



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

RENATA MAYELLE SOUSA FIGUEIRA

**CARACTERÍSTICAS DOS SEDIMENTOS DO ARQUIPÉLAGO DO BAILIQUE
COM BASE EM ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS**

**MACAPÁ
2022**

RENATA MAYELLE SOUSA FIGUEIRA

**CARACTERÍSTICAS DOS SEDIMENTOS DO ARQUIPÉLAGO DO BAILIQUE
COM BASE EM ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de ciências ambientais da Universidade Federal do Amapá, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em ciências ambientais.

Orientador: Dr. Admilson Moreira Torres.

Co-orientador: Dr. Alan Cunha.

MACAPÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) Biblioteca Central da Universidade Federal do
Amapá Elaborada por Jamile da Conceição da Silva –
CRB-2/1010

F475c Figueira, Renata Mayelle Souza.
Características dos sedimentos do arquipélago do Bailique com base em análises
granulométricas / Renata Mayelle Souza Figueira. - 2022.
1 recurso eletrônico. 46 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Ambientais)
– Campus Marco Zero, Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de
Graduação Bacharelado em Ciências Ambientais. Macapá, 2022.

Orientador: Professor Doutor Admilson Moreira
Torres Coorientador: Professor Doutor Alan Cunha
Cavalcanti

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format

(PDF).Inclui referências.

1. Estuários – Amazônia. 2. Sedimentação e depósitos - Amapá. 3. Bailique –
Arquipélago (AP). I. Torres, Admilson Moreira, orientador. II. Cavalcanti, Alan Cunha,
coorientador. III. Título.

Classificação Decimal de Dewey, 22. edição, 551.3

FIGUEIRA, Renata Mayelle Souza. **Características dos sedimentos do arquipélago do Bailique com base em análises granulométricas**. Orientador: Admilson Moreira Torres. Coorientador: Alan Cunha Cavalcanti. 2022. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Ambientais) – Campus Marco Zero, Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Graduação Bacharelado em Ciências Ambientais. Macapá, 2022.

RENATA MAYELLE SOUSA FIGUEIRA

**CARACTERÍSTICAS DOS SEDIMENTOS DO ARQUIPÉLAGO DO BAILIQUE
COM BASE EM ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS**

Trabalho de Conclusão de curso submetido à banca examinadora do Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Aprovado em: 15 de fevereiro de 2022.

Dr. Admilson Moreira Torres

(Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá)
Presidente/Orientador

Prof. Dr. Marcelo José de Oliveira

(Universidade Federal do Amapá)
Membro Titular

MSc. Marcos Henrique de Abreu Martins

(Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá)
Membro avaliador

MACAPÁ

2022

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Reginaldo Figueira e Maria Elismar por todo apoio, dedicação e amor. Aos meus irmãos Marcos, Renan e Matheus, por todo amor e carinho nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar, a Deus, que me abençoou e fez com que meus objetivos fossem alcançados durante todos esses anos de estudo. Por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação nos tempos difíceis para não desanimar durante a realização desse trabalho. “Ebenézer, até aqui o senhor nos ajudou” 1 Samuel 7:12.

Aos meus pais Reginaldo Figueira e Maria Sousa por serem meu porto seguro e aos meus irmãos por todo apoio a mim dado e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho, obrigado por sempre me abençoar e me apoiar em tudo, sem a ajuda e dedicação de vocês eu jamais chegaria até aqui.

Aos meus amigos queridos de ciências ambientais, turma de 2016 em especial meu grupo querido “nhonhos” Larissa, Elaine, por todo companheirismo durante o curso e durante a realização desse trabalho, agradecimento especial a minha amiga e companheira de pesquisa Tannara Gemaque pelo apoio dado desde o começo da pesquisa, nas análises laboratoriais. A Eliliane Brito e a Jessica Melo pela força dada em todo momento e na formatação do trabalho.

Ao meu namorado Levi, por todo apoio, incentivo, carinho, cuidado e aquele empurrãozinho dado para que esse trabalho fosse realizado.

Ao meu orientador, Dr Admilson Torres, pela oportunidade de estagiar e poder seguir na linha de pesquisa. Obrigada, por ser um excelente professor e profissional, que conduziu o trabalho com paciência e dedicação sempre disponível a compartilhar seu vasto conhecimento, por sempre estar disposto a tirar todas as minhas dúvidas nas análises de laboratório até as pesquisas para que esse trabalho fosse concluído.

Ao Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA, ao Laboratório de Análise de Sedimentos - LASED, pela oportunidade e recepção, pelo fornecimento de dados e matérias que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

Aos queridos técnicos Dinaldo, Sergio e Chicão por me recepcionar tão bem e contribuir com minha pesquisa, durante todo o período de estágio.

A banca examinadora na qualificação e na defesa: o professor Marcelo Oliveira e os Pesquisadores Marcos Martins e Admilson Torres pelas grandes contribuições a este trabalho.

A instituição de ensino Universidade Federal do Amapá que por quatro anos foi a minha segunda casa, aos meus professores queridos do colegiado de Ciências Ambientais por serem fundamentais nessa jornada acadêmica. A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

RESUMO

O arquipélago do Bailique faz parte do sistema estuarino na desembocadura do rio Amazonas. No período de estiagem, outubro de 2017, foram coletadas superficialmente 18 amostras de sedimentos de fundo dos canais em seis perfis transversais. Os sedimentos grossos foram lavados, secados e peneirados enquanto que os sedimentos finos foram pipetados. Os dados do peso retido em cada diâmetro médio foram lançados no Sistema de Análises Granulométricas (SYSGRAN) que forneceu o tamanho do grão, o selecionamento, a assimetria e a curtose. Analisando os resultados obtidos pode-se observar que os sedimentos que compõem canais ao longo do arquipélago do Bailique são predominantemente de tamanho silte grosso, pobremente selecionados, com curvas assimétricas positivas e leptocúrticas. Os sedimentos foram classificados pelo diagrama de Shepard como silte arenoso a areia siltica. Já o diagrama de Pejrup indica um ambiente de hidrodinâmica muito alta, que está de acordo com uma área estuarina fortemente influenciada pela ação das marés.

Palavras-chave: Análise granulométrica. Região estuarina. Arquipélago do Bailique.

ABSTRACT

The Bailique archipelago is part of the estuarine system at the mouth of the Amazon River. In the dry season, October 2017, 18 samples of sediment from the bottom of the channels were collected on the surface in six transversal profiles. Coarse sediments were washed, dried and sieved while fine sediments were pipetted. The data on the weight retained in each average diameter were entered into the Granulometric Analysis System (SYSGRAN) which provided grain size, selection, asymmetry and kurtosis. Analyzing the results obtained, it can be observed that the sediments that compose channels along the Bailique archipelago are predominantly of coarse silt size, poorly sorted, with asymmetric positive and leptokurtic curves. Sediments were classified by the Shepard diagram as sandy silt to silty sand. The Pejrup diagram, on the other hand, indicates a very high hydrodynamic environment, which is in agreement with an estuarine area strongly influenced by tidal action.

Keywords: Particle size analysis. Estuarine region. Bailique archipelago.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Fluxo de água mostrando os diferentes tipos de transporte sedimentar: tração por rolamento ou deslizamento (arrasto), saltação e suspensão.	18
Figura 2- Diagrama de Pejrup para classificação de sedimentos estuarinos.	23
Figura 3- Hidrodinâmica na região do arquipélago do Bailique no período de estiagem (outubro/2017) inferida a partir do Diagrama de Pejrup (1988).	42
Figura 4- Diagrama triangular de Shepard (1954) para a classificação textural das amostras analisadas.	43
Fotografia 1- Amostras acondicionadas em vasilhas	27
Fotografia 2- Amostras em processo de oxidação.	27
Fotografia 3- Amostras lavadas e secas.	27
Mapa 1- Localização do arquipélago do Bailique e dos pontos de coletas	25
Tabela 1- Relação entre classificação verbal de Wentworth e valores numéricos das escalas phi de tamanho de grão com tamanhos de peneiras em milímetros. ..	19
Tabela 2- Escala verbal do grau de seleção de Folk & Ward.....	21
Tabela 3- Classificação verbal quanto à assimetria de Folk & Ward.....	22
Tabela 4- Classificação verbal quanto à curtose de Folk & Ward.	22
Quadro 1- Parâmetros granulométricos e classificação das 18 amostras de sedimentos estudados.	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição granulométrica dos valores do tamanho médio dos grãos nos sedimentos de fundo nos canais do arquipélago do Bailique.	30
Gráfico 2. Comportamento da média granulométrica no período de estiagem.	31
Gráfico 3. Distribuição espacial dos valores de diâmetro médio nos sedimentos de fundo analisados.	32
Gráfico 4. Comportamento do desvio padrão no período de estiagem dos seis canais que cortam o Arquipélago do Bailique.	33
Gráfico 5. Comportamento da assimetria no período de estiagem.	34
Gráfico 6. Distribuição espacial dos valores de assimetria nos sedimentos de fundo analisados.	35
Gráfico 7. Comportamento da curtose no período de estiagem dos seis canais que cortam o arquipélago do Bailique.	36
Gráfico 8. Distribuição espacial dos valores de curtose nos sedimentos de fundo dos canais no arquipélago do Bailique.	37
Gráfico 9. Relação entre a média (ϕ) e a curtose (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.	38
Gráfico 10. Relação entre a média (ϕ) e o grau de seleção (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.	39
Gráfico 11. Relação entre a média (ϕ) e a assimetria (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.	39
Gráfico 12. Relação entre a curtose (ϕ) e a assimetria (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.	40
Gráfico 13. Relação entre a curtose (ϕ) e o grau de seleção (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.	41
Gráfico 14. Relação entre grau de seleção (ϕ) e o assimetria (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	AMBIENTE ESTUARINO	16
2.2	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	17
2.3	ANALISE GRANULOMÉTRICAS	18
2.4	SIGNIFICADO DOS PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS	20
2.4.1	Média ou Diâmetro Médio	20
2.4.2	Grau de seleção ou desvio padrão	20
2.4.3	Assimetria	21
2.4.4	Curtose	22
2.5	DIAGRAMA DE PEJRUP	23
2.6	DIAGRAMA DE SHEPARD	24
3	METODOLOGIA	25
3.1	ÁREA DE ESTUDO	25
3.2	TRABALHO DE CAMPO	26
3.3	ANÁLISES DE LABORATÓRIO	26
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICAS DOS DADOS	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	DISTRIBUIÇÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS GRANULOMÉTRICOS	29
4.1.1	Média ou diâmetro médio	30
4.1.2	Grau de seleção ou desvio padrão	33
4.1.3	Assimetria	34
4.1.4	Curtose	35
4.2	RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS	37
4.2.1	Relação entre a média e a curtose	38
4.2.2	Relação entre a média e o grau de seleção	38
4.2.3	Relação entre a média e a simetria	39

4.2.4 Relação entre a curtose e a assimetria	40
4.2.5 Relação entre curtose e o grau de seleção	40
4.2.6 Relação entre o grau de seleção e a assimetria.....	41
4.3 HIDRODINÂMICA A PARTIR DO DIAGRAMA DE PEJRUP	42
4.4 CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DE SHEPARD	43
5 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

Os estuários são ambientes costeiros de grande fragilidade em função de seu caráter transitório, sujeitos à intensa ação de forçantes físicas, dentre as quais se destaca a entrada de água doce e as oscilações de maré. Apresentam formas efêmeras do ponto de vista geológico, pois são áreas de deposição sedimentar, e sua morfologia, no geral, reflete às características das principais forçantes que nele atuam. (VEROZ JR; BASTOS; QUARESMA, 2009).

