos (como os de fibra ótica destinados à comunicação), além das questões militares estratégicas para a manutenção da soberania nacional. Dada a importância desse ambiente, se faz necessário estudá-lo mais a fundo para entender suas feições, dinâmica, entre outros aspectos, uma vez que, 16 das 28 regiões metropolitanas brasileiras encontram-se no litoral (Nicolodi &

Petermann, 2010). Assim, a necessidade de conhecimento científico específico devido aos riscos geológicos e de variações eustáticas existentes nessas regiões, afim de preservar vidas, além de evitar ou mitigar perdas e danos materiais e ambientais. Além da busca do entendimento dos processos e feições sedimentares que ocorrem em função das variações eustáticas e de aporte fluvial na plataforma continental, bem como seus efeitos ao meio ambiente.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe o uso de métodos de análise morfoscópicas e morfométricas como ferramenta para aprimorar o entendimento evolutivo na região da plataforma continental entre os municípios de Linhares e Fundão, nas batimetrias de 0 a 50m.

Tais técnicas aliadas às análises e dados já existentes, viabilizarão identificar com maior clareza as áreas dos depósitos palimpsestos e relíquias, estes propostos por Quaresma (2015), possibilitando uma resposta mais conclusiva acerca da relação entre as variações mais recentes do nível do mar, do afogamento e preservação desses depósitos presentes na área de estudo, que abrange aproximadamente 4.500Km², além das alusões paleoambientais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho localizou as áreas com maiores potenciais de ocorrência dos depósitos relíquias e palimpsestos e averigou as implicações das tendências de transporte para esses depósitos. Para tal, foram necessárias 4 etapas principais: domínios sedimentares, morfoscopia e morfometria com lupa binocular, análise das imagens obtidas por meio do microscópio eletrônico de varredura (MEV) e análises da tendência de transporte sedimentar. A primeira etapa teve a função de nortear as características das subáreas do presente trabalho com os dados e trabalhos já existentes. A etapa de morfoscopia e morfometria foi subdividida em uma análise inicial com a lupa binocular para fornecer indícios mais marcantes (visíveis com um aumento da ordem de 40X) e uma final com o MEV, visando aprofundar o entendimento das características superficiais e da forma dos grãos com diferentes aumentos. Por fim, a análise de tendência de transporte viabilizou uma complementação às demais etapas, possibilitando um entendimento mais amplo acerca da área de estudo.

Vale destacar que as amostras e os dados granulométricos do presente trabalho foram obtidos por meio do Projeto Habitats ou “Mapeamento de habitats marinhos da plataforma continental do Espírito Santo” (processo nº: 65945336/2014) (FAPES, 2014) e fazem parte da dissertação de mestrado de Vieira (2017) e Vieira *et al.* (2019).

2.1. Domínios Sedimentares

Como o principal foco do presente trabalho são os depósitos relíquias, de posse dos dados granulométricos e teores de carbonato (Vieira, 2017; Vieira *et al.* 2019) foram utilizados critérios texturais e composicionais para classificar os pontos amostrais marcados por areias litoclásticas médias a muito grossas, abarcando-se as classes de interesse AL1c e AL1d, conforme a classificação de Larssonneur (1977) adaptada por Dias (1996) (Figura 4).

SUBDIVISÕES PRINCIPAIS	SEIXOS, COQUINAS OU RODOLITOS L<15%; s+e+r >50%		GRANULOS L<15%; s+e+r <50% Md > 2mm		AREIAS L<15% ; areia + lama >50% Md < 2mm				SEDIMENTOS LAMOSOS L > 15 %			
	SEIXOS LITOCLASTICOS		GRANULOS LITOCLASTICOS		AREIAS LITOCLASTICAS				LAMA TERRIGENA			
SEDIMENTO LITOCLASTICO carbonatos < 30%	s+e+r > 70% SL1a cascalho litoclástico	s+e+r < 70% SL1b cascalho litoclástico	s+e+r > 15% GL1a grânulos litoclásticos c/cascalho	s+e+r < 15% GL1b grânulos litoclásticos	15% < superior a 2 mm < 50%		superior a 2 mm < 15%			L < 25% LL1a lama terrigena arenosa	25% < L < 75 % LL1b lama terrigena arenosa	L > 75% LL1c lama terrigena
					s+e+r > g AL1a areia litoclástica c/cascalho	g > s+e+r AL1b areia litoclástica c/grânulos	0.5 a 2mm AL1c areia litoclástica grossa a muito grossa	0.25 a 0.5mm AL1d areia litoclástica média	0.05 a 0.25mm AL1e areia litoclástica fina a muito fina			
SEDIMENTO LITO-BIOCLASTICO carbonatos 30 a 50%	SEIXOS LITOBIOCLASTICOS		GRANULOS LITOBIOCLASTICOS		AREIAS LITOBIOCLASTICAS				MARGAS			
	s+e+r > 70% SL2a cascalho litobioclástico	s+e+r < 70% SL2b cascalho litobioclástico	s+e+r > 15% GL2a grânulos lito bioclásticos c/cascalho	s+e+r < 15% GL2b grânulos litobioclásticos	15% < superior a 2 mm < 50 %		superior a 2 mm < 15%			L < 25% LL2a marga arenosa	25% < L < 75 % LL2b marga arenosa	L > 75% LL2c marga
				s+e+r > g AL2a areia litobioclástica c/cascalho	g > s+e+r AL2b areia litobioclástica c/grânulos	0.5 a 2mm AL2c areia lito bioclástica grossa a muito grossa	0.25 a 0.5 mm AL2d areia lito bioclástica média	0.05 a 0.25mm AL2e areia lito bioclástica fina a muito fina				
SEDIMENTO BIOLITO-CLASTICO carbonatos 50 a 70%	COQ/ROD+ LITOCLASTICOS		GRANULOS BIOLITOCLASTICOS		AREIAS BIOLITOCLASTICAS				MARGAS CALCARIAS			
	c+e+r > 70% CB1a coquina/rodolitos c/ litoclásticos	c+e+r < 70% CB1b cascalho biolito-clástico	c+e+r > 15% GB1a grânulo biolito-clástico	c+e+r < 15% GB1b grânulo biolito-clástico	15% < superior a 2 mm < 50%		superior a 2 mm < 15%			L < 25% LB1a marga calcárea arenosa	25% < L < 75 % LB1b marga calcárea arenosa	L > 75% LB1c marga calcárea
				c+e+r > g AB1a areia biolito-clástica c/cascalho	c+e+r > g AB1b areia biolito-clástica c/grânulos	0.5 a 2mm AB1c areia biolito-clástica grossa a muito grossa	0.25 a 0.5 mm AB1d areia biolito-clástica média	0.05 a 0.25mm AB1e areia biolito-clástica fina a muito fina				
SEDIMENTO BIOCLASTICO carbonatos > 70%	COQUINAS / RODOLITOS		GRANULOS BIOCLASTICOS		AREIAS BIOCLASTICAS				LAMAS CALCARIAS			
	c+e+r > 70% CB2a coquinas ou rodolitos	c+e+r < 70% CB2b cascalho bioclástico	c+e+r > 15% GB2a grânulo biocl. conchífero ou c/ rodolitos	c+e+r < 15% GB2b grânulo bioclástico	15% < superior a 2 mm < 50%		superior a 2 mm < 15%			L < 25% LB2a areia bioclástica lamosa	25% < L < 75 % LB2b vaza calcárea arenosa	L > 75% LB2c vaza calcárea
				c+e+r > g AB2a areia bioclástica c/nódulos ou conchas	g > c+e+r AB2b areia bioclástica c/grânulos	0.5 a 2mm AB2c areia bioclástica grossa a muito grossa	0.25 a 0.5 mm AB2d areia bioclástica média	0.05 a 0.25mm AB2e areia bioclástica fina a muito fina				

Figura 4 - Classificação de Larssonneur adaptado por Dias (1996). As classes são definidas pelas duas primeiras letras correspondentes à granulometria principal e natureza, respectivamente (onde, SL é cascalho litoclástico ou litobioclástico, GL é grânulos litoclástico ou litobioclástico podendo conter cascalho, AL é areia litoclástico ou litobioclástica, LB é lama bioclástica ou biolitoclástica *etc.*). Teores de carbonato de cálcio são representados pelos números associados às letras (onde, B1 é biolitoclástico, B2 é bioclástico; L1 é litoclástico; L2 é litobioclástico).

Cabe esclarecer que o termo “litoclástico” na tabela está associado ao percentual de carbonato inferior a 30%, não devendo ser confundido com fragmentos de rocha, entendimento geológico do referido termo, uma vez que no presente trabalho somente foram utilizados grãos de quartzo.

Em seguida, com o plugin “polígonos de Voronoi” do *software* QGIS, foi possível transformar os pontos em polígonos com base nas referidas classes, sendo posteriormente ajustados por meio das ferramentas de vetorização. Assim, foi possível se obter uma noção geral acerca das regiões onde se encontravam os pontos amostrais a serem analisados com o MEV.

2.2. Morfoscopia e Morfometria

Para as análises morfoscópicas e morfométricas com a lupa foram separados, de forma aleatória, 100 grãos de quartzo da fração 2Φ (0,250 mm) por ponto amostral, conforme metodologia descrita por Dias (2004). O estudo contemplou 128 pontos amostrais obtidos por meio do projeto citado anteriormente, contudo nem todos os pontos apresentaram o conteúdo e granulometria arenosa de interesse, sendo selecionados principalmente os pontos cuja predominância era de areia média ou de granulometria superior. Dessa forma, foram selecionados 49 pontos para as referidas análises, totalizando aproximadamente 5.000 grãos de quartzo.

Quanto à morfoscopia dos grãos, conforme adaptação da metodologia aplicada por Machado *et al.* (2016), foram utilizados os seguintes atributos:

- I. Brilho Normal (N) – se refere ao brilho típico do quartzo, sem alteração intempérica, podendo ser evidenciado pelo característico fraturamento conchoidal do mineral por exemplo;
- II. Sujo (D) – apresenta tonalidade amarronzada em sua superfície e/ou fraturas;
- III. Fosco (F) – atrelado ao “jateamento” do grão por partículas mais finas, atribuindo aspecto esbranquiçado e sem brilho ao mineral;
- IV. Brilhante (S) – grão com brilho superior ao brilho típico do mineral de quartzo, liso e com aspecto de polido gerado pela ação da água em sua superfície.

Com relação ao grau de arredondamento, conforme adaptação da escala de Powers (1953), o presente trabalho utilizou 4 classes: angulosa (A), sub-angulosa (Sa), sub-arredondada (Sr) e arredondada (R).

A correlação entre os parâmetros morfoscópicos e morfométricos foi baseada na metodologia aplicada por Machado *et al* (2016), desenvolvida através dos estudos Mycielska-Dowgiallo e Woronko (1998); Kalinska & Nartiss (2013), iniciada por Cailleux (1942).

Assim, concatenando-se os parâmetros ópticos e de arredondamento, foram obtidas 16 classes de grãos (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros ópticos e graus de arredondamento, conforme Machado *et al* (2016) adaptado de LIGUS (1958). Graus de arredondamento anguloso (A), sub-anguloso (Sa), subarredondado (Sr) e arredondado (R). Parâmetros ópticos normal (N), sujo (D), fosco (F) e brilhante (S).

Parâmetros Ópticos				
x Grau de Arredondamento	N	D	F	S
A	AN	AD	AF	AS
Sa	SaN	SaD	SaF	SaS
Sr	SrN	SrD	SrF	SrS
R	RN	RD	RF	RS

A distribuição dos dados foi avaliada quanto à normalidade, sendo obtidas as quantidades de cada uma das 16 classes por ponto amostral. Assim, foi realizada uma análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) no intuito de identificar as semelhanças entre as amostras e suas tendências de agrupamentos com base nas características superficiais e de graus de arredondamento observados, sendo os grupos marcados por pontos em um espaço n dimensional relacionados por meio de coeficientes de similaridade (Landim, 2000). Para isso foi utilizado o *software Past* (Hammer *et al.*, 2001), onde, visando avaliar a diferença significativa (significância) entre dois grupos ou mais fornecidos pela análise *Cluster*, foi realizada um teste de variância multivariada permutacional ou *Permutational Multivariate Analysis of Variance Procedure (PERMANOVA)*, utilizando-se o índice de *Jaccard* (Anderson, 2001). Segundo o autor *op. cit.*, o cálculo desta significância é realizado a partir da permutação das amostras entre grupos, com até 9999 réplicas e, para verificar se os

agrupamentos apresentam diferença significativa, adota-se um nível de significância da PERMANOVA p menor que 0,05.

2.3. Análise de Imagens

Para a etapa de Análise de Imagens com o MEV, inicialmente foram obtidos 20 pontos inclusos nos polígonos das classes de interesse (AL1c e AL1d), dos quais com a lupa binocular foram selecionados os 15 mais representativos. Essa seleção foi realizada a partir das características granulométricas e composicionais (Larsonneur), visando principalmente aqueles sedimentos com características reliquias e palimpsestas, a serem imageados no MEV. Também foram selecionados alguns grãos modernos para fins de balizamento das análises de imagem, sendo triadas 15 amostras com um total de 225 grãos para a análise final.

Os grãos foram fixados em suportes metálicos (porta amostra de alumínio) e recobertos por película condutora de carbono para a geração das eletromicrografias, isto é, imagens geradas a partir da incidência de um feixe de elétrons nos grãos de quartzo que promove a emissão de sinais compostos principalmente por elétrons auger, secundários e retroespalhados no MEV (Reed, 1996). Os elétrons secundários representam os sinais de interesse que darão origem às imagens da topografia superficial dos grãos com possibilidade de aumento da ordem de 300.000X ou mais (Krinsley & Trusty, 1985; Reed, 1996, Dedavid *et al.*, 2007), a serem analisadas quanto às características morfológicas e texturais, tomando como base os estudos de Krinsley & Doornkamp (1973;2011), Baker (1976), Helland *et al.* (1997), Narayana *et al.* (2010), Rajganapathi *et al.* (2013), Vos *et al.* (2014) e Warriier *et al.* (2016), que destacam a correlação entre as feições observadas e os ambientes relacionados, a exemplo das marcas químicas encontradas em abundância nas subsuperfícies diagenéticas e as físicas indicando diferentes regimes energéticos.

Assim, foram interpretadas as principais impressões e texturas observadas nessas imagens para, junto às demais análises (granulométrica, composicional, morfoscopia e morfometria com lupa), identificar sobretudo os grãos relíquias e interpretar os indícios paleoambientais, incluindo as possíveis implicações eustáticas.

2.4. Análises da Tendência de Transporte Sedimentar

Por meio dos dados do Projeto Habitats, bem como dos trabalhos de Vieira (2017) e Vieira *et al.* (2019), com o auxílio do *software* Sysgran 3.0 (Camargo, 2006) foram introduzidos os dados granulométricos (de -2 a 12 Φ) para se alcançar os resultados de desvio padrão, média, mediana, selecionamento, assimetria e curtose dos tamanhos dos grãos. Dessa forma, foi possível obter os *inputs* necessários para se trabalhar com as análises de tendências de deposição dos grãos, conforme estudos de Mc Laren (1981). Segundo o autor *op. cit.*, utilizando parâmetros granulométricos (média, grau de seleção e assimetria) é possível inferir a tendência de direção de transporte dos sedimentos (*Sediment Trend Analysis* - STA), viabilizando uma noção do ponto de vista físico para comparações e interpretações quanto aos depósitos relíquias e modernos, guardadas as ressalvas quanto às limitações do método. Poizot & Mear (2010) relatam que, por meio dos estudos de Mc Laren (1981), é possível chegar aos casos mais prováveis das ocorrências dos sedimentos. O autor *op. cit.* destaca que para interpretar as mudanças texturais relativas que ocorrem entre o depósito sedimentar e sua fonte, é necessário assumir 3 suposições: esse depósito possui uma única fonte ou proveniência (por exemplo um rio para um delta e este para uma praia), a probabilidade de sedimentos finos leves serem transportados é maior que a de sedimentos grossos pesados (apesar de haver exceções) e durante o transporte os grãos grossos apresentam maior probabilidade de serem depositados antes dos finos. Assim, destaca também que durante o transporte a granulometria dos sedimentos se tornam mais fina (F), melhor classificada (B) e a assimetria mais negativa (-) do que a fonte, ou podem se tornar mais grossos (C) com a remoção dos finos, melhor classificada (B) e assimetria positiva (+), resultando em dois tipos comuns de tendência denominadas, “FB-“ e “CB+”, respectivamente. Vale ressaltar a necessidade de atenção aos resultados gerados pois esse tipo de análise se apoia nos parâmetros granulométricos para nortear tendências de transporte, podendo haver exceções às suposições. Poizot & Mear (2010) ainda discorrem sobre uma ferramenta útil para este tipo de análise, trata-se do *plugin GisedTrend* disponível nos complementos do *software* QGIS, onde foram utilizados os referidos parâmetros granulométricos, selecionados os dois tipos de tendências mencionados, coordenadas UTM dos pontos amostrais e uma

distância característica de 20 Km entre as amostras, para gerar o mapa de tendência dos sedimentos (Mc Laren, 1981; Gao & Collins, 1991; Le Roux, 2002). Em seguida, com o *software* WRPLOT foram plotados os ângulos obtidos com o *GisedTrend* para se ter uma noção geral desta distribuição azimutal na área de estudo com diagrama de “roseta” e possibilitar comparações com as tendências apresentadas pelos depósitos relíquias.