Na região estuarina da foz do rio Amazonas onde há grande escassez de informações. O arquipélago do Bailique, drenado pelo Canal do Norte do rio Amazonas, é caracterizado por apresentar processos erosivos e deposicionais responsáveis, respectivamente, por abertura de canais (por exemplo, que interligam o rio Amazonas ao rio Araguari) e pelo assoreamento de canais que dificultam a navegabilidade na região (TORRES, 2018).

O conhecimento do comportamento hidrossedimentológico de corpos hídricos e as características granulométricas é fundamental para a adequada gestão e uso desses recursos hídricos, bem como para dar suporte à decisão sobre o desenvolvimento de atividades antrópicas, especialmente em áreas de bacias hidrográficas. O acompanhamento dos fluxos de sedimentos ocorrido em um dado corpo hídrico permite ainda o diagnóstico de eventuais impactos em sua área de drenagem ao longo do tempo, podendo se tornar um importante indicador ambiental (CRISPIM, et al 2015).

Diante disso, informações sobre a composição granulométrica dos sedimentos são necessários para compreensão de processos morfosedimentares nos sistemas estuarinos, como é o caso do Arquipélago do Bailique, que possui uma escassez de estudos nessa área. Assim sendo existe uma necessidade cada vez maior em compreender a influência dos processos relacionados à sedimentação no ambiente aquático.

Portanto, estudos acerca das alterações do tamanho de partículas de sedimentos estuarinos são o ponto de partida para indicar alterações ocorridas nesses ambientes e suas prováveis origens. Tais variações granulométricas são entendidas como sendo respostas às mudanças nos processos físicos, os quais ainda precisam ser melhor investigados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a composição e variação granulométrica dos sedimentos de fundo de seis canais que cortam o arquipélago do Bailique, no Estado do Amapá, no período de estiagem, em outubro de 2017, classificando texturalmente e hidrodinamicamente quanto ao grau de energia.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Medir com precisão tamanhos de partículas individuais ou equivalentes hidráulicos e determinar sua distribuição de frequência;
- Calcular uma descrição estatística que caracterize adequadamente a amostra;
- Identificar diferentes tipos de sedimentos com base nas classes texturais de Shepard; e classificar a hidrodinâmica dos sedimentos quanto ao grau de energia, com base no diagrama de Pejrup.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AMBIENTE ESTUARINO

Estuários são definidos como ambientes aquáticos costeiros situados na transição entre os rios e o mar, normalmente situados entre a foz dos rios e os máximos de variação de maré. Miranda et al. (2002) definem um estuário como sendo um corpo de água costeiro semi-fechado com ligação livre com o oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que em seu interior a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental.

Para Dalrymple et al. (1994), estuário é a parte direcionada para o mar de um agrupamento de vales inundados, os quais recebem sedimentos de fontes fluviais e marinhas, contendo fácies influenciadas pela maré, ondas e processos fluviais. Considera-se que o estuário se estende desde o limite interno das fácies de maré, até o limite oceânico das fácies costeiras na entrada. Entretanto, o termo sistema estuarino possui uma definição mais abrangente e pode ser aplicado a diversos ambientes costeiros de transição sob influência da descarga fluvial e da maré.

O baixo setor costeiro estuarino do Amapá situa-se no arquipélago do Bailique entre a foz dos rios Gurijuba e a antiga foz do rio Araguari, onde os ambientes são marcadamente flúvio-marinhos. Neste setor, a planície costeira é muito baixa e apresenta sua maior largura. É caracterizada pelo acréscimo constante de sedimentos fluviais e paleocanais entulhados. A planície costeira da área do Bailique corresponde a coberturas recentes do Holoceno, compostas por sedimentos inconsolidados, de granulometria predominantemente fina (TORRES et al., 2018). De acordo com Boaventura e Narita, (1974) essa Planície Flúvio-Marinha ocupa o trecho entre Macapá e a foz do rio Oiapoque.

A dinâmica espacial nessa região estuarina está intrinsecamente ligada à interação de processos fluviais e costeiros por efeito da maré, que dão origem a bancos, ilhas, campos de várzea e as florestas de várzea, que sofrem influência diária das marés. O arquipélago do Bailique é um dos resultados da sedimentação provocada pelo rio Amazonas na sua foz.

Além disso, essa região também sofre pressão antrópica como desmatamento da mata ciliar, atividades agropecuárias e alteração dos cursos dos canais. A maré na região apresenta uma amplitude de sizígia inferior a 4 m, o que caracteriza um regime de mesomarés semidiurnas (TORRES et al., 2018).

Santos et al. (2004) identificaram cinco depósitos sedimentares quaternários ao longo da zona costeira estuarina: **(1) Depósitos de Planícies Fluviais Antigas.** Ocorrem nas zonas mais baixas e alagadiças das porções internas da planície costeira em contato com os depósitos do Grupo Barreiras. Seus depósitos compreendem sedimentos argilosos com laminação plano-paralela a argilosos, com muita matéria orgânica.

(2) Depósitos de Planícies Flúvio-Estuarinas. Ocorrem nas zonas mais internas da planície de inundação do rio Amazonas e de seus afluentes. São constituídos por sedimentos argilosos, argilo-siltosos e siltico-arenosos. **(3) Depósitos de Planícies Flúvio-Estuarinas.** Dispõem-se nas porções mais externas da planície de inundação, bordejando a linha de costa atual (faixa intermaré). Seus depósitos compreendem sedimentos argilosos a siltico-argilosos. **(4) Depósitos de Planícies Flúvio-Estuarino-Marinhas.** São constituídos de sedimentos argilosos a silticos e arenosos e ocorrem na forma de bancos e barras de canal nas margens e nos leitos dos afluentes do rio Amazonas. E **(5) Depósitos de Aluviões.** São formados por areias e argilas e ocorrem nas cabeceiras das drenagens, no limite de terrenos terciários com a planície costeira.

2.2 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

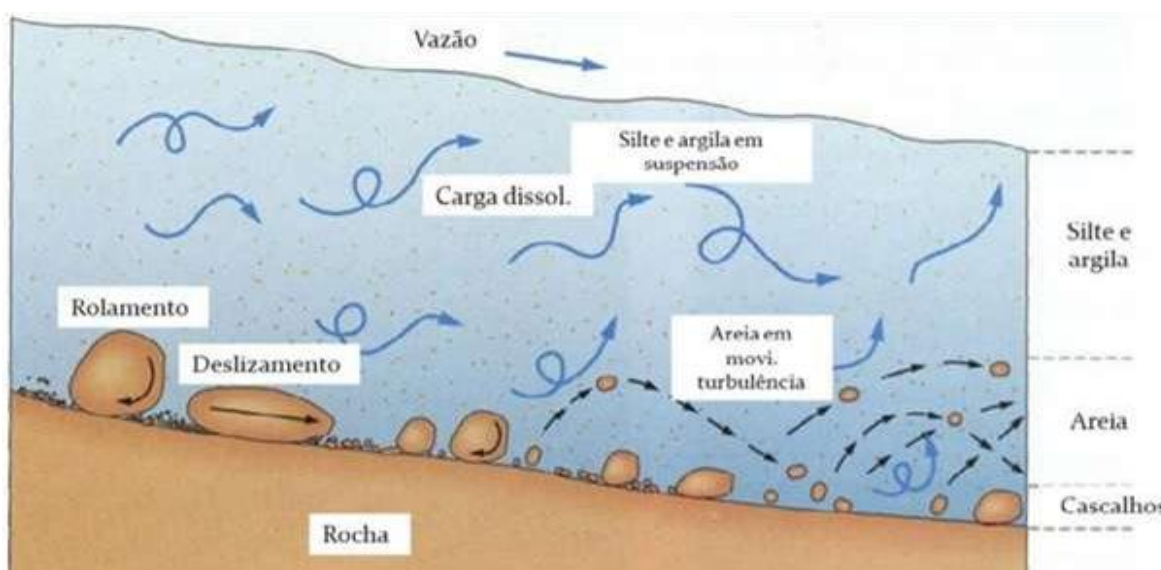
O transporte sedimentar pode ser definido como o deslocamento de material na superfície terrestre, ocasionado por variados agentes de transporte (água, vento, gravidade e homem). De acordo com Carvalho (2008), cada corpo hídrico tem a capacidade de transportar uma determinada quantidade de sedimentos.

Ainda segundo Carvalho (2008), o transporte de sedimentos ocorre principalmente em época chuvosa ou durante fortes precipitações, correspondendo cerca de 80% de todo sedimento transportado no curso d'água.

Nos rios o movimento dos sedimentos apresenta-se de duas formas: o transporte de sedimentos em suspensão e transporte no leito. O transporte em suspensão é constituído por partículas mais finas, mantidas distantes do leito do canal pelo movimento da água (turbulência) e somente se depositam quando a velocidade do fluido diminui.

O transporte no leito, é comandado basicamente pela gravidade, o que faz com que os sedimentos rolem, saltitem e sejam arrastados pelo fluxo. Segundo Carvalho e Filizola Júnior (2000), a maior parte da descarga sólida, é representada pelo sedimento em suspensão, chegando a representar 95% da descarga sólida total. A trajetória de partículas sólidas ao longo do ciclo hidrossedimentológico é ilustrada na Figura 1.

Figura 1- Fluxo de água mostrando os diferentes tipos de transporte sedimentar: tração por rolamento ou deslizamento (arrasto), saltação e suspensão.



Fonte: Marcondes, 2011.

2.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICAS

O tamanho das partículas (grãos) é a propriedade física mais fundamental do sedimento. A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que integram as amostras representativas dos sedimentos. Informações sobre o tamanho dos fragmentos minerais são usadas para estudar tendências nos processos relacionados às condições dinâmicas de transporte e de ambientes de deposição (DIAS, 2004).

Os objetivos de uma análise de tamanho das partículas são medir com precisão os tamanhos das partículas individuais ou equivalentes hidráulicos, determinar sua distribuição de frequência e calcular uma descrição estatística que caracterize adequadamente a amostra.

Neste trabalho, os métodos utilizados foram: peneiramento para a fração grossa (areia) das amostras e pipetagem para a fração fina (silte + argila) das amostras. Para estes sedimentos, a análise clássica recorre à separação mecânica em classes dimensionais e à determinação do seu peso. Nos sedimentos finos (siltes e argilas), a forma de determinar a distribuição granulométrica de forma compatível com as das outras classes texturais é ainda mais difícil e problemática (Dias, 2004).

A Escala Granulométrica permite subdividir um intervalo contínuo de tamanhos de partículas sedimentares clásticas em várias classes granulométricas (Tabela 1). No Brasil, a escala granulométrica mais utilizada é a proposta por Wentworth (1922 apud Suguio 1973). Para facilitar a manipulação estatística dos dados, utilizou-se a notação adimensional Φ (phi) criada por Krumbein, em 1934 (apud Suguio 1973), através da Equação 1: $\Phi = -\log_2 d$ (mm)

De acordo com Wentworth, determinados limites de classes de sua escala concordam com limites de separação entre as cargas transportadas em suspensão e tração. De acordo com esta escala os principais limites de classes texturais são 2,000 – 0,062 mm = areia; 0,062 – 0,004 mm = silte e menor que 0,004 mm = argila (Tabela 1).

Tabela 1- Relação entre classificação verbal de Wentworth e valores numéricos das escalas phi de tamanho de grão com tamanhos de peneiras em milímetros.

CLASSIFICAÇÃO VERBAL Classe Granulométrica		Classe Phi (Φ)	Diâmetro da peneira d (mm)
Cascalho		< -1	> 2
Areia	Muito Grossa	-1 a 0	2 a 1
	Grossa	0 a 1	1 a 0,5
	Média	1 a 2	0,5 a 0,25
	Fina	2 a 3	0,25 a 0,125
	Muito Fina	3 a 4	0,125 a 0,0625
Silte	Grosso	4 a 5	0,0625 a 0,0312
	Médio	5 a 6	0,0312 a 0,0156
	Fino	6 a 7	0,0156 a 0,0078
		7 a 8	0,0078 a 0,0039
Argila	Muito Fino	> 8	< 0,0039

Fonte: Folk (adaptado pelo Autor, 2022).

2.4 SIGNIFICADO DOS PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS

Um dos tópicos mais discutidos na geologia quantitativa diz respeito aos conceitos de classificação dos sedimentos de acordo com o tamanho de seus grãos componentes (tamanho X classificação). Essa ligação é feita através de parâmetros estatísticos (principalmente diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose).

2.4.1 Média ou Diâmetro Médio

É o mais importante dentro das medidas de tendência central, refletindo a média geral de tamanho dos sedimentos, que é afetada pela fonte do material, pelo processo de deposição e pela velocidade das correntes (SUGUIO, 1973). O diâmetro médio indica a tendência central do tamanho médio dos grãos de um dado sedimento que fornece dados sobre a energia cinética média do agente de deposição (Folk e Ward, 1957).

O decréscimo de tamanho das partículas, por exemplo, no ambiente fluvial, a partir da fonte, decorre mais da queda progressiva da competência das correntes do que da abrasão (MENDES, 1984). Reduzindo-se a competência do agente de transporte depositam-se os clastos maiores (areias), prosseguindo, o transporte do material mais fino (silte e argila). A média é considerada uma boa representação do diâmetro médio de grão por não se basear em um único tamanho de grão ou classe de tamanho. Os sedimentos finos (lama) tendem a se acumular em ambientes de baixa energia de ondas, enquanto que os sedimentos tamanho areia tendem a se acumular em ambientes de alta energia de ondas.

2.4.2 Grau de seleção ou desvio padrão

Descreve a dispersão em relação à média. O desvio padrão está intimamente associado ao selecionamento da amostra que nos dá informação a respeito das condições de transporte e deposição (Folk e Ward, 1957). Assim o termo selecionamento refere-se à seleção, durante o transporte das partículas de acordo com seus tamanhos, gravidades específicas e forma. Depósitos que contém pequenas variações de tamanho de partículas são referidos como bem selecionados.

Quanto a seleção, Folk & Ward propuseram uma escala geométrica verbal (Tabela 2), de razão 2, com exceção do menor intervalo.

Tabela 2- Escala verbal do grau de seleção de Folk & Ward.

Valores de seleção (σ)	Classificação Verbal
< 0,35	Muito bem selecionado
0,35 < σ < 0,50	Bem selecionado
0,50 a 0,71	Moderadamente bem selecionado
0,71 < σ < 1,00	Moderadamente selecionado
1,00 < σ < 2,00	Pobremente selecionado
2,00 < σ < 4,00	Muito pobremente selecionado
> 4,00	Extremamente mal selecionado

Fonte: Folk & Ward (Adptado pelo Autor,2022)

2.4.3 Assimetria

De acordo com Suguio (1973), é indicada pelo afastamento do diâmetro médio da mediana. Ou seja, quanto maior a diferença entre os dois valores, mais assimétrica será a distribuição, caso os dois coincidam, a distribuição é considerada simétrica.

Um valor positivo para assimetria indica um excesso de partículas finas. Em contraste, uma assimetria negativa significa um excesso de partículas mais grossas. O grau de assimetria consiste na tendência dos dados se dispersarem de um lado ou outro da média. O parâmetro pode variar à direita ou a esquerda do diâmetro médio, configurando-se em positivo ou negativo. Quando os valores da moda, da média e da mediana forem iguais, a distribuição é considerada simétrica. No caso desses valores serem diferentes, a distribuição é assimétrica.

Quanto a assimetria, Folk & Ward propuseram uma escala geométrica verbal (Tabela 3).

Tabela 3- Classificação verbal quanto à assimetria de Folk & Ward.

Valores de Assimetria (Sk)	Classificação Verbal
+1,0 < Sk < +0,3	Assimetria Muito Positiva (ou muito fina)
+0,3 < Sk < +0,10	Assimetria Positiva (ou fina)
+0,10 < Sk < -0,10	Aproximadamente Simétrica
-0,10 < Sk < -0,3	Assimetria Negativa (ou grossa)
-0,3 < Sk < -1,0	Assimetria Muito Negativa (ou muito grossa)

Fonte: Folk & Ward (Adptado pelo Autor, 2022)

2.4.4 Curtose

É uma medida que retrata o grau de agudez dos picos nas curvas de distribuição de frequência (FOLK & WARD, 1957; Suguio, 1973). Pode ser também definida como o grau de achatamento de uma curva em relação a uma curva representativa de uma distribuição normal. Designa-se como leptocúrtica a curva com um pico elevado, platicúrtica a curva achatada e mesocúrtica a situação intermediária (Tabela 4).

A curtose sugere algumas tendências deposicionais quando platicúrtica podendo indicar mistura de populações diferentes, e tendências de transporte quando leptocúrtica, podendo indicar remoção de alguma fração por meio de correntes de fundo ou outros forçantes deposicionais (PONÇANO, 1985).

Tabela 4- Classificação verbal quanto à curtose de Folk & Ward.

Valores de Curtose (K)	Classificações Verbais
< 0,67	Muito Platicúrtica
0,67 – 0,90	Platicúrtica (ou achatada)
0,90 – 1,11	Mesocúrtica
1,11 – 1,50	Leptocúrtica (ou alongada)
1,50 – 3,00	Muito Leptocúrtica
> 3,00	Extremamente Leptocúrtica

Fonte: Folk & Ward (Adptado pela Autora, 2022)

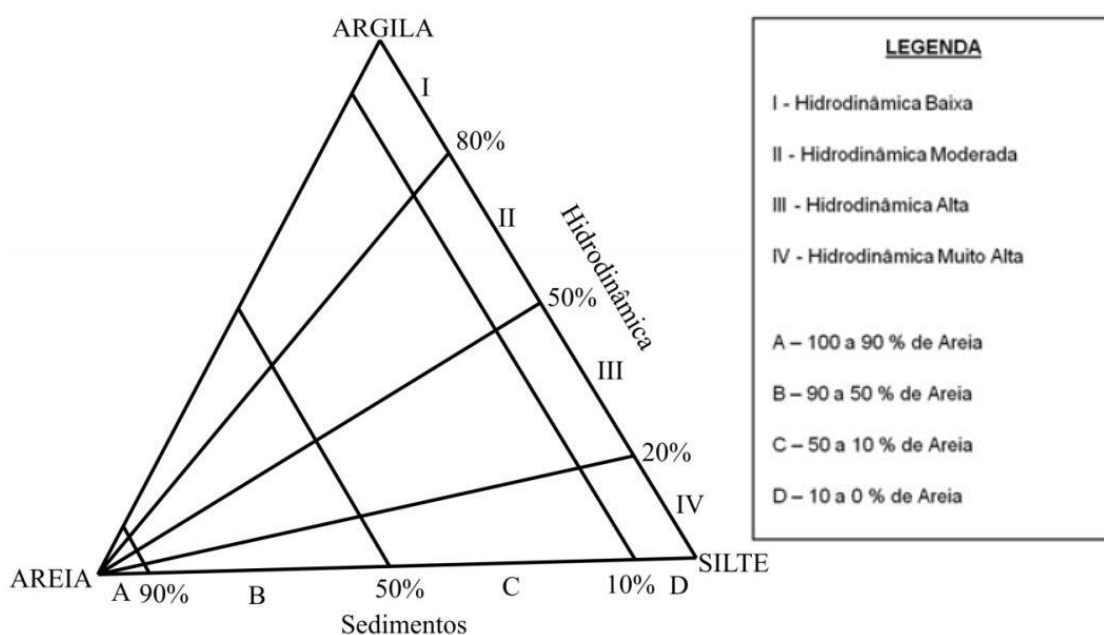
2.5 DIAGRAMA DE PEJRUP

O diagrama de Pejrup oferece a possibilidade de classificar granulométricamente o sedimento com base no conteúdo de areia e lama e também descrever a hidrodinâmica do ambiente deposicional baseada na composição granulométrica da fração lamosa.

Pejrup (1988) utiliza o teor de argila presente nos sedimentos, colocando que teores de argila maior que 80%, na fração lama, são pouco frequentes e caracterizam ambientes de baixa energia. A presença de 20% de argila, na fração lama, é utilizada para representar ambientes de energia mais elevada e 50% de argila, na fração lama, é utilizada para dividir a seção média do diagrama em duas partes iguais (alta e moderada hidrodinâmica). Desta maneira o diagrama proposto por Pejrup fica dividido em quatro seções. A seção I caracteriza ambientes com condições hidrodinâmicas muito baixas, enquanto que as seções II, III e IV, caracterizam ambientes com aumento gradativo da energia (Figura 2).

A divisão do diagrama nas seções A, B, C e D é realizado a partir do conteúdo presente de areia. A linha de 10% indica que a presença de areia em sedimentos lamosos é insignificante em termos de dinâmica ao passo que a linha de 90% de areia indica a perda de caráter coesivo por sedimentos e a linha de 50% divide o grupo central em duas partes.

Figura 2- Diagrama de Pejrup para classificação de sedimentos estuarinos.



Fonte: Pejrup (1988)

2.6 DIAGRAMA DE SHEPARD

Também foram utilizados para representações o diagrama de Shepard (1954) que possibilita a distinção entre diferentes tipos de sedimentos através das classificações com base nas classes texturais.

Nesse diagrama são representados os conteúdos percentuais em areia, silte e argila. Existe 10 classes cujas caracterizações e designações são as seguintes: 3 classes correspondentes à franca dominância (percentagem superior a 75%) de um dos componentes, cuja designação corresponde à da componente dominante: areia, silte e argila e 6 classes em que há mistura de dois dos componentes (sendo a percentagem do terceiro inferior a 20%), as classes têm o nome da componente dominante, adjetiva pelo componente secundária: areia siltosa, argila arenosa, argila siltosa, silte argiloso, silte arenoso e areia siltosa. Com base nessa classificação foram feitas as análises das amostras.