3. RESULTADOS

3.1. Domínios Sedimentares

Por meio dos dados do projeto Habitats e do trabalho de Vieira *et al.* (2019) foram reveladas as áreas mais pobres em carbonato e granulometrias maiores, sendo então selecionadas as classes de interesse (AL1c e AL1d) de Larsonneur (1977) modificada por Dias (1996), visando delimitar as principais zonas com depósitos terrígenos marcadas por areia média a muito grossa (Figura 5).

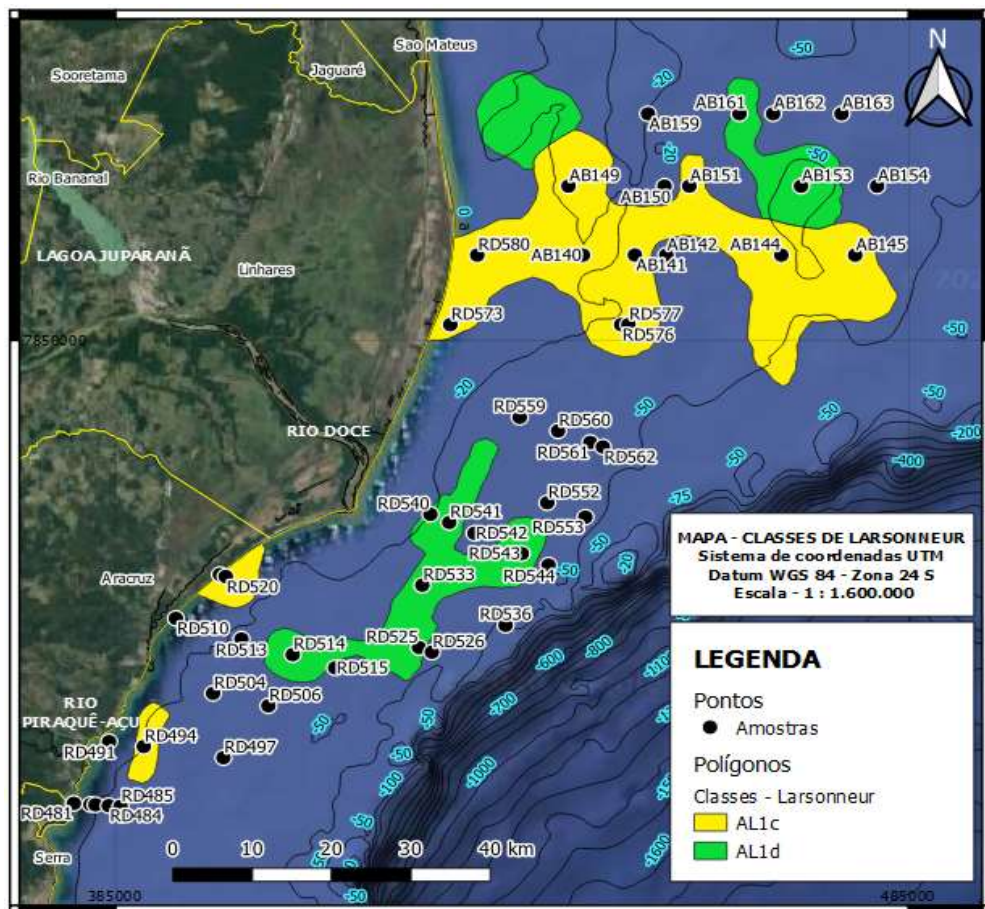


Figura 5 - Mapa contendo as classes de Larsonneur (1977) AL1c e AL1d (areias litoclásticas grossas/muito grossas e médias, respectivamente) para distinção das regiões alvo para análise com o MEV.

Para representar a disposição espacial desses depósitos do fundo marinho foram vetorizados os principais polígonos, viabilizando melhor visualização das principais sub-regiões da área de interesse da plataforma continental, onde provavelmente estão situados os depósitos relíquias.

3.2. Morfoscopia e Morfometria

Por meio das análises morfoscópicas e morfométricas foram obtidos os percentuais de cada uma das 16 classes (relativas aos parâmetros ópticos e de grau de arredondamento) por amostra analisada (Apêndice II). Desta forma, foi possível observar uma predominância de grãos subangulosos (aspecto normal, brilhante e sujo) situados principalmente ao norte do rio Doce (amostras AB140 a AB163) e subarredondados (brilhantes e sujos) na porção central e ao sul do rio Doce (amostras RD491 a 580).

Com esses resultados foi realizado um teste de normalidade com nível de significância de 0,05, no qual foi possível concluir que os dados não seguem a distribuição normal ($p < 0.05$). Em seguida foi realizada a análise de agrupamento que possibilitou identificar a formação de três grupos principais, utilizando o corte do dendograma com aproximadamente 0,675 de similaridade (Figura 6).

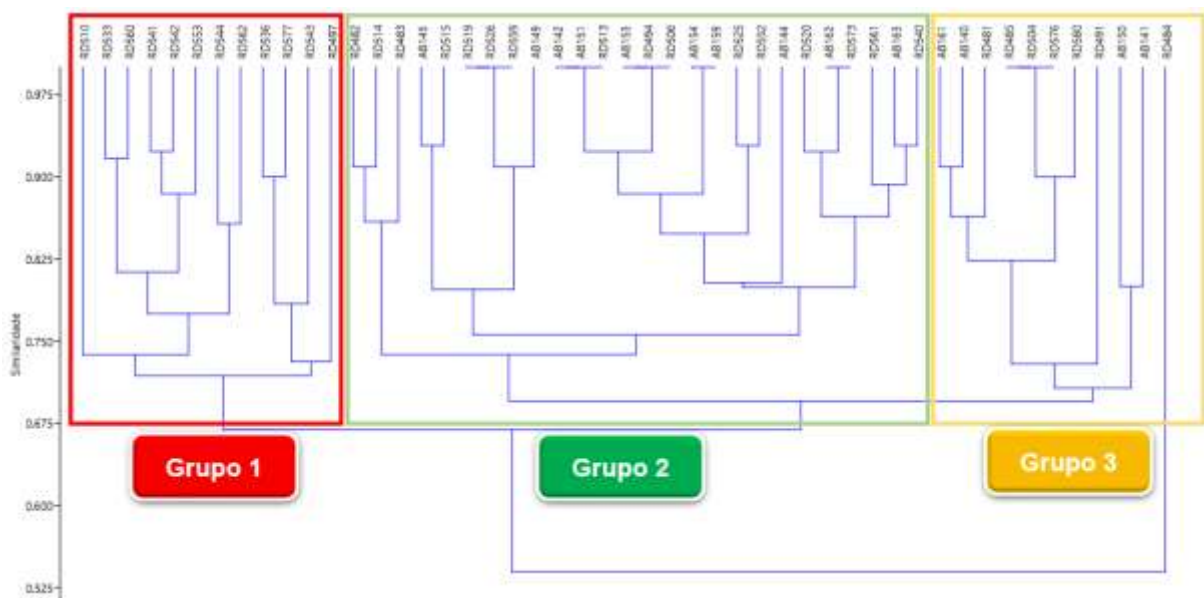


Figura 6 - Dendrograma demonstrando os 3 grupos com base nos aspectos ópticos e graus de arredondamento.

Seguindo o método de verificação dos agrupamentos, foi aplicado o teste de variância multivariada permutacional para avaliar a significância estatística dos

agrupamentos obtidos pela análise de *cluster*. O resultado do nível de significância ($p=0,0001$) indicou que a associação é significativa, uma vez que $p<0,05$.

Assim, para melhor entender as características morfoscópicas e morfométricas dos agrupamentos, foi realizada uma avaliação mais aprofundada do conteúdo de cada grupo, onde foram somadas as classes e obtidos os percentuais de cada uma (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultado percentuais obtidos com base nas características dos tipos de grão (AF a RD) por grupo (G1, G2 e G3). Para facilitar a visualização dos valores foi aplicada uma escala de cores que varia de vermelho (0%) a verde escuro (100%).

	AF	AN	AB	AD	SaF	SaN	SaB	SaD	SrF	SrN	SrB	SrD	RF	RN	RB	RD
G1	0,34	2,77	2,85	1,09	5,79	23,09	12,85	14,36	4,11	9,91	8,9	11,67	0,08	0,5	1,26	0,42
G2	0,08	0,42	0,73	0,39	5,32	10,73	13,85	15,01	7,37	7,29	17,48	15,2	1,66	0,96	2,39	1,12
G3	0	0	0	0	9,59	5,84	7,49	20,82	10,41	6,76	14,06	21,37	0,64	0,18	0,91	1,92

A partir da tabela foi possível observar as predominâncias morfoscópicas (F, N, B e D) e morfométricas (A, Sa, Sr e R) de cada grupo, sendo o Grupo 1 (G1) marcado por 63% dos grãos subangulosos (Sa) a angulosos (A) e quanto aos aspectos superficiais o grupo apresenta 62% entre brilho normal (N) e brilhante (B). O Grupo 2 (G2) apresenta 53% de grãos subarredondados (Sr) a arredondados (R) e 66% dos grãos apresentando aspecto brilhante (B) ou sujo (D). Já o Grupo 3 (G3) apresenta 56% dos grãos subarredondados a arredondados, ausência de grãos angulosos e 67% dos grãos com aspecto brilhante ou sujo. Vale salientar que o G3 apresentou o maior percentual (20,64%) de grãos foscos (F) entre os 3 grupos.

No intuito de verificar a distinção entre esses grupos, também em termos espaciais, os pontos agrupados por cores foram plotados sobre os polígonos das classes AL1c e AL1d (Figura 7).

Desta forma, foi possível observar a presença de 3 setores divididos conforme as linhas tracejadas na área de estudo, onde foram notadas as diferenças estatísticas e de posicionamento entre os 3 grupos, sendo possível visualizar que o G1 ocupou predominantemente o setor central em frente à desembocadura do Rio Doce e entre as cotas de 25 e 50 metros de profundidade, o G2 está mais presente nos setores sul e norte nas cotas similares às do G1. Já o G3 está espacialmente distribuído de maneira semelhante ao G2, porém ocupando cotas mais rasas, próximas ou inferiores aos 25 metros.

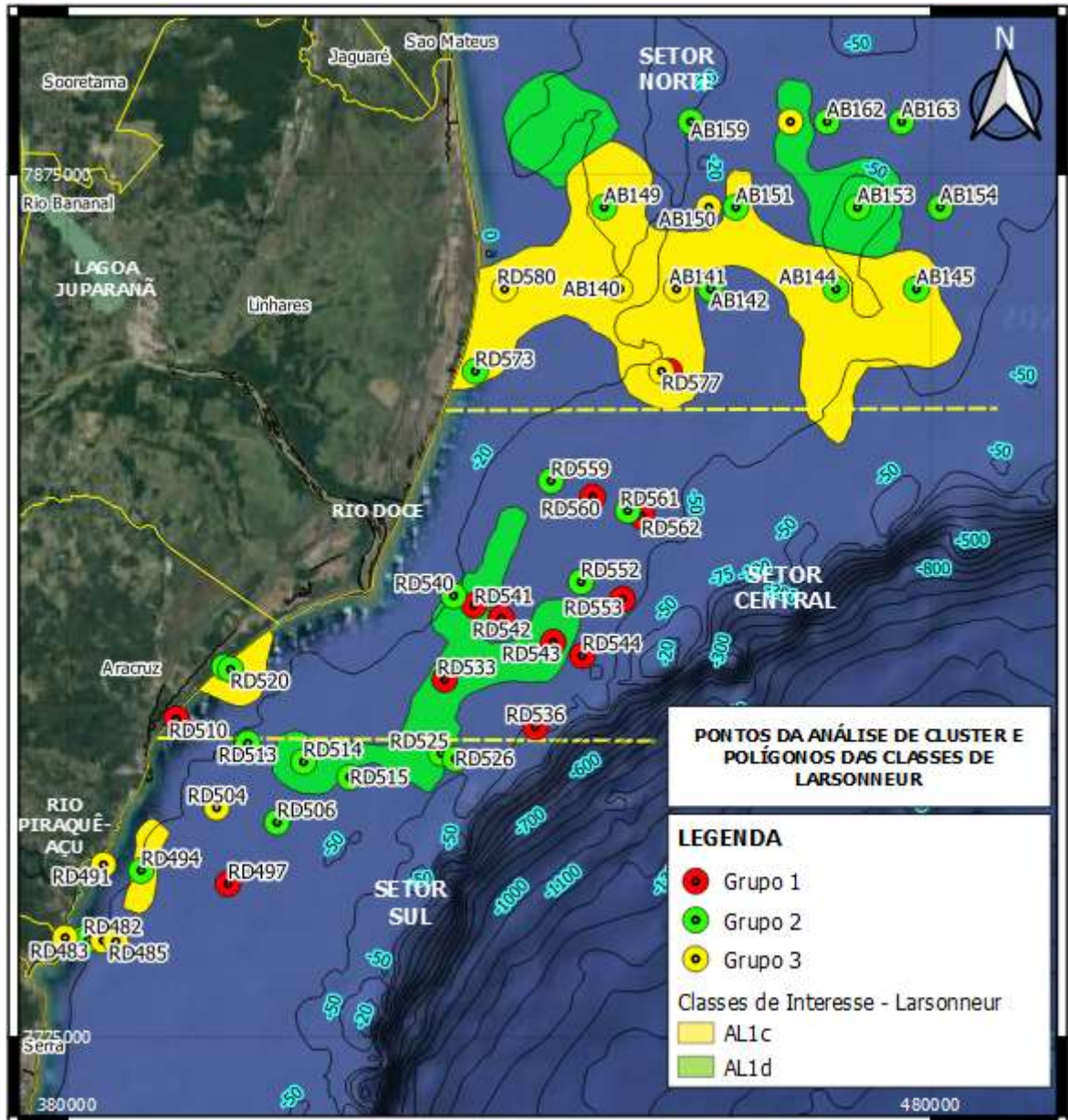


Figura 7 - Mapa de setorização com os grupos obtidos na análise Cluster e polígonos das classes de interesse de Larssonneur.

Ademais, ainda que os agrupamentos tenham sido realizados em função das análises morfoscópias, foi possível notar que há uma diferença significativa quanto às posições geográficas, mas também uma distinção em relação às profundidades médias dos grupos (Figura 8).

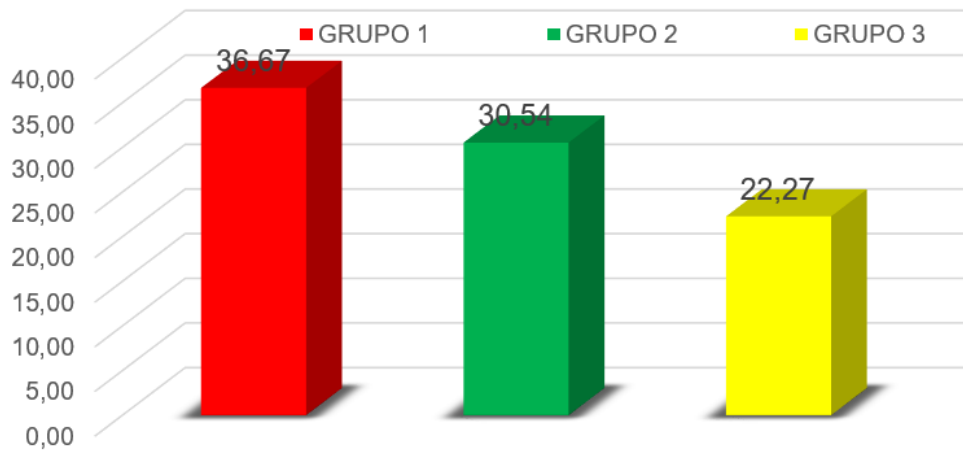


Figura 8 - Profundidade média do G1, G2 e G3 obtidos na análise *Cluster*.

3.3. Análise de Imagens

Inicialmente, com imagens e análises dos trabalhos de Krinsley & Doornkamp (1973;2011), Baker (1976), Helland *et al.* (1997), Narayana *et al.* (2010), Rajganapathi *et al.* (2013), Vos *et al.* (2014) e Warriier *et al.* (2016), correlacionadas com a tabela modificada de Pettijohn *et al.* (1987) que relaciona feições superficiais dos grãos de quartzo aos ambientes sedimentares, foi possível confeccionar uma tabela, aqui denominada “Guia de Interpretação” (Apêndice III). O intuito desse Guia foi nortear o entendimento das feições observadas nas imagens do MEV e avaliar suas relações com os ambientes correspondentes.

A superfície dos grãos registra impressões de origem química (gerada por precipitação ou dissolução química) e/ou física (gerada por atrito devido aos mecanismos de suspensão, saltação ou rolamento). As feições predominantes observadas nas amostras têm caráter químico, destacando-se as películas de sílica, pontos de dissolução (Figura 9). Em menor quantidade o caráter físico das feições inclui degraus retos e arranhões curvos. Outras feições de origem química, também em menor quantidade, foram observadas, tais como fendas de dissolução e glóbulos de sílica.

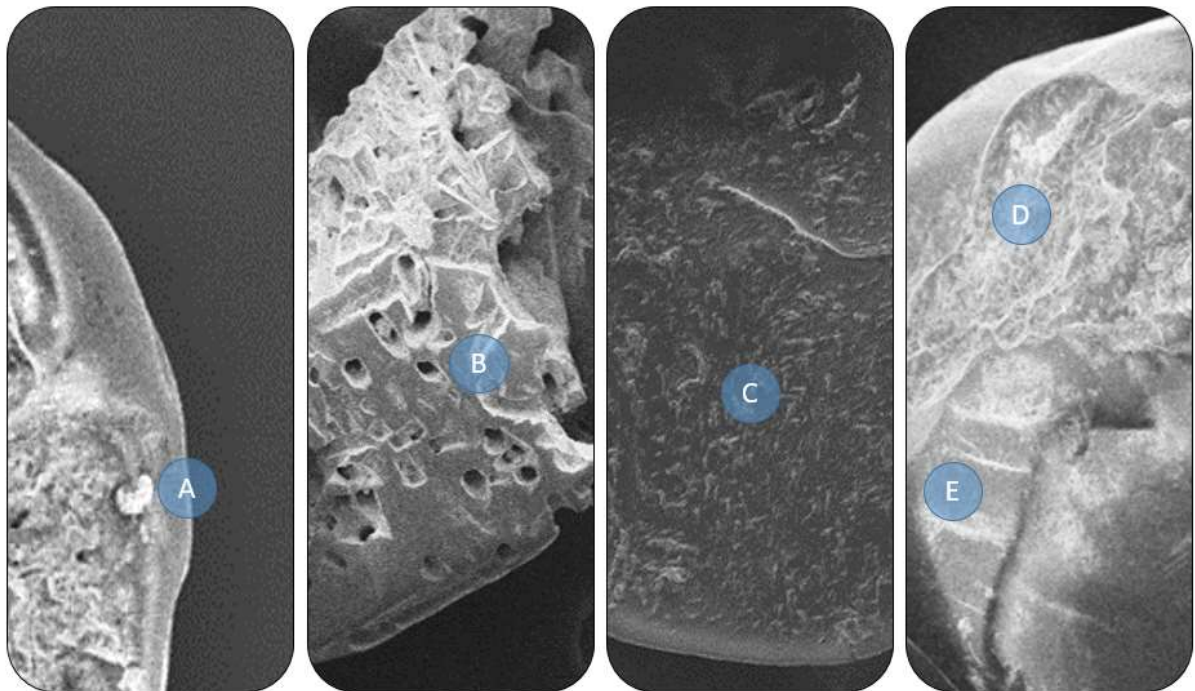


Figura 9 – Exemplos de imagens (MEV) dos grãos contendo algumas das principais feições observadas no presente trabalho, entre elas as amostras AB140 com pontos de dissolução e precipitação, com destaque para o glóbulo de sílica (A), RD494 com pontos de dissolução marcantes (B), AB161 com V's de impacto (C) e RD533 apresentando películas de sílica (D) e degraus retos (E).

Quanto à presença dessas feições nos grupos obtidos pela análise de *Cluster*, foram consideradas 3 ordens de quantidade:

- Abundante – feição predominante, muitas vezes ocupando 50% da superfície do grão;
- Comum – 2ª feição que mais se repete, ocupando aproximadamente 30% da superfície do grão;
- Esparsa – 3ª feição presente que mais se repete, abrangendo 20%, ou menos, da superfície do grão.

Assim, foram contados os números de vezes que as feições predominantes (abundantes, comuns e esparsas) se repetiam em cada grão e estabelecidos os percentuais e características mais marcantes de cada grupo (Tabela 3).

Tabela 3 - Percentuais das feições abundantes (A), comuns (C) e esparsas (E) observadas na superfície dos grãos, a partir das imagens de MEV, separadas por grupo (G1, G2 e G3). Para facilitar a visualização dos valores foi aplicada uma escala de cores que varia de verde escuro (0%) a vermelho (100%).

FEIÇÕES	G1			G2			G3		
	A	C	E	A	C	E	A	C	E
Películas de sílica	17,95	3,57	4,17	13,79	0,00	0,00	20,00	16,67	7,69
Pontos e fendas de dissolução	17,95	3,57	8,33	13,79	0,00	4,55	20,00	16,67	0,00
Películas e glóbulos de sílica	2,56	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arranhões curvos e retos	5,13	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fatura conchoidal	5,13	7,14	8,33	6,90	4,55	4,55	6,67	0,00	0,00
Arranhões curvos	10,26	10,71	0,00	0,00	13,64	0,00	0,00	16,67	0,00
Pontos de dissolução	2,56	17,86	4,17	0,00	13,64	22,73	0,00	16,67	7,69
Partículas aderidas	5,13	3,57	20,83	6,90	18,18	27,27	0,00	0,00	0,00
Glóbulos, flor e película de sílica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Degraus retos	2,56	0,00	4,17	13,79	4,55	0,00	13,33	0,00	0,00
Degraus curvos e retos	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arranhões retos	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fatura conchoidal/degraus curvos	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dissolução e precipitação de sílica	12,82	0,00	0,00	20,69	0,00	0,00	13,33	0,00	0,00
Superfície abrasiva	5,13	0,00	4,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fatura conchoidal com precipitação de sílica	0,00	0,00	0,00	6,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Microfraturas preenchidas por sílica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67	8,33	0,00
Flores de sílica	0,00	3,57	0,00	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Precipitação de sílica	0,00	3,57	4,17	10,34	4,55	0,00	13,33	0,00	0,00
Fraturas conchoidais suavizadas	0,00	0,00	0,00	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marcas de abrasão	0,00	10,71	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00
Fenda de dissolução	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	0,00
V's de impacto	0,00	3,57	8,33	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	7,69
Relevo médio	0,00	0,00	0,00	0,00	4,55	18,18	0,00	0,00	0,00
Microfratura	0,00	3,57	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Baixo relevo	0,00	3,57	4,17	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00
Arranhões e degraus retos	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Degraus curvos	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00	15,38
Arranhões retos	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V's de impacto e glóbulos de sílica	0,00	0,00	4,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Glóbulos de sílica/partículas aderidas	0,00	0,00	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,69
Pontos de dissolução e precipitação	0,00	0,00	4,17	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00	0,00
Películas e glóbulos de sílica	2,56	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Glóbulos de sílica	0,00	0,00	12,50	0,00	18,18	9,09	0,00	8,33	53,85
Fatura conchoidal média e fendas de dissolução	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dissolução de sílica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,33	0,00
Degrau curvo com precipitação química	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fatura concho média e fendas de dissolução	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SOMA	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Pode-se observar no G1 a presença de películas de sílica (17,95%), pontos e fendas de dissolução (17,95%), além dos arranhões curvos (10,26%), totalizando 58,97% das feições abundantes do grupo. Também se destacam os pontos de

dissolução (17,86%), arranhões curvos (10,71%), marcas de abrasão (10,71%) e fratura conchoidal (7,14%), totalizando 46,43% das feições comuns do grupo. Também pode-se observar a presença de partículas aderidas (20,83%), glóbulos de sílica (12,50%), pontos e fendas de dissolução (8,33%), V's de impacto (8,33%) e fratura fraturas conchoidais (8,33%), somando 66,67% das feições esparsas do G1.

O G2 foi caracterizado pela presença de dissolução e precipitação de sílica (20,69%), películas de sílica (13,79%), pontos e fendas de dissolução (13,79%) e degraus retos (13,79%), perfazendo 62,07% das feições abundantes observadas. O grupo ainda apresenta partículas aderidas (18,18%), pontos de dissolução (13,64%), arranhões curvos (13,64%) e degraus curvos (9,09%), somando 54,55% das feições comuns, além de partículas aderidas (27,27%), pontos de dissolução (22,73%) e relevo médio (18,18%), abarcando 68,18% das feições esparsas observadas nos grãos.

No G3 se destacam as películas de sílica (20%), pontos e fendas de dissolução (20%), degraus retos (13,33%), dissolução e precipitação de sílica (13,33%) e precipitação de sílica (13,33%), somando 80% das feições abundantes, películas de sílica (16,67%), pontos e fendas de dissolução (16,67%), arranhões curvos (16,67%) e pontos de dissolução (16,67%), representando 66,67% das feições comuns e os glóbulos de sílica (53,85%) e degraus curvos (15,38%), totalizando 69,23% das feições esparsas do grupo.

3.4. Análises da Tendência de Transporte Sedimentar

Os dados granulométricos e estatísticos (Apêndice I) viabilizaram a confecção do mapa de tendências de transporte de sedimentos com o *plugin GisedTrend* (QGIS), evidenciando as principais tendências de transporte na área de estudo e uma resultante para 195° sudoeste (SW), utilizados de maneira complementar às demais análises realizadas (Figura 10).

Os principais sentidos dessas tendências de transporte são verificados ao norte da foz do rio Doce, onde é possível observar uma predominância de vetores de N e NE, já ao sul nota-se a presença marcante de vetores de SW e no rumo *offshore* da foz a existência de alguns vetores de SE. Ao final das análises foram verificadas as implicações dessas tendências, sobretudo em relação às áreas marcadas pelos depósitos relíquias, frente à dinâmica ambiental.

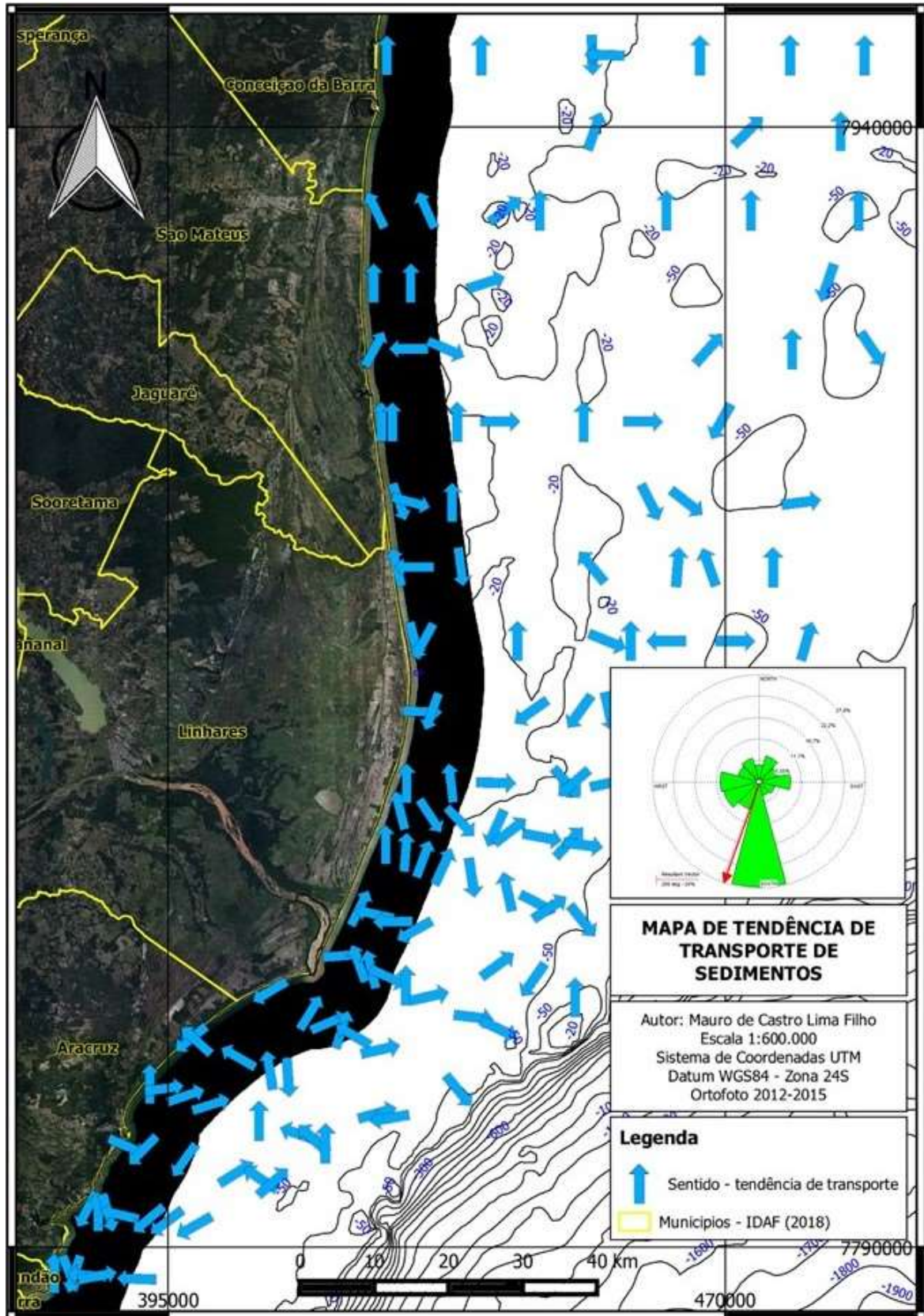


Figura 10 - Mapa com os azimutes (setas azuis) das tendências de transporte de sedimentos, com destaque para a resultante (seta vermelha) 195° (SW).

4. DISCUSSÃO

Em relação aos aspectos evolutivos da região norte do Espírito Santo, Suguio & Kohler (1992) creditavam a formação do sistema de lagos do baixo vale do rio Doce (composto pelas Lagoas Juparanã, Nova, Palminhas e das Palmas) às variações Quaternárias climáticas e do nível relativo do mar, colmatando a desembocadura do até então vale fluvial durante o último período transgressivo, há cerca de 5.100 anos AP. Entretanto Hatushika *et al.* (2005; 2007) sugerem que as causas prováveis sejam atreladas ao neotectonismo, desencadeando falhas geológicas com direção NE-SW, a exemplo do ocorrido para a formação de outros sistemas lacustres no médio rio Doce, como proposto nos estudos de Mello *et al.* (1999). Rossetti *et al.* (2015) corroboram com esse entendimento, sugerindo que o delta do rio Doce pode ter sido significativamente influenciado pelo influxo fluvial e alterações no nível do mar, mas também por reativações tectônicas.

Quais seriam as implicações dos referidos barramentos, ocorridos nas desembocaduras de antigos tributários do rio Doce, originando sistemas lacustres, para o presente trabalho? Pela lógica essas colmatações implicaram em trapeamento de sedimentos e diminuição da competência de transporte, que eram gerados por esses antigos tributários do rio Doce, provocando, entre outros, a diminuição da taxa de suprimento a partir do Holoceno médio, ou seja, desequilíbrio do sistema.

Cohen *et al.* (2014) também destacam diversos lineamentos tectônicos (W-E, NW-SE e NE-SW) na região e defendem a importância da tectônica no desenvolvimento de muitos dos sistemas de drenagem modernos, corroborando com a ideia de que a evolução da planície deltaica do rio Doce esteve relacionada às variações climáticas globais e suas implicações eustáticas, além dos efeitos gerados pelo tectonismo local e taxa de suprimento fluvial.