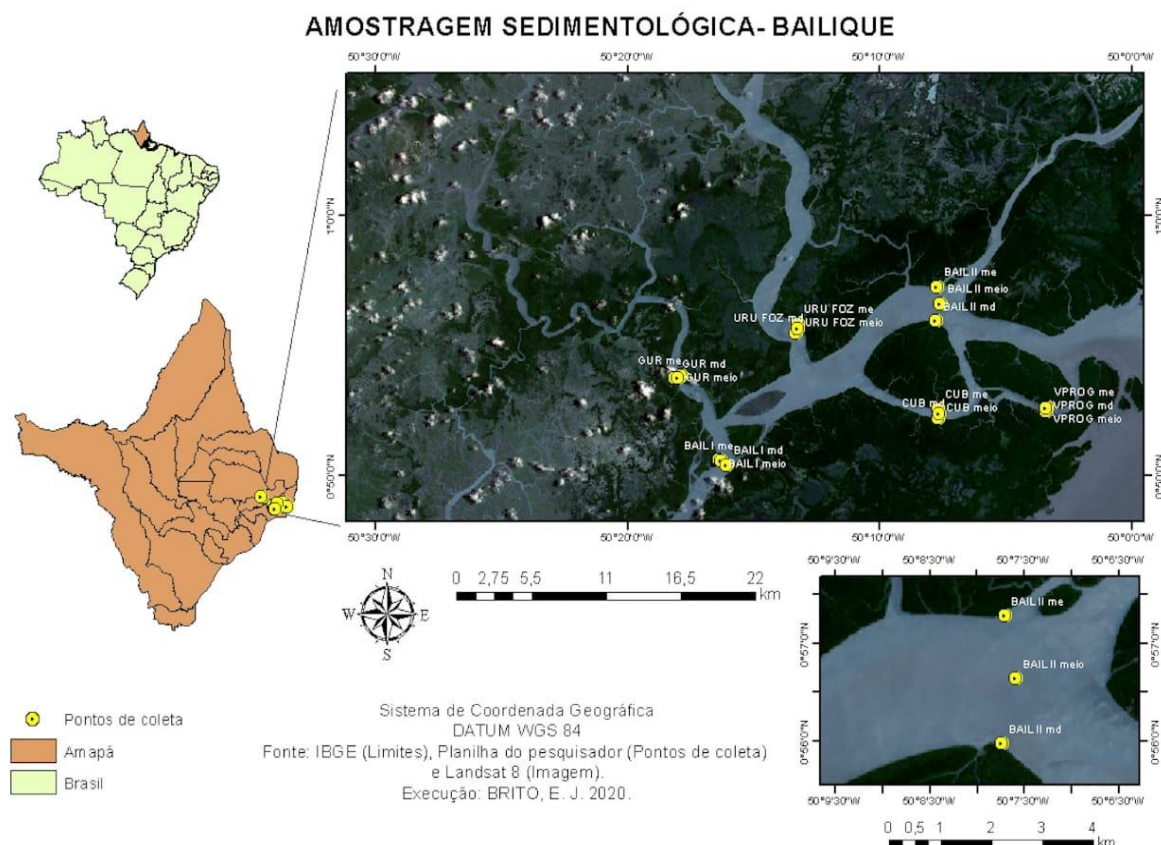
3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O arquipélago do Bailique localiza-se na porção oriental do Estado do Amapá, na foz do rio Amazonas, cerca de 150 km da capital Macapá, com acesso pelo rio Amazonas (SANTANA e SILVEIRA, 2002).

O arquipélago é formado por oito ilhas (Bailique, Brigue, Curuá, Faustino, Franco, do Meio, Marinheiro e Parazinho), que abrange uma área de 63 mil hectares. Está entre as latitudes 01° 22' 00" N e 00° 43' 00" N e as longitudes 49° 49' 00" W e 50° 27' 14" W. Limita-se ao Norte com a antiga foz do rio Araguari, ao Sul com o Canal do Norte, a Leste com o oceano Atlântico e a Oeste com a região do Pacuí (Mapa 1).

Mapa 1- Localização do arquipélago do Bailique e dos pontos de coletas



3.2 TRABALHO DE CAMPO

A metodologia aplicada no presente estudo consistiu na coleta de sedimentos do leito do rio com um amostrador do tipo Van Veen. Foi realizada uma campanha de campo, em condições de marés de sizígia, em período sazonal de estiagem (em outubro de 2017).

As coletas foram realizadas pelo orientador e outros membros do Laboratório de Análises de Sedimentos (LASED) do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). No total foram coletadas 18 amostras de material do leito, na baixa mar, na margem esquerda, centro e na margem direita de seis seções de canais que cortam as ilhas do arquipélago do Bailique: Bailique I, Bailique II, Gurijuba (foz), Urucurituba (foz), Cubana e Progresso.

As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, etiquetadas e enviadas para análise no Laboratório (LASED). O posicionamento das estações amostradas foi realizado com o auxílio de um GPS Modelo Garmin GPSmap 76CSx.

3.3 ANÁLISES DE LABORATÓRIO

No laboratório de Análise de Sedimentos – LASED do IEPA foram realizadas análises granulométricas por peneiramento e pipetagem. O peneiramento será utilizado para partículas arenosas (maiores que 0,062 mm de diâmetro) e o processo de pipetagem para partículas silticas e argilosas (menores que 0,062 mm de diâmetro). Inicialmente, 100 gramas de cada amostra de sedimentos coletados serão pesadas e em seguida acondicionadas em vasilhas para a secagem na estufa a 50 °C. Posteriormente, as amostras foram colocadas em um recipiente e adicionado 20 ml de peróxido de hidrogênio 30% e em seguida deixadas em repouso por 24 horas ou até o reagente realizar o processo de oxidação da matéria orgânica. Terminada a reação de oxidação as amostras foram lavadas, secas e colocadas novamente na estufa em 50°C, conforme fotografia 1, 2, 3.

Fotografia 1- Amostras acondicionadas em vasilhas



Fotografia 2- Amostras em processo de oxidação.



Fotografia 3- Amostras lavadas e secas.



Fonte: Autor, 2022

As amostras foram analisadas utilizando-se de dois tipos de peneiramento: o úmido e o seco. No peneiramento a úmido a amostra foi colocada na peneira superior (malha de 0,062 mm), adicionando-se água corrente para forçar as partículas mais finas (silte + argila) a passarem pelas malhas. Em seguida, a análise das amostras obedeceu ao método de pipetagem. Ou seja, o material fino foi jogado para o interior de uma proveta graduada (1000 ml) na forma de suspensão aquosa para ser pipetado em intervalos de tempo definidos, separando as frações granulométricas de silte e argila (SUGUIO 1973), que foram secas (a 50 °C) e pesadas.

No peneiramento a seco, a fração grossa (areia) foi submetida à técnica do peneiramento diferencial em intervalos de 0,5 ϕ (phi) na escala de Wentworth (1922) e pesagem para a determinação das classes granulométricas. Foi utilizado um jogo de peneiras, com malhas de -1,0 a 4,0 phi (ou 2,0 a 0,062 mm), submetido a um agitador mecânico (ROT UP) por 10 minutos, conforme metodologia descrita em Lindholm (1987).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICAS DOS DADOS

Foram calculados quatro parâmetros estatísticos (diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose) para apresentar os resultados das análises granulométricas que foram realizados segundo as fórmulas de Folk & Ward (1957). Estes parâmetros foram gerados a partir dos dados de peso retido em cada classe granulométrica.

A distribuição das amostras de sedimento em classes granulométricas foi efetuada estatisticamente através da utilização do programa SYSGRAN – Sistemas de Análises Granulométricas desenvolvido por Camargo (2006). Através desse programa foram realizadas representações do diagrama triangular de Pejrup (1988) que pode ser utilizado como indicador qualitativo da hidrodinâmica atuante no processo de sedimentação. Também foram realizadas neste software representações do diagrama de Shepard (1957), que permite a distinção entre diferentes tipos de sedimentos através de classificações baseadas nas classes texturais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DISTRIBUIÇÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS GRANULOMÉTRICOS

Para a representação espacial, dentre os parâmetros estatísticos definidos por Folk & Ward (1957), foram selecionados o diâmetro médio, o desvio padrão, a assimetria e a curtose por serem os mais considerados para a compreensão dos processos de distribuição dos sedimentos. A Tabela 1 apresenta os resultados das análises granulométricas efetuadas para os sedimentos estudados.

Quadro 1- Parâmetros granulométricos e classificação das 18 amostras de sedimentos estudados.