Vale lembrar que o estudo de Emery (1968) propõe que os depósitos relíquias estavam previamente em equilíbrio com ambiente deposicional e a partir de alguma alteração energética, passaram a estar em desequilíbrio. Dias (2004) ratifica que essas alterações podem ocorrer por variação da espessura da coluna d'água, temperatura d'água, salinidade e aporte de sedimentos, tratando a glacioeustasia como regra. Entretanto Mörner (1976) discorre sobre a eustasia de forma ampla em

seu trabalho, mas acredita que as mudanças climáticas, derretimento das calotas polares e os movimentos da crosta (tectônica e isostática), não são suficientes para justificar as variações do nível do mar holocênicas, atribuindo essas mudanças eustáticas às variações geoidais (geoidoeustasia).

Adentrando-se às análises morfoscópicas realizadas no presente trabalho, foi possível observar que as feições existentes na superfície dos sedimentos e suas respectivas formas obedecem a uma relação de predominância. As primeiras análises realizadas com a lupa permitiram a identificação da presença majoritária de grãos angulosos a subangulosos com brilho normal ou brilhantes no G1, sendo possível realizar uma interpretação prévia que o grupo provavelmente abarca uma predominância de depósitos modernos. Em contrapartida no G2 e G3, a marcante presença de grãos subarredondados a arredondados com aspecto ora brilhante, ora sujo, conduziu à inferência de que os grupos abrangem os depósitos com grãos mais antigos ou há mais tempo sob ação do ambiente e provavelmente sendo depósitos palimpsestos e relíquias.

De acordo com Dias (2004), a disposição de areias grossas em porções mais distais da costa e cotas batimétricas mais profundas que areias finas, são indícios relevante para reconhecimento dos depósitos reliquiares, como também sugerem Emery (1968) e Nordstrom & Margolis (1972), estes discorrem também sobre sedimentos depositados com as impressões de V's de impacto como indicadores de paleoambientes litorais. Esses critérios também foram utilizados para complementar o rol de indicativos empregados no presente trabalho para selecionar as amostras que abarcam os prováveis depósitos relíquias.

As análises realizadas, incluindo aquelas por meio das imagens do MEV, possibilitaram identificar as principais características dos depósitos investigados na área de estudo e classifica-los quanto ao caráter moderno, palimpsesto ou reliquiar. Assim, os atributos que permitiram classificar os depósitos reliquiares se destacam nos grãos subarredondados a arredondados esféricos com presença majoritária de feições químicas (dissolução, películas de sílica, partículas aderidas, entre outras), além disso são isentos de feições recentes oriundas de agentes físicos (V's de impacto, fraturas conchoidais, arranhões curvos, retos, entre outras) e com possível presença de impressões físicas preservadas, normalmente situados em porções

menos energéticas da plataforma continental e encontrados em cotas batimétricas iguais ou superiores a 30 metros, indicando que provavelmente não estão sendo remobilizados e fisicamente retrabalhados

As características observadas no presente trabalho como indicativas dos depósitos palimpsestos, foram encontradas em sedimentos com a presença ou sobreposição de impressões de diferentes naturezas, caráter físico (recente) e químico, guardando indícios de outros ambientes (ou momentos energéticos), isto é, a mesclagem de feições modernas e relíquias nos grãos. Em geral esses grãos são subangulosos a subarredondado com arestas incipientes, encontrados em cotas batimétricas próximas ou inferiores à 30 m.

Por fim, os depósitos modernos da área de estudo são marcados por grãos que se destacam pela presença das feições físicas recentes, geralmente angulosos a subanguloso, maior quantidade de arestas, feições químicas incipientes ou ausentes e situados em porções mais energéticas da plataforma continental, em profundidades normalmente inferiores à 30 m.

Ademais, no presente estudo foi possível verificar que as feições físicas dos grãos podem apresentar aspecto “recente” (com arestas e/ou sulcos mais pronunciados), caracterizando marcas e formas oriundas das condições atuais às quais os grãos estavam submetidos, ou ainda “preservadas” (com sulcos incipientes e menos pronunciados) remontando ocorrências pretéritas que tenham sido registradas na superfície dos grãos (Figura 11).

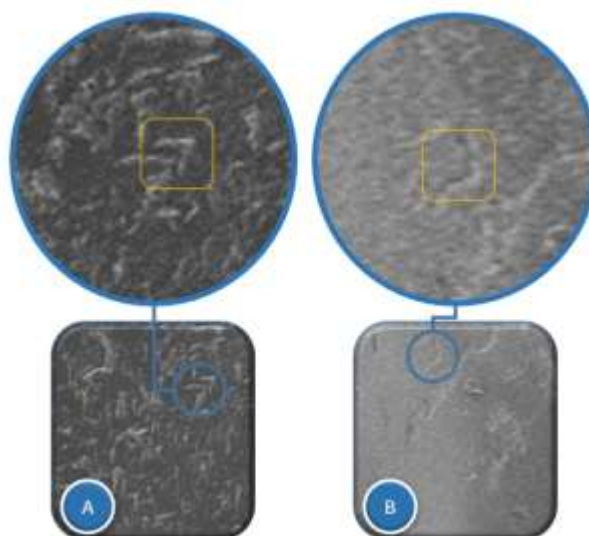


Figura 11 - Exemplos de feições físicas (V's de impacto) recentes (A) e preservadas (B) observadas no presente trabalho.

Apesar das feições químicas majoritariamente presentes nas amostras analisadas, 4 destas estavam situadas em profundidade significativa para o contexto do presente estudo (aproximadamente 40 metros), além disso continham grãos subarredondados (esféricos no geral) e também feições físicas preservadas, tais como arranhões curvos, degraus retos e v's de impacto, apresentando baixo a médio relevo, como pode ser observado nas amostras AB144 (Figura 12), AB145 (Figura 13), AB151 (Figura 14) e AB153 (Figura 15).

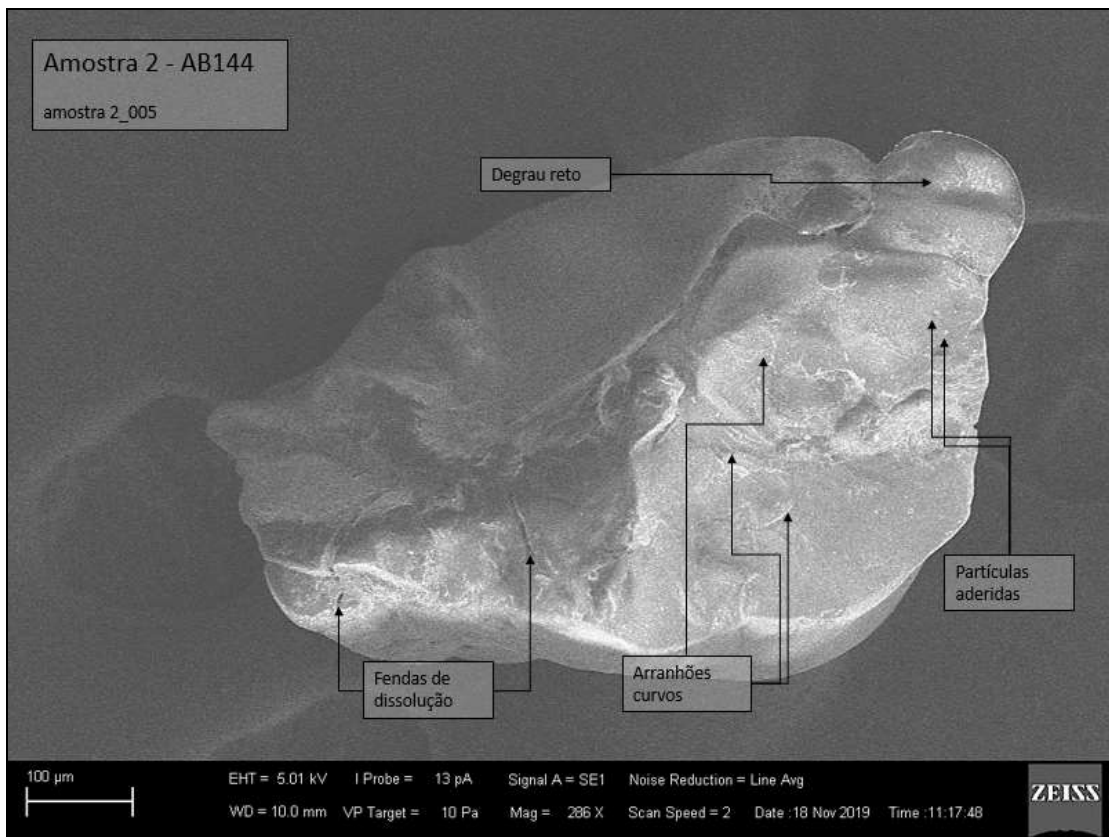


Figura 12 - Grão da amostra AB144 evidenciando feições químicas e físicas.

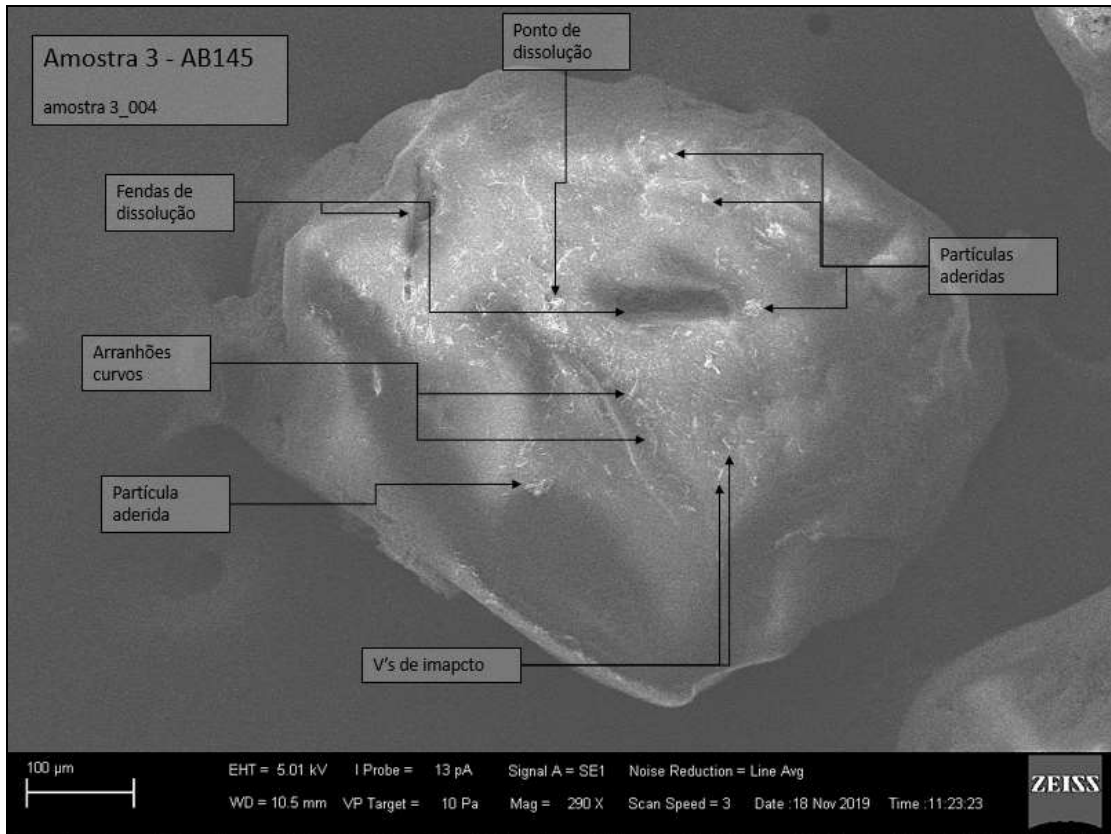


Figura 13 - Grão da amostra AB145 evidenciando feições químicas e físicas.

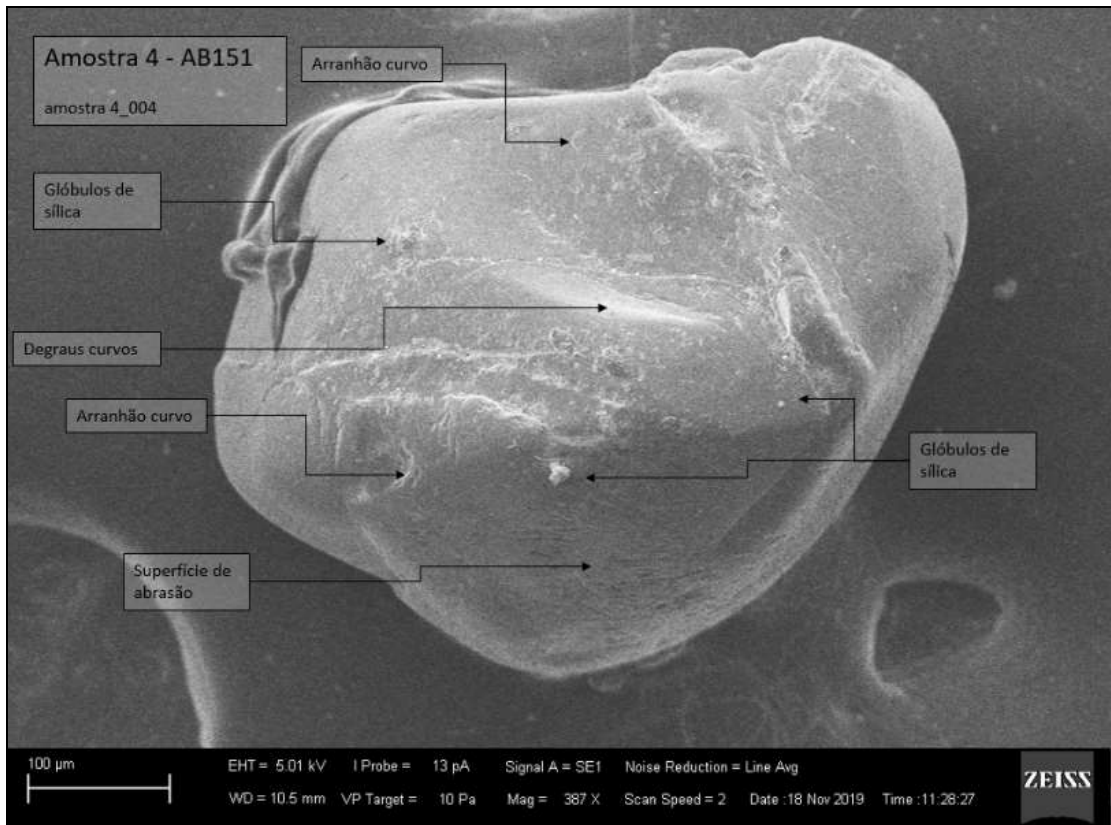


Figura 14 - Grão da amostra AB151 evidenciando feições químicas e físicas.

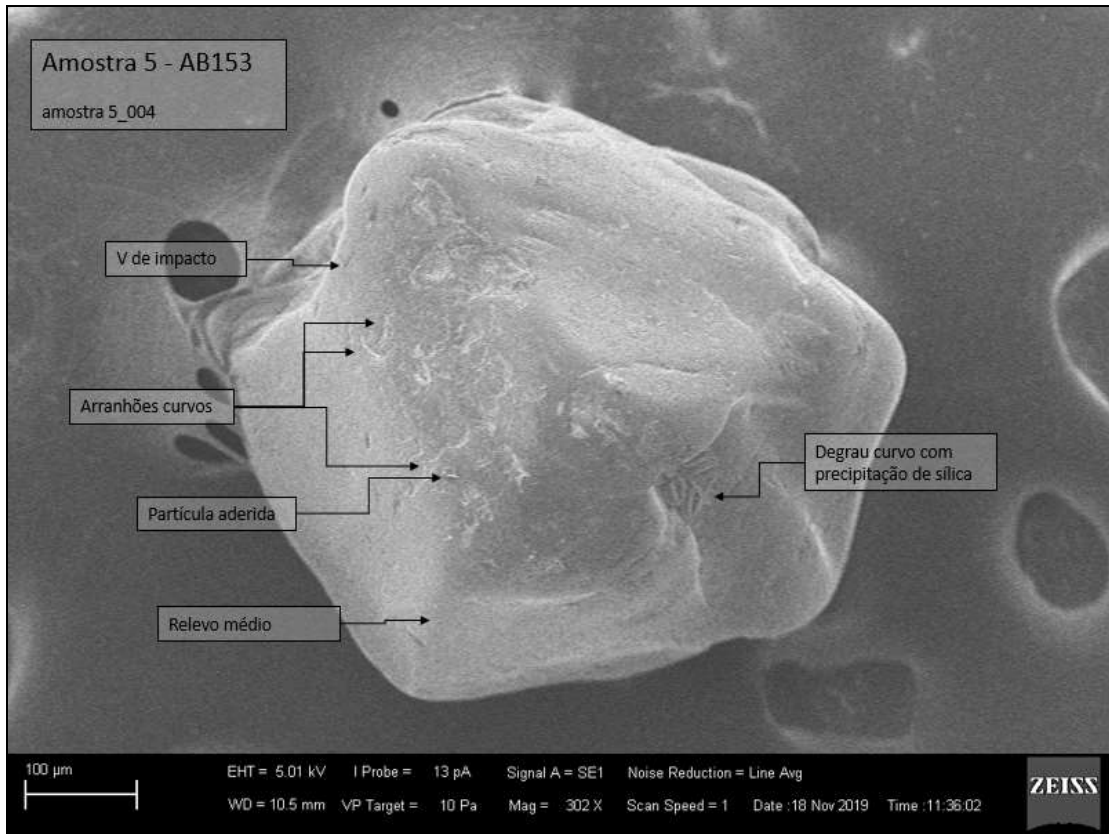


Figura 15 - Grão da amostra AB153 evidenciando feições químicas e físicas.

A realização dessas análises viabilizou o entendimento de que essas amostras são compostas por sedimentos que demonstram fortes indícios de caráter reliquiar, tais como arredondamento/esfericidade do grão, marcas físicas preservadas e químicas, conforme descrito nas figuras. Assim, ao realizar as correlações entre os ambientes sedimentares e impressões na superfície desses grãos, por meio do Guia de Interpretação confeccionado no presente trabalho, foi possível verificar que feições abundantes de arranhões curvos e “V’s” de impacto, presença de degraus curvos e relevo médio, se enquadram como ambientes fluviais altamente energéticos, conforme destacam Pettijohn *et al.* (1987). O resultado corrobora com a explanação de Quaresma *et al.* (2015), indicando que a deposição de sedimentos arenosos terrígenos encontrados no setor norte da área de estudo, pode apresentar relação com uma antiga foz do rio Doce que se encontrava deslocada para o norte durante o Holoceno Tardio, como também proposto por Suguio *et al.* (1982). Considerando ainda que os referidos sedimentos foram coletados em profundidades superiores a 30 metros, sugerindo o não retrabalhamento por ondas de tempestade

na região, conforme o trabalho de Bittencourt *et al.* (2007), entende-se que para a instalação de um sistema fluvial nessa região (em distâncias superiores a 25 Km da costa), necessariamente o nível relativo do mar deveria se encontrar em níveis significativamente mais baixos do que o atual.

Quanto à natureza dos grãos avaliados no MEV, 67% foram interpretados como palimpsestos, 27% como relíquias e 7% como modernos. Também foram selecionados os grãos mais representativos por ponto amostral e plotados em mapa para relacionar seus aspectos visuais e respectivos posicionamentos na área de estudo (Figura 16).

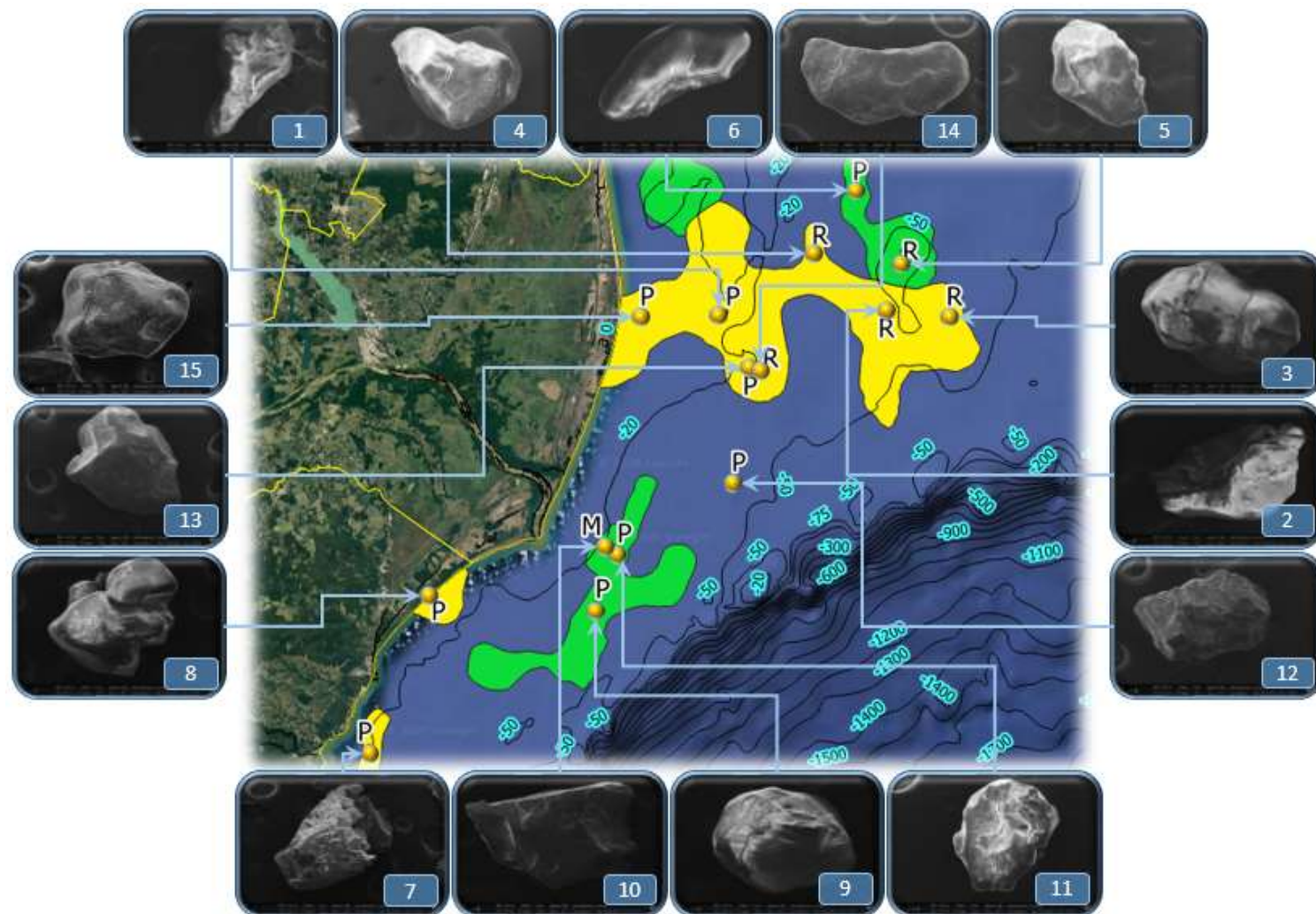


Figura 16 - Grãos relíquias (R), palimpsestos (P) e modernos (M) e imagens de MEV mais representativas por ponto amostral, classes AL1c (amarelo) e AL1C (verde) e seus respectivos posicionamentos na área de estudo.

Ao analisar as amostras de maneira integrada com os principais vetores (da tendência de transporte dos sedimentos - STA) que influenciaram esses pontos amostrais, foi possível verificar que há uma divergência entre os azimutes dos depósitos relíquias e os demais (Figura 17), como pode ser observado também em relação à resultante de 195° (SW) já mencionada nos resultados das análises granulométricas.

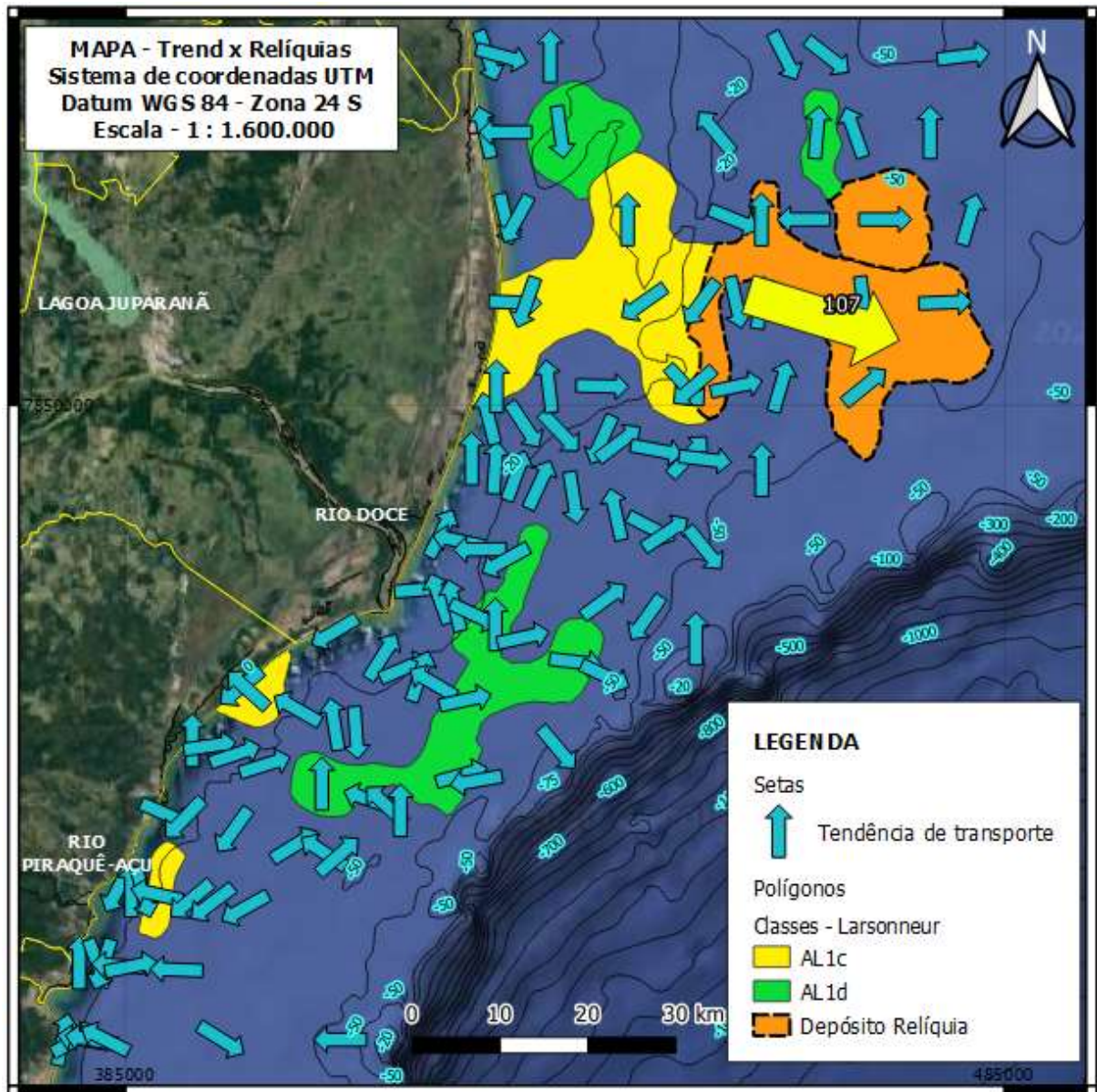


Figura 17 - Mapa com os vetores de tendência de transporte de sedimentos, destaque para os depósitos relíquias (polígono laranja) e sua resultante (seta amarela) de 107° (SE).

A resultante (SE) vetorial, encontrada na região do depósito relíquia, indicou um azimute condizente com o que se espera do sentido de um fluxo fluvial responsável pela deposição desses sedimentos no passado, entretanto cabe ressaltar a necessidade de estudos mais específicos com dados batimétricos que permitam a visualização de um paleocanal ou outros indicativos de paleocorrentes, por exemplo. A posição geográfica desse sistema fluvial pretérito poderia, assim, ser relacionado à dinâmica evolutiva do delta do rio Doce e a configuração da sua foz mais ao norte, que posteriormente migrou para o sul, durante estágios holocênicos como foi destacado por Rossetti *et al.* (2015). Ademais, Costa Júnior (2018) sugere que a presença de depósitos distais contendo minerais pesados na fração areia, associados a paleocanais (registros de sedimentação fluvial) e encontrados no setor norte da área de estudo, estaria relacionada aos sedimentos relíquias depositados em nível relativo de mar baixo, esta afirmação vai ao encontro do estudo de Shepard (1932).

5. CONCLUSÕES

As avaliações das características composicionais da área auxiliaram na restrição das áreas de interesse do presente trabalho e as análises iniciais com a lupa binocular, junto às análises de agrupamento, permitiram guiar o trabalho quanto à compartimentação da área de estudo em função das características morfoscópicas e morfométricas das amostras, denotando diferenças significativas entre as cotas batimétricas e posições geográficas dos grupos. Dada a escala de análise possível com o MEV, os resultados e interpretações obtidos viabilizaram a conclusão de que as análises alcançadas com a lupa binocular, incluindo as granulométricas e composicionais, não garantem elevada assertividade quanto à natureza reliquiar, palimpsesta ou moderna dos grãos.

Apesar das amostras terem sido coletadas na plataforma continental, os atributos dos grãos interpretados como relíquias estão relacionados à ambientes deposicionais fluviais energéticos. Os resultados do presente trabalho possibilitaram o entendimento de que a atual plataforma continental do Espírito Santo possivelmente foi talhada por rios no passado, quando a linha de costa se encontrava recuada a mais de 25 Km (ao leste) em relação à atual. Nessa configuração os rios, dunas, vegetação e a fauna costeiras, ocupavam a área

(atualmente plataformal) como um todo. Essa migração de ambientes, conforme outros autores, pode atribuir aos sedimentos uma sobreposição de impressões, geralmente observada na superfície dos grãos palimpsestos.

Ademais, o mapa de tendências de transporte sedimentar complementou as discussões finais do trabalho, permitindo uma noção relevante para a análise dos sedimentos coletados, uma vez que se reporta às características vinculadas aos materiais e não à situação atual de transporte dos sedimentos na área que se modifica constantemente.

Diante do exposto é notável a necessidade de atenção aos processos cíclicos e episódicos de variação eustática, acarretados tanto pelos processos de glaciais/interglaciais e atividades antrópicas (como queima de combustíveis fósseis, queimadas, metano advindo da pecuária, entre outros), como pelos processos tectônicos. O presente trabalho também evidencia a importância dos estudos oceanográficos na gestão das regiões costeiras. Os planejamentos de longo prazo para possível desocupação e/ou reorganização costeira (de habitações, rodovias, indústrias, entre outros) a medida em que a linha de costa migra no sentido dos continentes, além da dinâmica dos próprios rios que são significativamente povoados em suas margens. Assim, tais assuntos deveriam estar presentes em pautas estratégicas de fóruns e órgãos governamentais competentes para se evitar danos materiais e à vida. Uma evidência da importância desses fóruns é a conclusão de que os processos ocorridos ao longo da evolução da planície deitica do rio Doce (incluindo-se seus rearranjos fluviomorfológicos e as variações eustáticas) são decorrentes de fatores neotectônicos e de deglaciação, sem descartar as possíveis relações com a variação do geóide em escalas mais abrangentes.

Por fim, ressalta-se que diante das especificidades de cada área de atuação profissional, sobretudo aquelas atreladas às geociências, para se obter o real entendimento evolutivo de uma região, deve-se atentar para a necessidade da visão sistêmica dos processos naturais que ocorrem de forma dinâmica e integrada.

6. FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001 and Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J. Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação Geologia Sedimentar. São Paulo: USP, p. 182, 1999.

ALBINO, J.; SUGUIO, K. Sedimentation processes and beach morphodynamics active at the Doce River mouth, Espírito Santo State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 82, n. 4, p. 1031-1044, 2010.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B.; FUCK, R.A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMP. GEOL. NORDESTE - SBG, 8. Campina Grande, p. 363-391, 1977.

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral ecology*, v. 26, n. 1, p. 32-46, 2001.

ARAI, M. A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. *Revista do Instituto de Geociências – USP*. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

BAKER, H. W. Environmental sensitivity of submicroscopic surface textures on quartz sand grains; a statistical evaluation. *Journal of Sedimentary Research*, v. 46, n. 4, p. 871-880, 1976.

BARRIE, J.V., LEWIS, C.F.M., FADER, G.B. AND KING, L.H. Seabed processes on the northeastern Grand Banks of Newfoundland; Modern reworking of relict sediments. *Mar. Geol.*, 57: 209—227, 1984.

BASTOS, A. C.; QUARESMA, V. S.; MARANGONI, M. B.; D'AGOSTINI, D. P.; BOURGUIGNON, S. N.; CETTO, P. H.; COLLINS, M. Shelf morphology as an

indicator of sedimentary regimes: A synthesis from a mixed siliciclastic-carbonate shelf on the eastern Brazilian margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 63, 125-136, 2015.

BERGER, A. L. Long-term variations of daily insolation and Quaternary climatic changes. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 35, n. 12, p. 2362-2367, 1978.