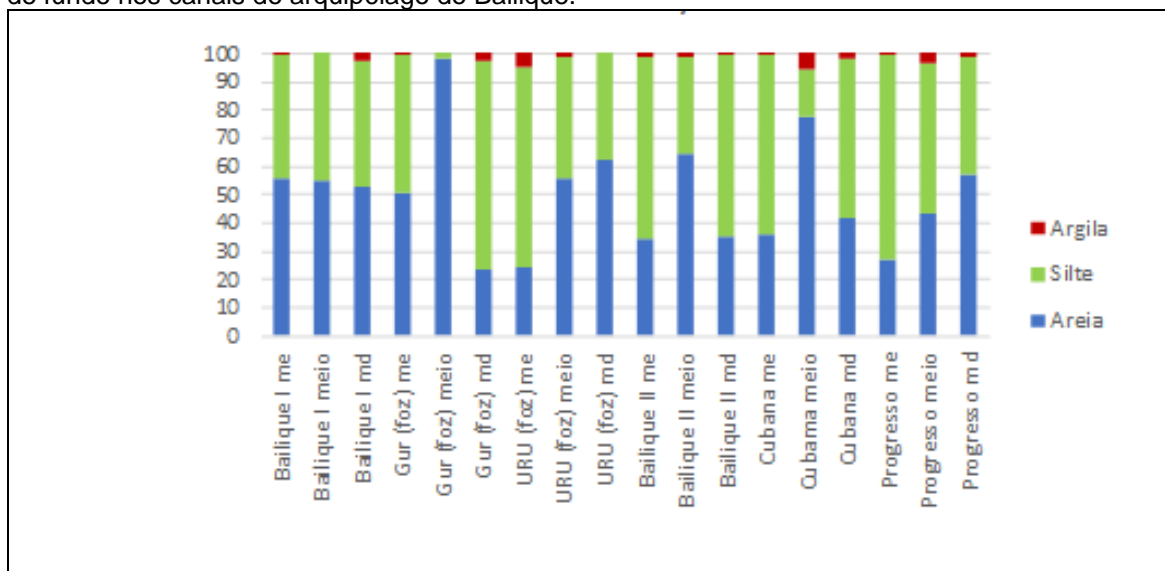
Nome amostra	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Areia	% Silte	% Argila
1 Bailiq I me	4,446	Silte grosso	1,117	Pobrememente selecionado	0,6255	Muito positiva	0,9231	Mesocúrtica	55,45	43,84	0,7055
2 Bailiq I meio	4,156	Silte grosso	1,305	Pobrememente selecionado	0,06198	Aprox. simétrica	1,254	Leptocúrtica	54,93	45,05	0,02732
3 Bailiq I md	4,447	Silte grosso	1,285	Pobrememente selecionado	0,3972	Muito positiva	1,022	Mesocúrtica	52,59	44,99	2,419
4 Gur Foz me	4,514	Silte grosso	1,088	Pobrememente selecionado	0,6951	Muito positiva	1,286	Leptocúrtica	50,89	48,94	0,1655
5 Gur Foz meio	1,952	Areia média	0,5105	Moderadamente selecionado	0,483	Muito positiva	1,589	Muito leptocúrtica	98,08	1,92	0
6 Gur Foz md	4,767	Silte grosso	1,23	Pobrememente selecionado	0,2347	Positiva	1,841	Muito leptocúrtica	23,29	73,92	2,787
7 URU1 me	4,434	Silte grosso	2,629	Muito pobrememente selecionado	0,6129	Muito positiva	1,676	Muito leptocúrtica	74,25	6,076	19,67
8 URU1 meio	5,048	Silte médio	2,101	Muito pobrememente selecionado	0,542	Muito positiva	1,317	Leptocúrtica	50,8	35,14	14,06
9 URU1 md	3,672	Areia muito fina	1,928	Pobrememente selecionado	-0,222	Negativa	1,457	Leptocúrtica	61,88	36,68	1,442
10 Bailiq II me	4,75	Silte grosso	1,287	Pobrememente selecionado	-0,03103	Aprox. simétrica	1,127	Leptocúrtica	34,48	64,58	0,9407
11 Bailiq II meio	4,227	Silte grosso	0,9413	Moderadamente selecionado	0,5613	Muito positiva	1,179	Leptocúrtica	64,4	34,58	1,019
12 Bailiq II md	4,488	Silte grosso	0,804	Moderadamente selecionado	0,2024	Positiva	0,8261	Platicúrtica	35,5	64,19	0,3096
13 Cub me	4,6	Silte grosso	1,058	Pobrememente selecionado	0,3307	Muito positiva	1,057	Mesocúrtica	35,72	63,59	0,6897
14 Cub meio	3,909	Areia muito fina	1,567	Pobrememente selecionado	0,6701	Muito positiva	2,314	Muito leptocúrtica	77,72	17,01	5,27
15 Cub md	4,41	Silte grosso	1,144	Pobrememente selecionado	0,2501	Positiva	1,711	Muito leptocúrtica	42,11	55,79	2,103
16 Prog me	5,813	Silte médio	1,648	Pobrememente selecionado	-0,3399	Muito negativa	0,5979	Muito platicúrtica	27,04	72,78	0,18
17 Prog meio	4,946	Silte grosso	2,361	Muito pobrememente selecionado	-0,09852	Aprox. simétrica	1,008	Mesocúrtica	43,57	53,02	3,404
18 Prog md	4,309	Silte grosso	1,18	Pobrememente selecionado	0,4387	Muito positiva	0,9393	Mesocúrtica	57,35	41,7	0,9427

Fonte: Autor, 2022.

Os sedimentos de fundo que recobrem a área do Bailique são formados predominantemente por silte grosso (Tabela 1). Em seguida prevalece o silte médio no meio do Canal Urucurituba (Urucurituba I meio) e na margem esquerda da Vila Progresso (Progresso margem esquerda). Areia muito fina foi registrada na margem direita do Canal Urucurituba (Urucurituba I margem direita) e no meio do canal da Cubana (Cubana meio). Já areia média foi registrada apenas na desembocadura do rio Gurijuba (Gurijuba Foz meio).

No Gráfico 1 são demonstradas as variações granulométricas espaciais verificadas na região do arquipélago do Bailique durante o período de estiagem (outubro de 2017).

Gráfico 1- Distribuição granulométrica dos valores do tamanho médio dos grãos nos sedimentos de fundo nos canais do arquipélago do Bailique.



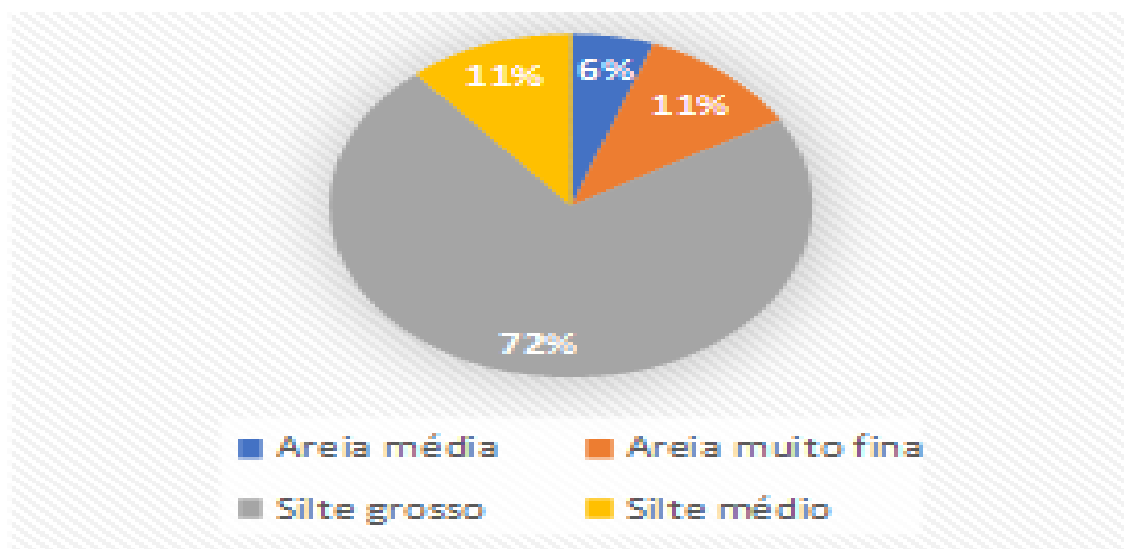
Fonte: Autora, 2022.

Nota-se que as maiores porcentagens de areia e silte foram encontradas, respectivamente, no canal (Gurijuba foz meio) e (Gurijuba foz margem direita) da desembocadura do rio Gurijuba. Com base nos dados do gráfico 1 pode-se afirmar que a presença de argila, na região estudada, é pouco significativa em termos percentuais (< 20%).

4.1.1 Média ou diâmetro médio

No período de estiagem (outubro de 2017), a distribuição média encontrada foi de 72% de silte grosso, 11% de silte médio, 11% de areia muito fina e 6% de areia média (gráfico 2).

Gráfico 2- Comportamento da média granulométrica no período de estiagem.



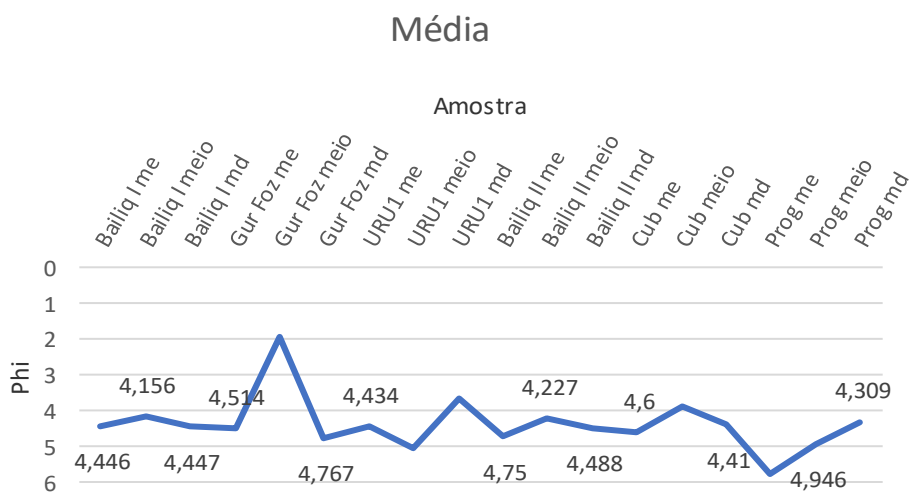
Fonte: Autor, 2022

De acordo com o gráfico de distribuição da média granulométrica do gráfico 2, os seis canais que cortam o arquipélago de Bailique possuem sedimentos com classificação predominantemente de silte grosso (4 Φ a 5 Φ).

Os canais Bailique I e II apresentam total concentração de silte grosso, já o canal Progresso em sua margem direita e meio apresentam silte grosso e na margem esquerda apresenta silte médio (5 Φ a 6 Φ).

No canal Gurijuba Foz, nas margens esquerda e direita, apresentam silte grosso e no meio areia média (1 Φ a 2 Φ). No canal Cubana nas margens esquerda e direita apresenta silte grosso e no meio areia muito fina (3 Φ a 4 Φ). No canal Urucurituba a margem esquerda apresenta silte grosso, o meio apresenta silte médio, e a margem direita apresenta areia muito fina.

Gráfico 3- Distribuição espacial dos valores de diâmetro médio nos sedimentos de fundo analisados.



Fonte: Autora, 2022.

Podemos então observar através do gráfico 3 a distribuição dos valores de diâmetro médio de fundo, que os sedimentos siltsos foram transportados pela corrente fluvial do Canal do Norte do rio Amazonas e parcialmente depositados nos canais do arquipélago do Bailique. A presença de sedimentos de granulometria areia média e areia muito fina pode ser resultado do aumento do aporte de sedimentos mais grossos trazidos pelo rio Gurijuba e Canal do Urucurituba, respectivamente.

4.1.2 Grau de seleção ou desvio padrão

O desvio padrão é utilizado para classificar se uma amostra é muito selecionada ou pobremente selecionada. Como pode ser observado no gráfico 4, as 18 amostras de sedimentos coletadas em seis canais do arquipélago do Bailique apresentam três classificações como, pobremente selecionado (67%), muito pobremente selecionado (17%) e moderadamente selecionado (16%).

Gráfico 4- Comportamento do desvio padrão no período de estiagem dos seis canais que cortam o Arquipélago do Bailique.



Fonte: Autora, 2022.