BERGER, A. L. Astronomical theory of paleoclimates and the last glacial-interglacial cycle. *Quaternary Science Reviews*, v. 11, n. 5, p. 571-581, 1992.

BITTENCOURT A.C.S.P., DOMINGUEZ J.M.L., MARTIN L., SILVA I.R., Medeiros K.O.P. Past and current sediment dispersion pattern estimates through numerical modeling of wave climate: an example of the Holocene delta of the Doce River, Espírito Santo, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79(2):333-341, 2007.

BOGGS, S. Principles of sedimentology and stratigraphy. University of Oregon. 4th ed., 2006.

BROWNE, I. Seismic stratigraphy and relict coastal sediments off the east coast of Australia. *Marine Geology*, v. 122, n. 1-2, p. 81-107, 1994.

BULL, A.; MORGAN, M. Sediment fingerprints: a forensic technique using quartz sand grains. *Science and justice*, v. 46, n. 2, p. 107-124, 2006.

CAMARGO, M. G. SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 36, n. 2, p. 371-378, 2006.

CARLIN, J. A.; DELLAPENNA, T. M. The evolution of a subaqueous delta in the Anthropocene: A stratigraphic investigation of the Brazos River delta, TX USA. *Continental Shelf Research*, v. 111, p. 139-149, 2015.

CATUNEANU, O. Principles of sequence stratigraphy. Elsevier, Amsterdam. 375p. 2006.

COHEN, M. C. L., FRANÇA, M. C., DE FÁTIMA ROSSETTI, D., PESSEDA, L. C. R., GIANNINI, P. C. F., LORENTE, F. L., BUSO JUNIOR, A. A.; MACARIO, K. Landscape evolution during the late Quaternary at the Doce River mouth, Espírito Santo State, southeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 415, 48-58, 2014.

COLEMAN, J. M.; PRIOR, D. B. Deltaic environments of deposition. In: Sandstone Depositional Environments. AAPG, p. 139-178, 1982.

COSTA JÚNIOR, A. A. Caracterização e distribuição dos minerais pesados ao longo da plataforma continental do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Espírito Santo, 2018.

DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. EdiPUCRS, 2007.

DIAS, G. T. M. Classificação de sedimentos marinhos: proposta de representação em cartas sedimentológicas. Anais do XXXIX Congr. Brás. Geol., 3, 423-426, 1996.

DIAS, J. A. A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos. Universidade do Algarve. E-Books, 2004.

DIAS, J. A. Evolução do conceito de Sedimento Relíquia. Disponível em: <http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/ebooks/Reliquias.pdf>. Acesso em: 02 de julho de 2018. v. 7, n. 01, p. 2010, 2004.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). Revista Brasileira de Geociências, v. 11, n. 4, p. 227-237, 1981.

EMERY, K. O. Relict sediments on continental shelves of world. AAPG Bulletin, v. 52, n. 3, p. 445-464, 1968a.

FARIA, M. R. D. C. Caracterização sedimentológica dos cordões arenosos holocênicos da planície costeira do delta do rio Paraíba do Sul, Trabalho Final de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2016.

FOLK R.L., WARD, W.C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, v.27, p.3–26.1957.

FRANÇA, R. L.; DEL REY, A. C.; TAGLIARI, C. V.; BRANDÃO, J. R.; FONTANELLI, P. D. R. Bacia do Espírito Santo. Boletim de Geociencias da PETROBRAS, 15(2), 501-509, 2007.

GALLOWAY, W. E. Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. 1975.

HAMMER, Ø.; HARPISTA, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Pacote de software de estatísticas paleontológicas para educação e análise de dados. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, p. 1-9, 2001.

HARRIS, P. T.; MACMILLAN-LAWLER, M. Origin and geomorphic characteristics of ocean basins. In: *Submarine Geomorphology*. Springer, Cham, p. 111-134, 2018.

HATUSHIKA, R. S., MELLO, C. L., & SILVA, C. G. Evidências de atuação neotectônica na formação do lago Juparanã-Linhares (ES). In *Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (Vol. 10)*, 2005.

HATUSHIKA, R. S., MELLO, C. L., & SILVA, C. G. Sismoestratigrafia de alta resolução no lago Juparanã, Linhares (ES-Brasil) como base para estudos sobre a sedimentação e tectônica quaternária. *Revista Brasileira de Geofísica*, 25(4), 433-442, 2007.

HEEZEN, B. C. & MENARD, H. W. II. TOPOGRAPHY AND STRUCTURE. *The Earth beneath the sea: History*, v. 3, p. 233, 1963.

HELLAND, P. E.; HUANG, Pei-Hua; DIFFENDAL, Robert F. SEM analysis of quartz sand grain surface textures indicates alluvial/colluvial origin of the Quaternary "glacial" boulder clays at Huangshan (Yellow Mountain), East-Central China. *Quaternary research*, v. 48, n. 2, p. 177-186, 1997.

HENRIQUES, R. J. Formas, processos e materiais: uma proposta de evolução geomorfológica multiescalar da borda meridional do carste de Lagoa Santa, em Vespasiano, Minas Gerais. Dissertação de mestrado - Instituto de Geociências - Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

IHO (INTERNATIONAL HIDROGRAFIC ORGANIZATION). Standardization of Undersea Feature Names: Guidelines Proposal form Terminology, 4th ed. International Hydrographic Organization and Intergovernmental Oceanographic Commission, Monaco, 2008.

JESUS, L. V. D. & ANDRADE, A. C. D. S. Parâmetros Granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas–Aracaju–SE. *Scientia Plena*, v. 9, num. 5, 2013.

KALINSKA, E. & NARTISS, M. Pleistocene and Holocene aeolian sediments of different location and geological history: A new insight from rounding and frosting of quartz grains. *Quaternary International*, xxx: 1-12, 2013

KOWSMANN, R. O., DE LIMA, A. C., & VICALVI, M. A. Feições indicadoras de instabilidade geológica no talude continental e no Platô de São Paulo. In: *Geologia e Geomorfologia*. pp. 71-97, 2015.

KRINSLEY, D. H.; DOORNKAMP, John C. *Atlas of sand grain surface textures*. Univ. Press Cambridge, Cambridge, 91 p., 1973.

KRINSLEY, D.; TRUSTY, P. Environmental interpretation of quartz grain surface textures. In: *Provenance of arenites*. Springer, Dordrecht. p. 213-229, 1985.

KRINSLEY, D. H.; DOORNKAMP, J. C. *Atlas de texturas de superfície de areia de quartzo*. Cambridge University Press, 2011.

LANDIM, P. M. B. *Análise estatística de dados geológicos multivariados*. Laboratório de Geomatemática, DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Texto Didático 03, 128p, 2000

LEEDER, M. R. Clastic shelves. In: *Sedimentology*. Springer, Dordrecht. p. 202-210, 1982.

LEEDER, M. R. & GAWTHORPE, R. L. Sedimentary models for extensional tilt-block/half-graben basins. *Geological Society, London, Special Publications*, v. 28, n. 1, p. 139-152, 1987.

LEEDER, M.R. *Sedimentology and Sedimentary Basins: From Turbulence to Tectonics*. Blackwell Science Ltd, 592 p., 1999.

LIGUS (Laboratoire de l'Institut de Géographie de l'Université de Strasbourg). *Methodé améliorée pour l'étude des sables*. *Rev. Géom. Dyn*, IV:43-53, 1958.

MACHADO, G. M. V.; ALBINO, J.; LEAL, A. P.; BASTOS, A. C. (2016). Quartz grain assessment for reconstructing the coastal palaeoenvironment. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 70, p. 353-367, 2016.

MANSO, V. D. A. V., CORREA, I. C. S., & GUERRA, N. C. *Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as praias Porto de Galinhas e Campos-litoral sul de Pernambuco, Brasil*. *Pesquisas em Geociências*. Porto Alegre, RS. Vol. 30, n. 2, p. 17-25, 2003.

MARTIN, L., SUGUIO, K., FLEXOR, J.M., ARCHANJO, J.D. Coastal Quaternary formations of the Southern part of the State of Espírito Santo (Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciência*. 68(3): 389-404, 1996.

MARTINS, L. R. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Research*, v. 35, n. 3, p. 768-770, 1965.

MARTINS, I. R.; MARTINS, L. R.; URIEN, C. M. Sedimentos relíquias na plataforma continental brasileira. *Pesquisas em Geociências*, v. 9, n. 9, p. 76-91, 1978.

MARTINS, L. R. Recent sediments and grain-size analysis. *Gravel*, v. 1, p. 90-105, 2003.

MC LAREN, P. An interpretation of trends in grain size measure. *Journal of Sedimentary Petrology* 51 (2), 611–624, 1981.

MELLO, C.L. Sedimentação e Tectônica Cenozóicas no Médio Vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas Implicações na Evolução de um Sistema de Lagos. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 275p, 1997.

MÖRNER, N. A. Eustasy and Geoid Changes. *The Journal of Geology*, v. 84, n. 2, p. 123-151, 1976.

MYCIELSKA-DOWGIALLO, E. & WORONKO, B. The degree of aeolization of Quaternary deposits in Poland as a tool for stratigraphic interpretation. *Sedimentary Geology*, 168: 149–163, 2004.

NARAYANA, A. C.; MOHAN, Rahul; MISHRA, Ravi. Morphology and surface textures of quartz grains from freshwater lakes of McLeod Island, Larsemann Hills, East Antarctica. *Current Science (Bangalore)*, v. 99, n. 10, p. 1420-1424, 2010.

NICHOLS, G. *Sedimentology and stratigraphy*, 2nd ed. John Wiley & Sons, 2009.

NICOLODI, J. L.; PETERMANN, R. M. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 10, n. 2, p. 151-177, 2010.

NOCE, C.M., PEDROSA-SOARES, A.C., PIUZANA, D., ARMSTRONG, R., LAUX, J.H., CAMPOS, C.M., MEDEIROS, S.R. Ages of sedimentation of the kinzigitic complex and of a late orogenic thermal episode in the Araçuaí orogen,

Northern Espírito Santo State, Brazil: Zircon and monazite U-Pb SHRIMP and ID-TIMS data. *Revista Brasileira de Geociências*, 3:587-592, 2004.

NORDSTROM, C. E.; MARGOLIS, S. V. Sedimentary history of central California shelf sands as revealed by scanning electron microscopy. *Journal of Sedimentary Research*, v. 42, n. 3, p. 527-536, 1972.

PAILLARD, D. Quaternary glaciations: from observations to theories (Milankovic Medal Lecture). In: EGU General Assembly Conference Abstracts. p. 14249, 2013.

PAILLARD, D. Quaternary glaciations: from observations to theories. *Quaternary Science Reviews*, v. 107, p. 11-24, 2015.

PEDROSA-SOARES, A.C., WIEDEMANN, C., FERNANDES, M.L.S., FARIA, L.F., FERREIRA, J. C. H. Geotectonic Significance of the Neoproterozoic Granitic Magmatism in the Araçuaí Belt, Eastern Brazil: a Model and Pertinent Questions. *Revista Brasileira de Geociências* 29(1): 59-66, 1999.

PEROVANO, R., REIS, A. T. D., SILVA, C. G., VENDEVILLE, B. C., GORINI, C., OLIVEIRA, V. D., & ARAÚJO, É. F. D. S. O Processo de colapso gravitacional da seção marinha da bacia da foz do Amazonas-Margem Equatorial Brasileira. *Revista Brasileira de Geofísica*, 27(3), 459-484, 2009.

PETTIJOHN, F. J.; POTTER, P. E.; SIEVER, R. Sand and Sandstone, 2nd, p. 533, 1987.

POIZOT, E.; MÉAR, Y. Using a GIS to enhance grain size trend analysis. *Environmental Modelling & Software*, v. 25, n. 4, p. 513-525, 2010.

POLIZEL, S. P.; ROSSETTI, D. F. Caracterização morfológica do delta do rio Doce (ES) com base em análise multissensor. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 15.2, 2014.

POWERS, M. C. A new roundness scale for sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Research*, v. 23, n. 2, p. 117-119, 1953.

QUARESMA, V. D. S.; CATABRIGA, G.; BOURGUIGNON, S. N.; GODINHO, E.; BASTOS, A. C. Modern sedimentary processes along the Doce river adjacent continental shelf. *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, n. 4, p. 635-644, 2015.

RAJGANAPATHI, V. C., JITHESHKUMAR, N., SUNDARARAJAN, M., BHAT, K. H., VELUSAMY, S. Grain size analysis and characterization of sedimentary

environment along Thiruchendur coast, Tamilnadu, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 6(12), 4717-4728, 2013.

READING, H. G. *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd. Edition. Blackwell Science. Oxford, 1996.

REED, S.B. *Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology*. University of Cambridge, 199 p., 1996.

ROSSETTI, D. F.; POLIZEL, S. P.; COHEN, M. C. L.; PESSENDA, L. C. R. Late Pleistocene–Holocene evolution of the Doce River delta, southeastern Brazil: implications for the understanding of wave-influenced deltas. *Marine Geology*, 367, 171-190, 2015.

PRÓSPERI, G. O. El texto como palimpsesto. Reflexiones en torno a la lectura literaria. *Revista chilena de literatura*, n. 93, p. 215-234, 2016.

SANDERS, J. E.; KUMAR, N. Evidence of shoreface retreat and in-place “drowning” during Holocene submergence of barriers, shelf off Fire Island, New York. *Geological Society of America Bulletin*, v. 86, n. 1, p. 65-76, 1975.

SELLEY, R. C. *Applied sedimentology*. Elsevier, 2000.

SHEPARD, F. P. Sediments of the continental shelves. *Bulletin of the Geological Society of America*, v. 43, n. 4, p. 1017-1040, 1932.

SHEPARD, F. P., MANAR, R. Y., & Young, R. Distinguishing between beach and dune sands. *Journal of Sedimentary Research*, 31(2), 196-214, 1961.

SILVA, A. E. *Evolução Sedimentar Recente ao Longo de uma Plataforma Continental Contrastante de Sedimentação*. Tese de doutorado - Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.

SILVA, J. G. R. Ciclos orbitais ou ciclos de Milankovitch. *Textos de Glossário Geológico Ilustrado*, 2007.

SYVITSKI, J. PM; KETTNER, A. Sediment flux and the Anthropocene. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 369, n. 1938, p. 957-975, 2011.

SWIFT, D., STANLEY, D., & CURRAY, J. Relict Sediments on Continental Shelves: A Reconsideration. *The Journal of Geology*, vol. 79, no. 3, pp. 322–346, 1971.

SWIFT, D. J. Barrier-island genesis: evidence from the central Atlantic shelf, eastern USA. *Sedimentary Geology*, v. 14, n. 1, p. 1-43, 1975.

SUGUIO, K. & KOHLER, H.C. Quaternary Barred Lake Systems of the Doce River (Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 64(2): 183-191, 1992.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L. Evolução da planície costeira do Rio Doce (ES) durante o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. *Simpósio do Quaternário no Brasil*, 4. Rio de Janeiro, 1982.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. O cenozóico costeiro do Rio Grande do Sul. *Geologia do Rio Grande do Sul*. Ed. CIGO/UFRGS, Porto Alegre, p. 375-406, 2000.

TUDOR, F. M. Critérios de reconhecimento dos depósitos de inundação tsunamigénica no contexto do Ordenamento do Território. *Dissertação de Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território*, IGOT/Ulisboa – Universidade de Lisboa, 2017.

VIEIRA, F. V. Sedimentação da plataforma continental do Espírito Santo: do aporte terrígeno à ocorrência de fundos recifais. *Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Espírito Santo*, 2017.

VIEIRA, F. V., BASTOS, A. C., QUARESMA, V. S., LEITE, M. D., COSTA JR, A., OLIVEIRA, K. S., DALVI, F. D., BAHIA, R.G., HOLZ., V. L., MOURA, R. L., & AMADO FILHO, G. M. Along-shelf changes in mixed carbonate-siliciclastic sedimentation patterns. *Continental Shelf Research*, 187, 103964, 2019.

VILAS BOAS, G. S., SAMPAIO, F. J., & Pereira, A. The Barreiras Group in the Northeastern coast of the State of Bahia, Brazil: depositional mechanisms and processes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73(3), 417-427, 2001.

VOS, K.; VANDENBERGHE, N.; ELSEN, J. Surface textural analysis of quartz grains by scanning electron microscopy (SEM): From sample preparation to environmental interpretation. *Earth-Science Reviews*, 128: 93-104, 2014.