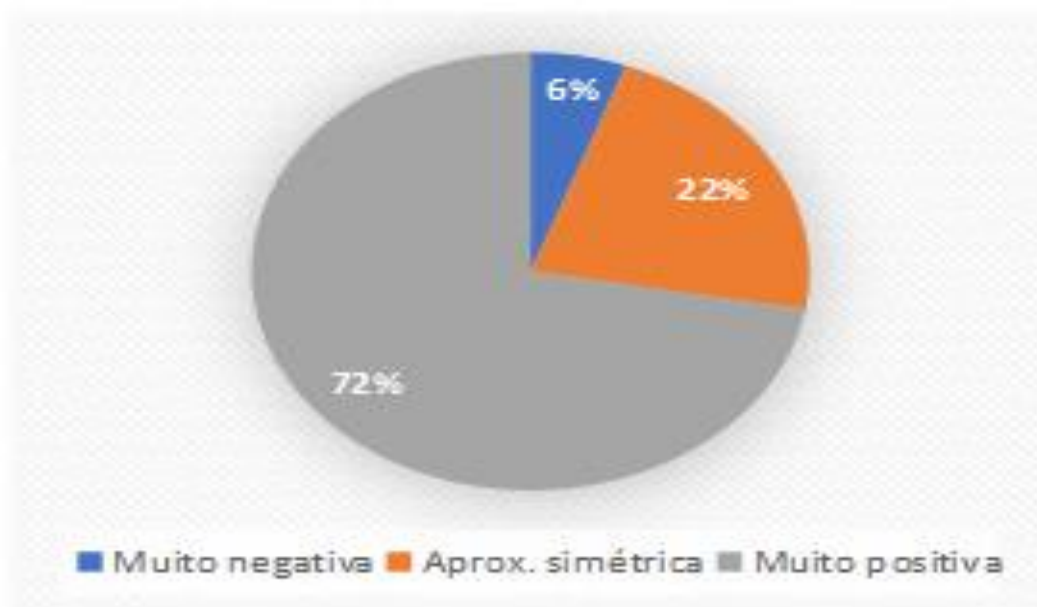
A distribuição dos valores de grau de seleção (Gráfico 1) nos sedimentos analisados revela um espectro que varia desde muito pobremente selecionado a moderadamente selecionado. Os sedimentos muito pobremente selecionados estão distribuídos nos pontos (Urucurituba I margem esquerda), (Urucurituba I meio) e (Progresso meio) enquanto que os sedimentos pobremente selecionados ocorrem na maioria da área estudada. E finalmente, os sedimentos moderadamente selecionados ocorrem apenas nos pontos (Gurijuba Foz meio), (Bailique II meio) e Bailique II margem direita).

A presença de sedimentos pobremente selecionados pode ser explicada pela “desembocadura fluvial”, onde o rio Amazonas traz sedimentos de diferentes frações granulométricas para serem depositados no arquipélago do Bailique. Entretanto, o retrabalhamento no ambiente deposicional ainda não foi eficaz no selecionamento das partículas. Dessa forma, pode-se inferir uma “mistura” de subpopulações em função da amplitude de marés.

4.1.3 Assimetria

Os resultados obtidos quanto a simetria das amostras analisadas, indica que o grau de assimetria para o período de estiagem, onde caracterizou-se como muito positiva (72%), aproximadamente simétrica (22%) e muito negativa (6%) de acordo com o Gráfico 5.

Gráfico 5- Comportamento da assimetria no período de estiagem.

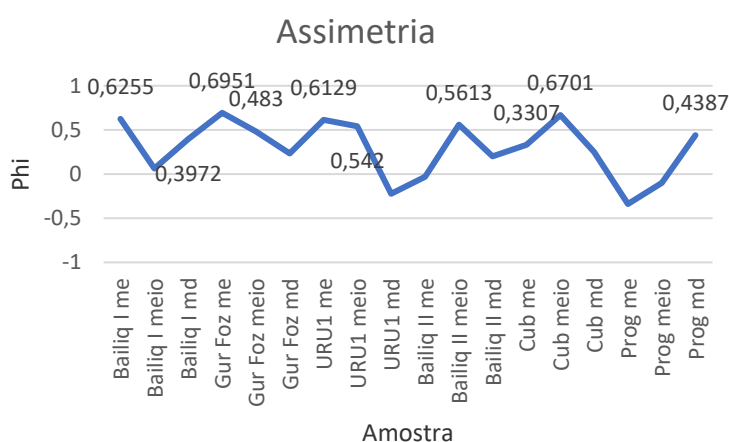


Fonte: Autora, 2022.

A distribuição dos valores de assimetria (Figura 5) revela uma faixa de muito negativa a muito positiva. As duas únicas amostras com assimetria negativa estão localizadas nos pontos (Urucurituba I margem direita) e (Progresso margem esquerda). Outras duas aproximadamente simétricas são encontradas nos pontos (Bailique II margem esquerda) e (Progresso meio).

A assimetria muito positiva está presente na maioria das amostras, conforme indica o gráfico 6. Esta assimetria muito positiva indica que no período de menor descarga fluvial do rio Amazonas parte dos sedimentos finos são depositados na região do arquipélago do Bailique, especialmente em período de menor índice pluviométrico.

Gráfico 6- Distribuição espacial dos valores de assimetria nos sedimentos de fundo analisados.

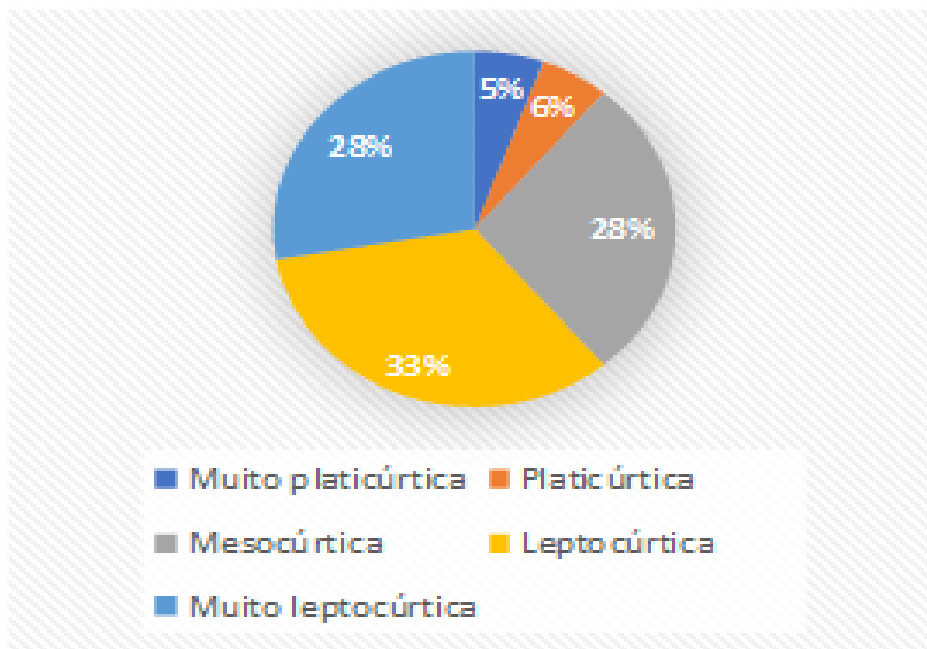


Fonte: Autora, 2022.

4.1.4 Curtose

Para o período de estiagem (outubro de 2017), as amostras de sedimentos coletadas e analisadas apresentaram, predominantemente, distribuições leptocúrtica (33%), muito leptocúrtica (28%) e mesocúrtica (28%), sendo raras aquelas com curvas platicúrticas (6%) e muito platicúrticas (5%) (Gráfico 7). As amostras que apresentam distribuições leptocúrticas e muito leptocúrticas são de ambientes de maior movimentação. Já os sedimentos com distribuições mesocúrticas, de ambientes com mais ou menos movimentação.

Gráfico 7- Comportamento da curtose no período de estiagem dos seis canais que cortam o arquipélago do Bailique.

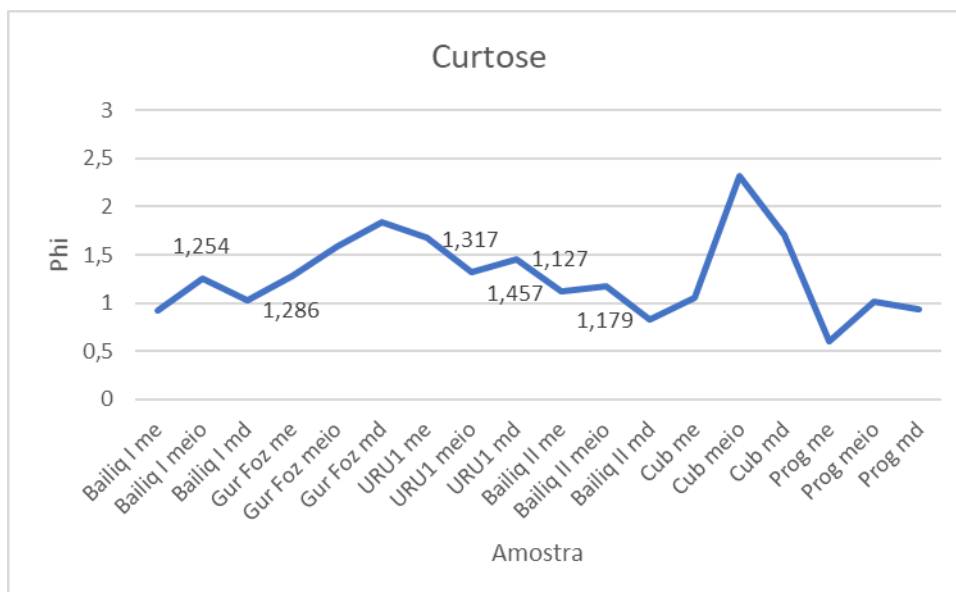


Fonte: Autora, 2022.

Os valores de curtose encontrados nas amostras estudadas variam de muito platicúrtica a leptocúrtica. Os sedimentos leptocúrticos ocorrem predominantemente, entre o continente e o arquipélago, no canal do Gurijuba. A região entre as desembocaduras do Gurijuba e do Urucurituba concentra os sedimentos classificados como muito leptocúrticos. Os sedimentos mesocúrticos estão distribuídos em uma área entre (Bailique I) e (Vila Progresso). Sedimentos platicúrticos e sedimentos muito platicúrticos foram registrados apenas em (Bailique II margem direita) e Progresso margem esquerda), respectivamente.

Nos seis canais, na região do arquipélago Bailique no período de estiagem foi possível observar que a predominância é a distribuição leptocúrtica, indicando um ambiente de energia intermediária. Já os valores de curtose muito altos (muito leptocúrtica), como os encontrados nos pontos (Gurijuba foz margem direita) e (Cubana meio), podem sugerir que os sedimentos foram selecionados em ambiente de alta energia (Gráfico 8).

Gráfico 8- Distribuição espacial dos valores de curtose nos sedimentos de fundo dos canais no arquipélago do Bailique.



Fonte: Autora, 2022.

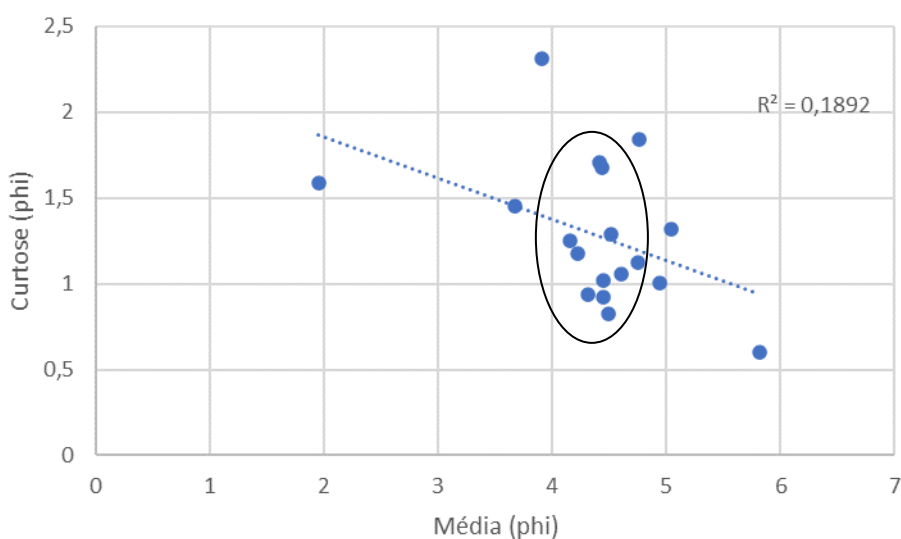
4.2 RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS

No gráfico 9 é apresentado a relação entre a média e a curtose nos sedimentos analisados. Assim como os outros valores de R-quadrado para a tendência de regressão linear, o valor de 0,1892 encontrado para esta relação é muito baixo, porém é a melhor das correlações entre os parâmetros estatísticos observados. As mudanças substanciais na granulometria, visualizada pelo isolamento das amostras (Gurijuba foz meio), (Cubana meio) e (Progresso margem esquerda) são indícios da influência da maré no transporte e deposição dos sedimentos.

4.2.1 Relação entre a média e a curtose

No gráfico 9 retrata a relação existente entre a média e o grau de seleção nos sedimentos analisados. Conforme o baixo valor de R-quadrado para a tendência de regressão linear, não é possível ser estabelecida uma correlação entre os dois parâmetros. De qualquer maneira, note a presença de areia média (1,952 Ø) moderadamente bem selecionada na desembocadura (canal) do Rio Gurijuba.

Gráfico 9- Relação entre a média (phi) e a curtose (phi) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.

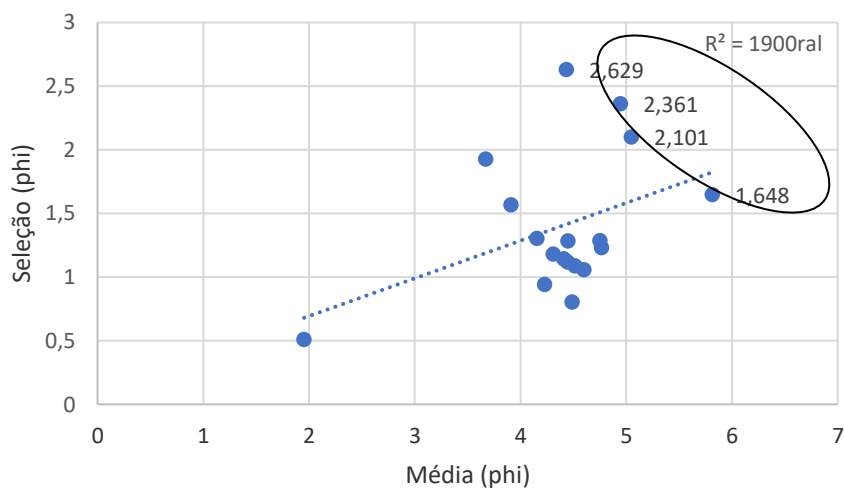


Fonte: Autora, 2022.

4.2.2 Relação entre a média e o grau de seleção

No gráfico 10 é possível observar dois grupos de amostras siltosas que podem indicar uma “mistura” de subpopulações: a primeira de silte grosso pobremente selecionado (0,802 a 1,305 Ø) e a segunda de silte médio muito pobremente selecionado (1,648 a 2,101 Ø). Dessa forma, interpreta-se que essa variabilidade no tamanho de grão entre as subpopulações indica que a influência das correntes de maré propiciou a decantação de partículas siltosas, provavelmente pela drástica redução nas velocidades de corrente nos momentos de preamar.

Gráfico 10- Relação entre a média (phi) e o grau de seleção (phi) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.

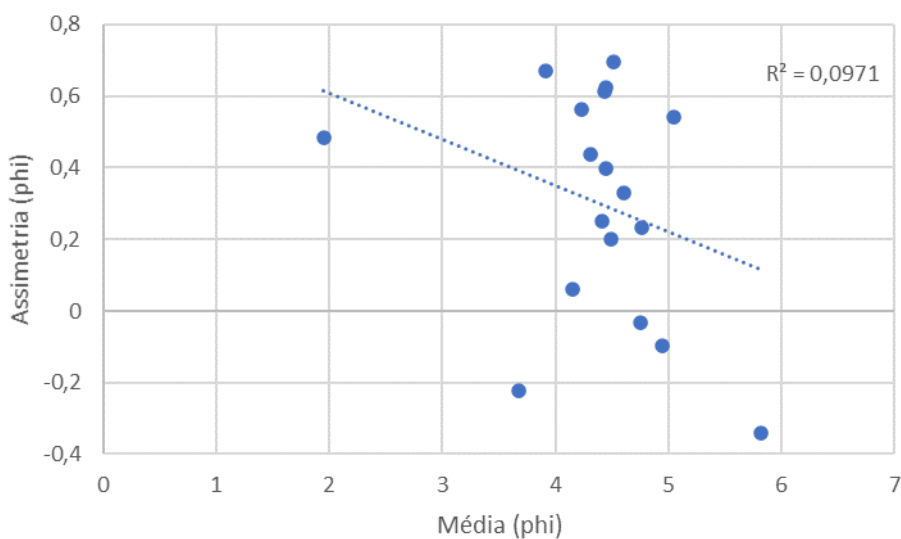


Fonte: Autora, 2022.

4.2.3 Relação entre a média e a simetria

A relação entre a média e a assimetria nos sedimentos analisados está apresentada no gráfico 11. O baixo valor de R-quadrado para a tendência de regressão linear, retrata a não correlação entre os parâmetros em questão.

Gráfico 11- Relação entre a média (phi) e a assimetria (phi) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.

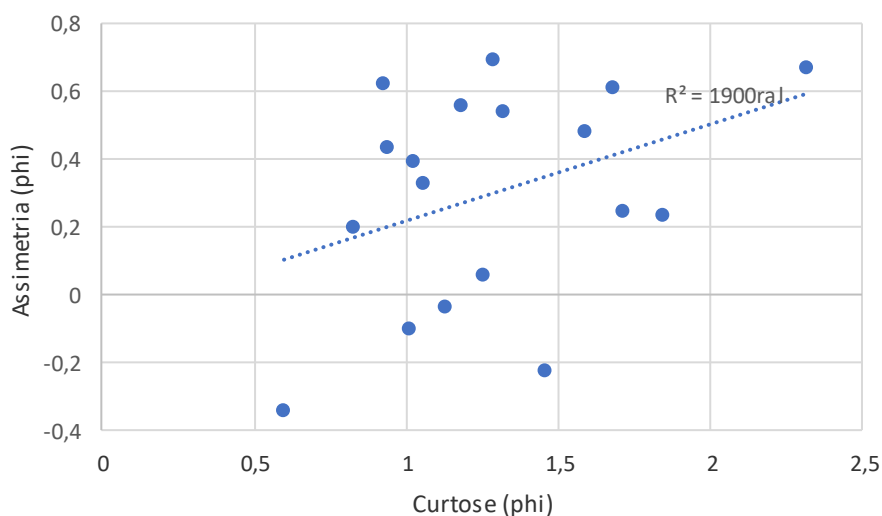


Fonte: Autora, 2022.

4.2.4 Relação entre a curtose e a assimetria

A relação entre a curtose e a assimetria nos sedimentos analisados está apresentada na Gráfico 12. O baixo valor de R-quadrado para a tendência de regressão linear é ínfimo, o que retrata a total falta de correlação entre estes parâmetros.

Gráfico 12- Relação entre a curtose (phi) e a assimetria (phi) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.

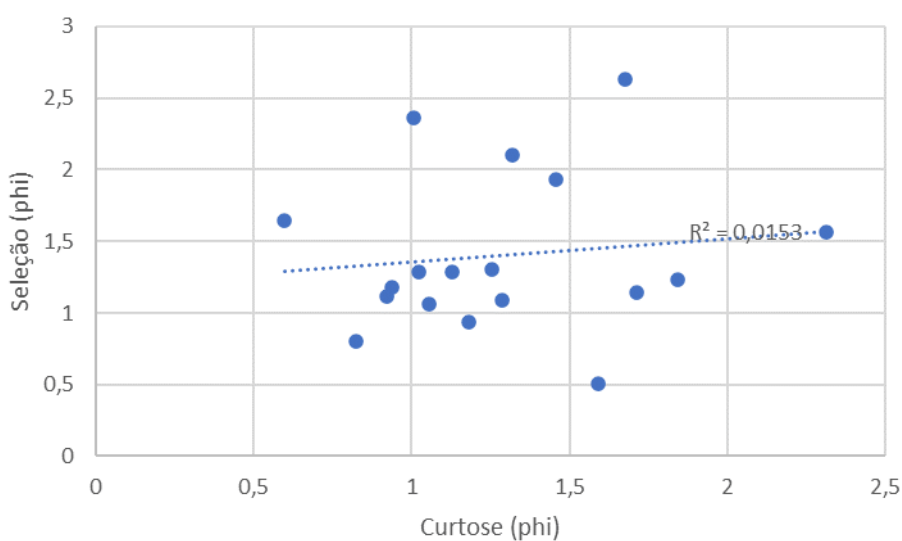


Fonte: Autora, 2022.

4.2.5 Relação entre curtose e o grau de seleção

O gráfico 13 apresenta a relação entre a curtose e o grau de seleção nos sedimentos analisados. O R-quadrado para a tendência de regressão linear assume um valor muito baixo (0,0153), o que retrata a total falta de correlação entre estes parâmetros.

Gráfico 13- Relação entre a curtose (ϕ) e o grau de seleção (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.

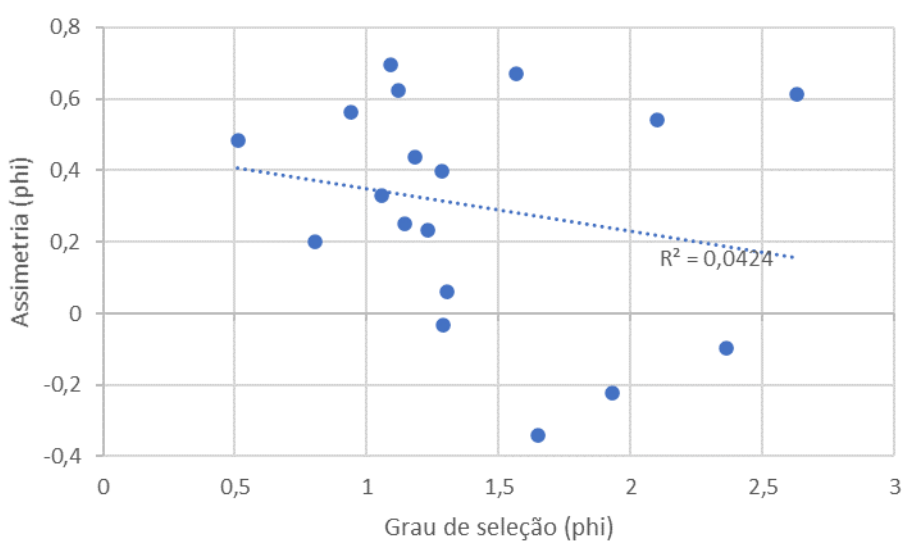


Fonte: Autora, 2022.

4.2.6 Relação entre o grau de seleção e a assimetria

A relação entre o grau de seleção e a assimetria nos sedimentos analisados está apresentada no gráfico 14. A exemplo dos outros casos, este gráfico também tem um baixo valor de R-quadrado resultado da falta de correlação entre estes parâmetros.