WARRIER, A. K.; PEDNEKAR, H.; MAHESH, B. S., MOHAN, R.; GAZI, S. Sediment grain size and surface textural observations of quartz grains in late quaternary lacustrine sediments from Schirmacher Oasis, East Antarctica: Paleoenvironmental significance. *Polar Science*, v. 10, n. 1, p. 89-100, 2016.

ZECCHIN, M., CERAMICOLA, S., GORDINI, E., DEPONTE, M., & CRITELLI, S. Cliff overstep model and variability in the geometry of transgressive erosional surfaces in high-gradient shelves: the case of the Ionian Calabrian margin (southern Italy). *Marine Geology*, 281(1-4), 43-58, 2011.

ZECCHIN, M., CERAMICOLA, S., LODOLO, E., CASALBORE, D., & CHIOCCI, F. L. Episodic, rapid sea-level rises on the central Mediterranean shelves after the last glacial maximum: a review. *Marine Geology*, 369, 212-223, 2015.

8. APÊNDICES

8.1. APÊNDICE I

Ponto	Média e Classificação		Mediana	Selecionamento e Classificação		Assimetria e Classificação		Curtose e Classificação	
AB137	2,578	Areia fina	0,7545	3,533	Muito pobremente selecionado	0,6619	Muito positiva	0,5722	Muito platicúrtica
AB138	0,9068	Areia grossa	0,9505	0,9466	Moderadamente selecionado	-0,04744	Aproximadamente simétrica	1,024	Mesocúrtica
AB139	0,1654	Areia grossa	0,1821	0,8191	Moderadamente selecionado	0,06288	Aproximadamente simétrica	0,9074	Mesocúrtica
AB140	0,1638	Areia grossa	0,1907	0,8111	Moderadamente selecionado	0,08097	Aproximadamente simétrica	1,001	Mesocúrtica
AB141	4,578	Silte grosso	5,514	3,554	Muito pobremente selecionado	-0,3026	Muito negativa	0,6858	Platicúrtica
AB142	2,297	Areia fina	2,011	3,57	Muito pobremente selecionado	0,2652	Positiva	0,6549	Muito platicúrtica
AB143	0,2044	Areia grossa	-0,194	1,667	Pobremente selecionado	0,3958	Muito positiva	1,054	Mesocúrtica
AB144	0,5244	Areia grossa	0,5244	1,075	Pobremente selecionado	0,3106	Muito positiva	3,617	Extremamente leptocúrtica
AB145	6,022	Silte fino	5,73	1,618	Pobremente selecionado	0,3027	Muito positiva	0,8334	Platicúrtica
AB146	4,37	Silte grosso	4,863	2,759	Muito pobremente selecionado	-0,1742	Negativa	1,746	Muito leptocúrtica
AB147	0,1315	Areia grossa	0,2101	0,9901	Moderadamente selecionado	-0,1412	Negativa	1,156	Leptocúrtica
AB148	2,413	Areia fina	2,553	1,213	Pobremente selecionado	-0,2903	Negativa	1,443	Leptocúrtica
AB149	-0,4934	Areia muito grossa	-1,045	0,9096	Moderadamente selecionado	1,153	Negativa	0,5019	Muito platicúrtica
AB150	2,557	Areia fina	1,511	2,45	Muito pobremente selecionado	0,6473	Muito positiva	2,267	Muito leptocúrtica
AB151	1,247	Areia média	1,372	0,8133	Moderadamente selecionado	-0,2256	Negativa	1,456	Leptocúrtica
AB152	2,646	Areia fina	2,763	1,373	Pobremente selecionado	-0,1017	Negativa	1,527	Muito leptocúrtica
AB153	6,218	Silte fino	6,056	1,642	Pobremente selecionado	0,1919	Positiva	0,8309	Platicúrtica
AB154	5,753	Silte médio	5,367	2,118	Muito pobremente selecionado	0,1252	Positiva	1,473	Leptocúrtica
AB155	0,9783	Areia grossa	1,457	2,161	Muito pobremente selecionado	0,03293	Aproximadamente simétrica	0,6468	Muito platicúrtica
AB156	1,75	Areia média	2,098	2,113	Muito pobremente selecionado	-0,1186	Negativa	1,427	Leptocúrtica
AB157	0,9838	Areia grossa	1,043	1,044	Pobremente selecionado	-0,03583	Aproximadamente simétrica	1,05	Mesocúrtica
AB158	0,5516	Areia grossa	-0,614	2,749	Muito pobremente selecionado	0,742	Muito positiva	1,118	Leptocúrtica
AB159	2,912	Areia fina	2,54	1,677	Pobremente selecionado	0,4805	Muito positiva	3,013	Extremamente leptocúrtica
AB160	5,04	Silte médio	5,123	2,588	Muito pobremente selecionado	-0,0123	Aproximadamente simétrica	1,143	Leptocúrtica
AB161	1,783	Areia média	2,445	2,44	Muito pobremente selecionado	-0,1293	Negativa	1,076	Mesocúrtica
AB162	2,646	Areia fina	2,923	1,953	Pobremente selecionado	-0,1212	Negativa	1,929	Muito leptocúrtica
AB163	1,377	Areia média	1,363	0,9079	Moderadamente selecionado	0,06987	Aproximadamente simétrica	0,9832	Mesocúrtica
AB164	2,596	Areia fina	2,102	2,003	Muito pobremente selecionado	0,4727	Muito positiva	1,998	Muito leptocúrtica
AB165	5,297	Silte médio	5,344	2,759	Muito pobremente selecionado	0,02121	Aproximadamente simétrica	0,7303	Platicúrtica
AB166	6,439	Silte fino	6,241	1,776	Pobremente selecionado	0,2019	Positiva	0,8716	Platicúrtica
AB167	4,868	Silte grosso	4,993	2,615	Muito pobremente selecionado	-0,01354	Aproximadamente simétrica	0,7884	Platicúrtica
AB168	2,069	Areia fina	2,154	0,7116	Moderadamente selecionado	-0,2107	Negativa	0,8364	Platicúrtica
AB169	2,665	Areia fina	2,635	1,795	Pobremente selecionado	0,1874	Positiva	2,115	Muito leptocúrtica

AB170	2,805	Areia fina	2,725	0,8708	Moderadamente selecionado	-0,02216	Aproximadamente simétrica	1,144	Leptocúrtica
AB171	0,9438	Areia grossa	0,7633	0,9197	Moderadamente selecionado	0,321	Muito positiva	1,09	Mesocúrtica
AB172	1,659	Areia média	0,8613	2,433	Muito pobremente selecionado	0,5747	Muito positiva	2,167	Muito leptocúrtica
AB173	2,451	Areia fina	2,483	0,8538	Moderadamente selecionado	-0,05808	Aproximadamente simétrica	1,21	Leptocúrtica
AB174	2,496	Areia fina	2,577	1,121	Pobremente selecionado	-0,19	Negativa	0,9415	Mesocúrtica
AB175	2,445	Areia fina	2,473	1,07	Pobremente selecionado	-0,1114	Negativa	1,04	Mesocúrtica
AB176	2,133	Areia fina	1,94	0,981	Moderadamente selecionado	0,2351	Positiva	0,8575	Platicúrtica
AB177	2,045	Areia fina	2,102	0,764	Moderadamente selecionado	-0,1219	Negativa	0,9024	Mesocúrtica
AB178	3,182	Areia muito fina	3,313	1,907	Pobremente selecionado	0,03608	Aproximadamente simétrica	2,077	Muito leptocúrtica
AB179	6,214	Silte fino	5,988	1,87	Pobremente selecionado	0,1889	Positiva	0,8749	Platicúrtica
AB180	3,444	Areia muito fina	3,444	0,4751	Bem selecionado	-0,1915	Negativa	1,196	Leptocúrtica
AB181	2,839	Areia fina	3,262	1,264	Pobremente selecionado	-0,6208	Muito negativa	1,353	Leptocúrtica
AB182	1,978	Areia média	1,921	1,196	Pobremente selecionado	0,2583	Positiva	1,668	Muito leptocúrtica
AB183	1,424	Areia média	1,442	0,8292	Moderadamente selecionado	-	Aproximadamente simétrica	1,088	Mesocúrtica
AB184	2,735	Areia fina	2,705	0,8367	Moderadamente selecionado	0,002083	Aproximadamente simétrica	0,9697	Mesocúrtica
AB185	3,467	Areia muito fina	3,467	0,5437	Moderadamente selecionado	-0,03433	Negativa	1,737	Muito leptocúrtica
AB186	3,502	Areia muito fina	3,502	0,3244	Muito bem selecionado	0	Aproximadamente simétrica	0,7377	Platicúrtica
AB187	3,448	Areia muito fina	3,448	0,4406	Bem selecionado	-0,1887	Negativa	1,185	Leptocúrtica
AB188	0,4658	Areia grossa	1,141	1,473	Pobremente selecionado	-0,305	Muito negativa	0,5449	Muito platicúrtica
AB189	1,962	Areia média	1,886	1,117	Pobremente selecionado	0,3914	Muito positiva	1,743	Muito leptocúrtica
AB190	1,667	Areia média	1,509	1,315	Pobremente selecionado	0,1642	Positiva	2,276	Muito leptocúrtica
AB191	2,075	Areia fina	2,111	0,7609	Moderadamente selecionado	0,04598	Aproximadamente simétrica	0,9545	Mesocúrtica
AB192	3,651	Areia muito fina	3,571	1,04	Pobremente selecionado	0,44	Muito positiva	3,196	Extremamente leptocúrtica
AB196	6,246	Silte fino	6,098	1,715	Pobremente selecionado	0,1666	Positiva	0,7924	Platicúrtica
AB197	3,355	Areia muito fina	3,404	0,6033	Moderadamente selecionado	-0,3314	Muito negativa	1,526	Muito leptocúrtica
AB198	2,151	Areia fina	3,219	1,77	Pobremente selecionado	-0,7161	Muito negativa	1,328	Leptocúrtica
AB199	2,499	Areia fina	2,48	0,9986	Moderadamente selecionado	0,02699	Aproximadamente simétrica	0,6969	Platicúrtica
AB200	3,787	Areia muito fina	2,699	2,464	Muito pobremente selecionado	0,6122	Muito positiva	0,9535	Mesocúrtica
AB201	3,561	Areia muito fina	3,532	1,088	Pobremente selecionado	0,3191	Muito positiva	3,231	Extremamente leptocúrtica
AB202	5,058	Silte médio	3,993	2,344	Muito pobremente selecionado	0,5745	Muito positiva	0,7716	Platicúrtica
AB203	2,79	Areia fina	3,28	1,457	Pobremente selecionado	-0,6722	Muito negativa	1,753	Muito leptocúrtica
AB207	3,463	Areia muito fina	3,463	0,4232	Bem selecionado	-0,1759	Negativa	1,138	Leptocúrtica
AB209	3,099	Areia muito fina	3,244	0,7394	Moderadamente selecionado	-0,3727	Muito negativa	1,04	Mesocúrtica
AB210	2,886	Areia fina	2,22	2,232	Muito pobremente selecionado	0,4977	Muito positiva	2,197	Muito leptocúrtica
AB211	3,889	Areia muito fina	2,741	2,399	Muito pobremente selecionado	0,6458	Muito positiva	0,9591	Mesocúrtica
AB212	5,324	Silte médio	5,338	2,843	Muito pobremente selecionado	0,02585	Aproximadamente simétrica	0,7374	Platicúrtica

AB213	-0,1585	Areia muito grossa	-0,2513	0,6435	Moderadamente selecionado	0,2133	Positiva	0,8133	Platicúrtica
AB214	0,8651	Areia grossa	0,9113	0,8537	Moderadamente selecionado	-0,1453	Negativa	0,8687	Platicúrtica
AB215	0,1612	Areia grossa	0,1779	0,8143	Moderadamente selecionado	0,06056	Aproximadamente simétrica	0,9026	Mesocúrtica
AB216	0,1303	Areia grossa	0,1577	0,7511	Moderadamente selecionado	0,03978	Aproximadamente simétrica	0,9093	Mesocúrtica
AB217	0,01784	Areia grossa	-0,0328	1,09	Pobrememente selecionado	0,03751	Aproximadamente simétrica	1,044	Mesocúrtica
AB219	0,4724	Areia grossa	0,334	1,548	Pobrememente selecionado	0,358	Muito positiva	0,4292	Muito platicúrtica
AB220	0,1365	Areia grossa	-0,2124	1,609	Pobrememente selecionado	0,3825	Muito positiva Aproximadamente simétrica	1,069	Mesocúrtica
AB221	0,487	Areia grossa	0,487	0,4991	Bem selecionado	-0,05402	Aproximadamente simétrica	1,316	Leptocúrtica
AB222	1,006	Areia média	1,182	0,9966	Moderadamente selecionado	-0,2386	Negativa Aproximadamente simétrica	1,03	Mesocúrtica
AB223	0,7953	Areia grossa	0,7772	0,8512	Moderadamente selecionado	-0,05958	Aproximadamente simétrica	0,9311	Mesocúrtica
AB224	0,1382	Areia grossa	0,2166	0,9972	Moderadamente selecionado	-0,1354	Negativa	1,163	Leptocúrtica
RD471	3,951	Areia muito fina	2,962	2,727	Muito pobrememente selecionado	0,4377	Muito positiva	1,23	Leptocúrtica
RD472	-0,3919	Areia muito grossa	-0,9627	1,511	Pobrememente selecionado	0,9516	Muito positiva	1,046	Mesocúrtica
RD473	1,167	Areia média	1,269	0,619	Moderadamente selecionado	-0,2512	Negativa	0,8601	Platicúrtica
RD474	1,334	Areia média	1,431	1,488	Pobrememente selecionado	0,1634	Positiva Aproximadamente simétrica	3,535	Extremamente leptocúrtica
RD475	7,191	Silte muito fino	7,201	1,798	Pobrememente selecionado	0,01504	Aproximadamente simétrica	0,9217	Mesocúrtica
RD476	0,08177	Areia grossa	0,2108	1,367	Pobrememente selecionado	0,07789	Aproximadamente simétrica	0,5143	Muito platicúrtica
RD477	2,928	Areia fina	2,283	3,528	Muito pobrememente selecionado	0,2474	Positiva	0,7175	Platicúrtica
RD478	2,306	Areia fina	2,065	3,597	Muito pobrememente selecionado	0,251	Positiva	0,8725	Platicúrtica
RD479	2,706	Areia fina	2,342	2,956	Muito pobrememente selecionado	0,2026	Positiva	1,603	Muito leptocúrtica
RD480	3,288	Areia muito fina	1,909	3,299	Muito pobrememente selecionado	0,5309	Muito positiva	0,7333	Platicúrtica
RD481	2,286	Areia fina	0,6663	4,01	Extremamente mal selecionado	0,5598	Muito positiva	0,5801	Muito platicúrtica
RD482	3,874	Areia muito fina	2,67	2,455	Muito pobrememente selecionado	0,6448	Muito positiva	1,011	Mesocúrtica
RD483	1,913	Areia média	1,84	0,8457	Moderadamente selecionado	0,151	Positiva Aproximadamente simétrica	1,096	Mesocúrtica
RD484	2,333	Areia fina	2,588	2,953	Muito pobrememente selecionado	0,0532	Aproximadamente simétrica	1,286	Leptocúrtica
RD485	3,705	Areia muito fina	3,136	2,785	Muito pobrememente selecionado	0,2416	Positiva Aproximadamente simétrica	2,107	Muito leptocúrtica
RD486	1,286	Areia média	1,316	0,827	Moderadamente selecionado	0,00919	Aproximadamente simétrica	0,9347	Mesocúrtica
RD487	5,079	Silte médio	5,522	2,934	Muito pobrememente selecionado	-0,1517	Negativa	0,6596	Muito platicúrtica
RD488	3,853	Areia muito fina	2,649	2,55	Muito pobrememente selecionado	0,6355	Muito positiva	0,8486	Platicúrtica
RD489	3,845	Areia muito fina	2,658	2,438	Muito pobrememente selecionado	0,6524	Muito positiva	1,023	Mesocúrtica
RD490	1,938	Areia média	1,912	0,7146	Moderadamente selecionado	-	Aproximadamente simétrica	0,8308	Platicúrtica
RD491	2,062	Areia fina	2,147	0,7087	Moderadamente selecionado	0,003379	Aproximadamente simétrica	0,8308	Platicúrtica
RD492	2,381	Areia fina	2,488	1,143	Pobrememente selecionado	-0,2134	Negativa	0,838	Platicúrtica
RD493	2,381	Areia fina	2,488	1,143	Pobrememente selecionado	-0,1989	Negativa	1,387	Leptocúrtica
RD494	2,848	Areia fina	2,758	1,273	Pobrememente selecionado	0,2607	Positiva	1,959	Muito leptocúrtica
RD494	0,9002	Areia grossa	0,7394	0,8616	Moderadamente selecionado	0,287	Positiva	1,079	Mesocúrtica
RD495	0,6483	Areia grossa	0,6366	0,9385	Moderadamente selecionado	-	Aproximadamente simétrica	0,9724	Mesocúrtica

RD496	6,697	Silte fino	6,658	1,781	Pobrememente selecionado	0,06372	Aproximadamente simétrica	0,9012	Mesocúrtica
RD497	6,584	Silte fino	6,476	1,866	Pobrememente selecionado	0,1204	Positiva	0,8375	Platicúrtica
RD498	6,218	Silte fino	6,638	2,495	Muito pobrememente selecionado	-0,2328	Negativa	1,064	Mesocúrtica
RD499	2,168	Areia fina	1,961	1,009	Pobrememente selecionado	0,2472	Positiva	0,8503	Platicúrtica
RD500	2,023	Areia fina	2,081	0,7289	Moderadamente selecionado	-0,1692	Negativa	0,8478	Platicúrtica
RD501	6,578	Silte fino	6,48	1,705	Pobrememente selecionado	0,1274	Positiva	0,8764	Platicúrtica
RD502	6,292	Silte fino	6,112	1,82	Pobrememente selecionado	0,1667	Positiva	0,8761	Platicúrtica
RD503	6,011	Silte fino	5,944	2,185	Muito pobrememente selecionado	0,09149	Aproximadamente simétrica	0,7876	Platicúrtica
RD504	6,716	Silte fino	6,698	1,833	Pobrememente selecionado	0,05002	Aproximadamente simétrica	0,8665	Platicúrtica
RD505	3,612	Areia muito fina	2,402	2,676	Muito pobrememente selecionado	0,593	Muito positiva	0,7612	Platicúrtica
RD506	1,452	Areia média	1,456	0,8518	Moderadamente selecionado	0,01793	Aproximadamente simétrica	1,106	Mesocúrtica
RD507	2,755	Areia fina	2,718	0,845	Moderadamente selecionado	-0,02652	Aproximadamente simétrica	0,9632	Mesocúrtica
RD508	6,178	Silte fino	5,936	1,785	Pobrememente selecionado	0,229	Positiva	0,9293	Mesocúrtica
RD509	4,68	Silte grosso	3,783	1,831	Pobrememente selecionado	0,7295	Muito positiva	1,026	Mesocúrtica
RD510	5,78	Silte médio	5,622	2,105	Muito pobrememente selecionado	0,1564	Positiva	0,7549	Platicúrtica
RD511	0,6804	Areia grossa	1,233	2,075	Muito pobrememente selecionado	0,003263	Aproximadamente simétrica	1,085	Mesocúrtica
RD512	1,889	Areia média	1,826	0,6485	Moderadamente selecionado	0,1363	Positiva	0,7607	Platicúrtica
RD513	2,508	Areia fina	2,404	1,573	Pobrememente selecionado	0,3793	Muito positiva	2,846	Muito leptocúrtica
RD514	1,431	Areia média	1,466	1,083	Pobrememente selecionado	-0,03456	Aproximadamente simétrica	2,079	Muito leptocúrtica
RD515	2,038	Areia fina	2,074	0,6536	Moderadamente selecionado	-0,07597	Aproximadamente simétrica	0,7418	Platicúrtica
RD516	6,158	Silte fino	5,894	1,704	Pobrememente selecionado	0,2657	Positiva	0,8642	Platicúrtica
RD517	4,689	Silte grosso	3,718	1,868	Pobrememente selecionado	0,7568	Muito positiva	1,089	Mesocúrtica
RD518	5,403	Silte médio	5,061	2,102	Muito pobrememente selecionado	0,266	Positiva	0,8683	Platicúrtica
RD519	5,939	Silte médio	6,024	2,354	Muito pobrememente selecionado	-0,07612	Aproximadamente simétrica	0,9021	Mesocúrtica
RD520	2,445	Areia fina	2,418	0,9668	Moderadamente selecionado	0,03745	Aproximadamente simétrica	0,6963	Platicúrtica
RD521	2,216	Areia fina	2,304	0,741	Moderadamente selecionado	-0,06558	Aproximadamente simétrica	1,092	Mesocúrtica
RD522	3,509	Areia muito fina	3,509	0,9913	Moderadamente selecionado	0,2581	Positiva	3,068	Extremamente leptocúrtica
RD523	6,12	Silte fino	5,844	1,683	Pobrememente selecionado	0,2815	Positiva	0,8525	Platicúrtica
RD524	5,858	Silte médio	5,508	1,883	Pobrememente selecionado	0,2634	Positiva	0,999	Mesocúrtica
RD525	5,88	Silte médio	5,753	1,937	Pobrememente selecionado	0,1275	Positiva	0,8318	Platicúrtica
RD526	6,184	Silte fino	5,949	1,976	Pobrememente selecionado	0,1618	Positiva	0,8987	Platicúrtica
RD527	2,058	Areia fina	2,078	1,452	Pobrememente selecionado	0,1936	Positiva	1,981	Muito leptocúrtica
RD528	3,064	Areia muito fina	2,509	1,871	Pobrememente selecionado	0,5655	Muito positiva	3,343	Extremamente leptocúrtica
RD529	2,398	Areia fina	2,38	0,9435	Moderadamente selecionado	0,04361	Aproximadamente simétrica	0,8504	Platicúrtica
RD530	2,46	Areia fina	2,482	0,9517	Moderadamente selecionado	0,1379	Positiva	2,091	Muito leptocúrtica
RD531	4,767	Silte grosso	3,839	1,893	Pobrememente selecionado	0,706	Muito positiva	0,9125	Mesocúrtica

RD532	6,127	Silte fino	5,887	1,813	Pobrememente selecionado	0,2028	Positiva	0,8765	Platicúrtica
RD533	5,555	Silte médio	5,238	2,059	Muito pobrememente selecionado	0,2675	Positiva	0,7604	Platicúrtica
RD534	5,927	Silte médio	5,694	1,929	Pobrememente selecionado	0,1782	Positiva	0,8237	Platicúrtica
RD535	6,25	Silte fino	5,989	1,973	Pobrememente selecionado	0,1742	Positiva	0,9115	Mesocúrtica
RD536	6,381	Silte fino	6,174	1,811	Pobrememente selecionado	0,2032	Positiva	0,8198	Platicúrtica
RD537	5,466	Silte médio	5,663	2,533	Muito pobrememente selecionado	-0,05381	Aproximadamente simétrica	0,696	Platicúrtica
RD538	5,299	Silte médio	5,192	2,514	Muito pobrememente selecionado	0,06542	Aproximadamente simétrica	0,7844	Platicúrtica
RD539	5,404	Silte médio	5,243	2,375	Muito pobrememente selecionado	0,1316	Positiva	0,8486	Platicúrtica
RD540	-1,181	Granulo	-1,181	0,708	Moderadamente selecionado	0,6451	Muito positiva	-2,542	Muito platicúrtica
RD541	0,5186	Areia grossa	0,5099	0,6584	Moderadamente selecionado	0,04853	Aproximadamente simétrica	1,5	Leptocúrtica
RD542	5,546	Silte médio	5,292	2,178	Muito pobrememente selecionado	0,1453	Positiva	0,9116	Mesocúrtica
RD543	5,108	Silte médio	4,526	2,244	Muito pobrememente selecionado	0,3253	Muito positiva	0,9128	Mesocúrtica
RD544	0,7909	Areia grossa	0,6931	0,7358	Moderadamente selecionado	0,1175	Positiva	1,017	Mesocúrtica
RD545	0,6503	Areia grossa	0,5685	1,019	Pobrememente selecionado	0,3625	Muito positiva	2,664	Muito leptocúrtica
RD546	3,649	Areia muito fina	2,788	2,55	Muito pobrememente selecionado	0,3795	Muito positiva	1,647	Muito leptocúrtica
RD547	5,062	Silte médio	4,731	1,997	Pobrememente selecionado	0,2521	Positiva	0,9902	Mesocúrtica
RD548	0,205	Areia grossa	-0,2346	1,136	Pobrememente selecionado	0,7233	Muito positiva	0,4451	Muito platicúrtica

8.2. APÊNDICE II

AMOSTRA	SaF	SaN	SaB	SaD	AF	NA	AB	AD	SrF	SrN	SrB	SrD	RF	RN	RB	RD
AB140	2,00%	2,00%	1,00%	8,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%	4,00%	27,00%	33,00%	4,00%	0,00%	5,00%	4,00%
AB141	0,00%	1,00%	9,00%	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%	10,00%	36,00%	27,00%	0,00%	0,00%	1,00%	1,00%
AB142	4,00%	7,00%	11,00%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,00%	10,00%	30,00%	18,00%	2,00%	2,00%	3,00%	1,00%
AB144	1,00%	0,00%	4,00%	14,00%	0,00%	0,00%	1,00%	1,00%	11,00%	4,00%	15,00%	42,00%	2,00%	1,00%	1,00%	3,00%
AB145	1,00%	2,00%	2,00%	5,00%	0,00%	1,00%	1,00%	0,00%	5,00%	10,00%	27,00%	32,00%	3,00%	0,00%	3,00%	8,00%
AB149	1,00%	1,00%	10,00%	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,00%	3,00%	23,00%	32,00%	2,00%	0,00%	2,00%	0,00%
AB150	0,00%	0,00%	1,04%	11,46%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,42%	16,67%	20,83%	32,29%	0,00%	1,04%	2,08%	4,17%
AB151	2,00%	4,00%	6,00%	17,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,00%	11,00%	17,00%	32,00%	1,00%	2,00%	2,00%	2,00%
AB153	4,00%	5,00%	7,00%	10,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	5,00%	12,00%	27,00%	18,00%	2,00%	1,00%	5,00%	3,00%
AB154	1,00%	1,00%	6,00%	5,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	8,00%	12,00%	34,00%	26,00%	0,00%	1,00%	2,00%	3,00%
AB159	2,00%	9,00%	18,00%	6,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	5,00%	12,00%	34,00%	6,00%	0,00%	2,00%	3,00%	2,00%
AB161	2,00%	8,00%	8,00%	12,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%	12,00%	15,00%	37,00%	0,00%	0,00%	1,00%	2,00%
AB162	8,08%	15,15%	13,13%	5,05%	0,00%	0,00%	1,01%	0,00%	9,09%	7,07%	23,23%	15,15%	1,01%	1,01%	1,01%	0,00%
AB163	5,21%	15,63%	18,75%	3,13%	0,00%	1,04%	2,08%	0,00%	9,38%	12,50%	23,96%	1,04%	3,13%	1,04%	3,13%	0,00%
RD481	53,01%	1,20%	1,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	33,73%	1,20%	1,20%	3,61%	2,41%	0,00%	1,20%	1,20%
RD482	5,00%	11,00%	12,00%	34,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%	6,00%	4,00%	20,00%	0,00%	1,00%	2,00%	0,00%
RD483	7,00%	11,00%	21,00%	31,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%	4,00%	8,00%	13,00%	0,00%	0,00%	2,00%	0,00%
RD484	8,00%	3,00%	0,00%	57,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	0,00%	2,00%	26,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%
RD485	5,15%	9,28%	6,19%	49,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,09%	9,28%	6,19%	10,31%	0,00%	0,00%	0,00%	1,03%
RD491	6,06%	9,09%	23,23%	32,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,03%	13,13%	11,11%	0,00%	1,01%	0,00%	1,01%
RD494	5,00%	6,00%	12,00%	36,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	2,00%	3,00%	6,00%	25,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
RD497	8,14%	13,95%	11,63%	17,44%	0,00%	0,00%	2,33%	0,00%	2,33%	12,79%	10,47%	20,93%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RD504	3,00%	16,00%	19,00%	31,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%	7,00%	4,00%	16,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%
RD506	5,00%	33,00%	12,00%	10,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	4,00%	10,00%	11,00%	10,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
RD510	5,26%	18,42%	14,47%	5,26%	0,00%	6,58%	11,84%	1,32%	0,00%	6,58%	14,47%	7,89%	0,00%	1,32%	3,95%	2,63%
RD513	4,00%	19,00%	16,00%	34,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%	6,00%	6,00%	7,00%	1,00%	1,00%	2,00%	1,00%
RD514	2,06%	25,77%	15,46%	22,68%	0,00%	0,00%	0,00%	2,06%	4,12%	7,22%	5,15%	12,37%	0,00%	1,03%	2,06%	0,00%
RD515	5,00%	16,00%	14,00%	16,00%	0,00%	4,00%	1,00%	3,00%	2,00%	6,00%	14,00%	12,00%	1,00%	0,00%	4,00%	2,00%
RD519	5,62%	13,48%	17,98%	8,99%	0,00%	1,12%	0,00%	0,00%	5,62%	6,74%	30,34%	7,87%	1,12%	0,00%	1,12%	0,00%

RD520	10,00%	5,00%	12,00%	20,00%	0,00%	0,00%	1,00%	1,00%	17,00%	3,00%	13,00%	13,00%	2,00%	1,00%	2,00%	0,00%
RD525	9,78%	10,87%	26,09%	11,96%	1,09%	0,00%	2,17%	0,00%	9,78%	4,35%	13,04%	4,35%	3,26%	0,00%	2,17%	1,09%
RD526	16,00%	15,00%	22,00%	3,00%	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	15,00%	10,00%	13,00%	1,00%	2,00%	0,00%	2,00%	0,00%
RD533	6,00%	14,00%	26,00%	21,00%	1,00%	3,00%	1,00%	0,00%	3,00%	5,00%	4,00%	11,00%	0,00%	0,00%	5,00%	0,00%
RD536	4,60%	33,33%	2,30%	11,49%	0,00%	2,30%	0,00%	0,00%	10,34%	17,24%	2,30%	14,94%	0,00%	1,15%	0,00%	0,00%
RD540	4,04%	15,15%	15,15%	25,25%	0,00%	1,01%	2,02%	2,02%	2,02%	8,08%	11,11%	9,09%	2,02%	1,01%	2,02%	0,00%
RD541	1,18%	17,65%	28,24%	7,06%	0,00%	1,18%	2,35%	1,18%	7,06%	7,06%	20,00%	4,71%	0,00%	1,18%	1,18%	0,00%
RD542	2,00%	40,00%	26,00%	9,00%	0,00%	1,00%	2,00%	1,00%	1,00%	7,00%	9,00%	1,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%
RD543	1,18%	27,06%	3,53%	42,35%	0,00%	2,35%	0,00%	2,35%	1,18%	8,24%	1,18%	8,24%	0,00%	0,00%	0,00%	2,35%
RD544	10,00%	22,00%	19,00%	7,00%	1,00%	3,00%	4,00%	0,00%	1,00%	13,00%	17,00%	2,00%	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%
RD552	4,12%	5,15%	17,53%	12,37%	1,03%	0,00%	2,06%	0,00%	9,28%	5,15%	20,62%	8,25%	6,19%	2,06%	5,15%	1,03%
RD553	7,06%	25,88%	3,53%	11,76%	0,00%	5,88%	5,88%	4,71%	4,71%	12,94%	7,06%	9,41%	0,00%	1,18%	0,00%	0,00%
RD559	6,38%	9,57%	18,09%	21,28%	0,00%	1,06%	0,00%	0,00%	8,51%	3,19%	12,77%	7,45%	5,32%	0,00%	6,38%	0,00%
RD560	14,00%	18,00%	14,00%	13,00%	0,00%	1,00%	2,00%	0,00%	7,00%	4,00%	18,00%	5,00%	0,00%	0,00%	4,00%	0,00%
RD561	12,22%	7,78%	23,33%	13,33%	0,00%	1,11%	0,00%	1,11%	12,22%	5,56%	18,89%	1,11%	1,11%	1,11%	1,11%	0,00%
RD562	9,38%	28,13%	3,13%	7,29%	2,08%	6,25%	3,13%	3,13%	8,33%	11,46%	3,13%	12,50%	1,04%	1,04%	0,00%	0,00%
RD573	7,69%	14,29%	8,79%	15,38%	0,00%	0,00%	1,10%	0,00%	4,40%	6,59%	12,09%	21,98%	1,10%	4,40%	2,20%	0,00%
RD576	11,00%	5,00%	12,00%	13,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,00%	6,00%	14,00%	22,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,00%
RD577	1,32%	17,11%	1,32%	19,74%	0,00%	1,32%	0,00%	0,00%	3,95%	13,16%	1,32%	40,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RD580	14,63%	9,76%	2,44%	4,88%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	30,49%	4,88%	14,63%	15,85%	1,22%	0,00%	0,00%	1,22%