Gráfico 14- Relação entre grau de seleção (ϕ) e o assimetria (ϕ) nos sedimentos de fundo analisados nos canais do arquipélago do Bailique.

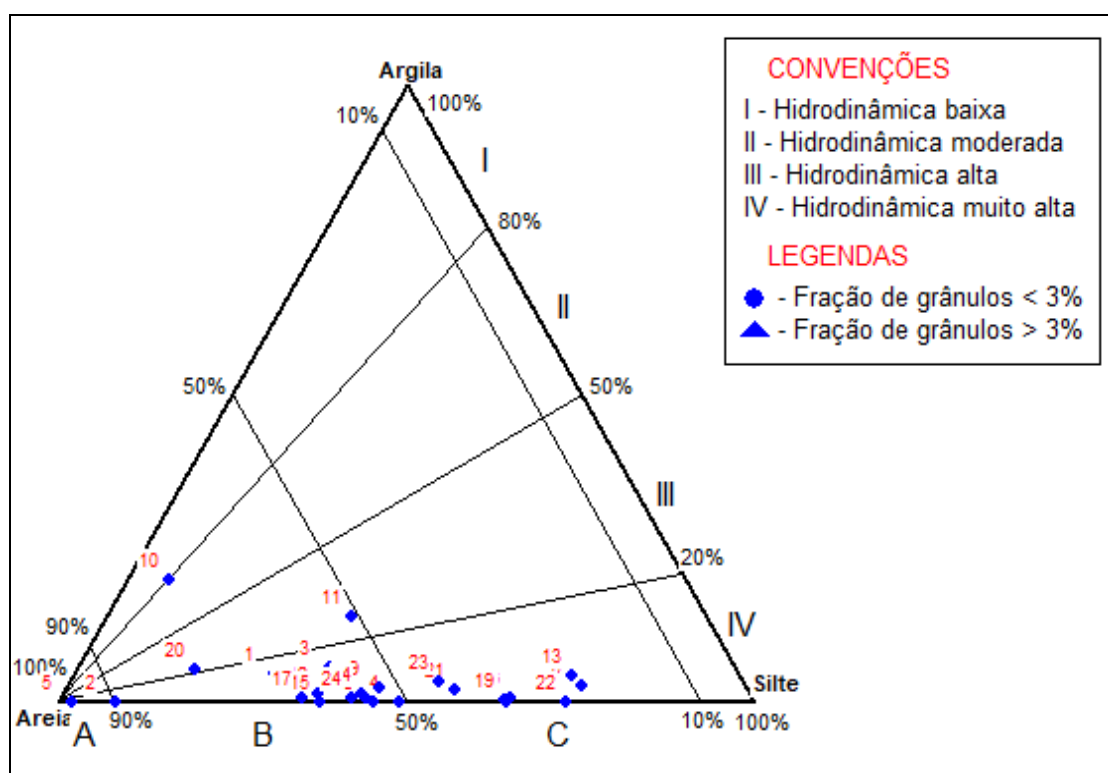


Fonte: Autor, 2022

4.3 HIDRODINÂMICA A PARTIR DO DIAGRAMA DE PEJRUP

Para avaliar as condições hidrodinâmicas nos canais do arquipélago do Bailique, os resultados das análises granulométricas das amostras de sedimento de fundo foram plotadas no diagrama de Pejrup (1988). Na área de estudo, as amostras são classificadas, de acordo com o diagrama, como B-IV e C-IV, que correspondem, respectivamente, a sedimentos, que contêm de 50 a 90% e 10 a 50% de areia, respectivamente, depositados sob condições hidrodinâmicas muito alta (Figura 3).

Figura 3- Hidrodinâmica na região do arquipélago do Bailique no período de estiagem (outubro/2017) inferida a partir do Diagrama de Pejrup (1988).



Fonte: Autora, 2022.

Esse comportamento indica que está de acordo com uma área estuarina fortemente influenciada pela ação das marés, o que estabelece um ambiente de hidrodinâmica muito alta (IV), comprovada pela abundância tanto de uma facies silte arenosa quanto de outra facies areia síltica. Esporadicamente ocorre alguns pontos isolados com 90 e 100% de areia indicando também uma hidrodinâmica muito alta.

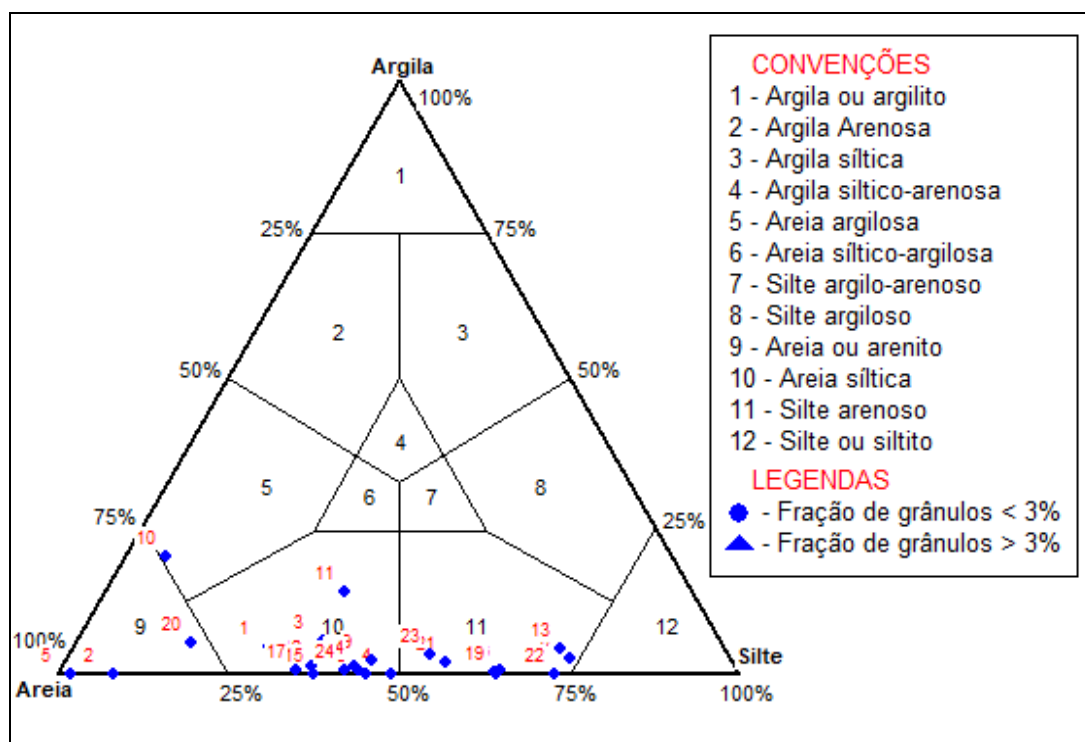
Para Guimarães et al. (2007), essas anomalias são provocadas devido à proximidade das desembocaduras de rios. Portanto, não devem ser utilizadas para se inferir hidrodinâmica, pois representam áreas de aporte fluvial.

No Estado do Pará, na Baía do Marajó (Corrêa, 2005) como no Furo da Laura no município de Vigia (Lima et al., 2015), também foram registradas áreas estuarinas com hidrodinâmica alta a muito alta, classificando o ambiente como extremamente energético.

4.4 CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DE SHEPARD

De acordo com a Figura 4 o resultado das 18 amostras analisadas é predominantemente do tipo silte arenoso a areia siltica. Estas variações texturais (misturas) estão altamente relacionadas aos regimes de vazante e enchente, ao tempo de atuação e a intensidade destes processos.

Figura 4- Diagrama triangular de Shepard (1954) para a classificação textural das amostras analisadas.



Fonte: Autora, 2022.

5 CONCLUSÃO

A coleta de 18 amostras de sedimentos na região mais interna do arquipélago do Bailique e as análises laboratoriais possibilitou identificar as principais características granulométricas dos sedimentos estuarinos na foz do rio Amazonas.

No período de estiagem, os sedimentos que compõem os canais que cortam o arquipélago do Bailique são predominantemente siltosos, variando entre silte grosso a médio, pobremente selecionados, com curvas assimétricas positivas e leptocúrticas. Não foi possível a determinação de correlações consistentes entre os principais parâmetros sedimentológicos avaliados.

Os sedimentos foram classificados pelo diagrama de Shepard como silte arenoso a areia siltica. Na maioria dos casos esses sedimentos indicam um ambiente de hidrodinâmica muito alta, que está de acordo com uma área estuarina fortemente influenciada pela ação das marés. Desse modo, esses resultados podem contribuir para explicar os processos hidrodinâmicos em áreas de estuários amazônicos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, B. G et. al. **Padronização de Métodos para Análises Granulométricas do Brasil**.2012. Comunicado técnico – EMBRAPA. Rio de Janeiro – RJ. 2012. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/950832/1/ComTec66AnaliseGr anulometrica.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/950832/1/ComTec66AnaliseGr%20anulometrica.pdf). Acesso em: 04 de jan. de 2022.
- BOAVENTURA, F.M.C. & NARITA, C.. **Geomorfologia da Folha NA/NB. 22 – Macapá**. 1974 In: Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB.22 – Macapá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p. IV-I-IV/84 (Levantamento de Recursos Naturais, 6). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=224023>. Acesso em: 01 de jan. de 2022.
- CAMARGO, Mauricio. **SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento**. 2006. Revista Brasileira de Geociências. 36. 371-378. 10.25249/0375-7536.2006362371378. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283550124_SysGran_um_sistema_de_codigo_aberto_para_analises_granulometricas_do_sedimento Acesso: 08 de jan. 2022.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008, 599p.
- CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P. **Guia de Práticas Sedimentométricas**. 2000, Brasília – DF: ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 154p.
- CORRÊA, IRAN CARLOS STALLIVIERE. **Aplicação do Diagrama de Pejrup na Interpretação da Sedimentação e da Dinâmica do Estuário da Baía de Marajó-PA**. 2005. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 109 - 118, ISSN 1807-9806. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/19551>. Acesso em: 09 fev. 2022. doi:<https://doi.org/10.22456/1807-9806.19551>.
- CRISPIM, L.D et. Al. **Transporte e caracterização de sedimentos de fundo no rio piranhas em uma seção de controle próximo à sede do município de pombal-pb**. 2015, Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2518/1117> Acesso: 30 de jan.de 2022.
- DALRYMPLE, R.W.; ZAITLIN, B.A.; BOYD, R. **Estuarine facies models; conceptual basis and stratigraphic implications; discussion and reply**. *Journal of Sedimentary Research* 1994;; 64 (1b): 74–77. doi: <https://doi.org/10.1306/D4267F50-2B26-11D7-8648000102C1865D>. Acesso em: 08 de fev. de 2022.

DIAS, J. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos. Versão preliminar.** 2004. Disponível em: http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/OU EI/SedimB_AG.pdf
Acesso em: 30 de jan. de 2022.

Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. **Brazos rives bar: A study in the significance of grain size parameters.** *Journal of Sedimentary Petrology*, 27:3-27.

GUIMARÃES, Mauricio de Sousa Dias et al. **Caracterização textural dos sedimentos superficiais de fundo e dinâmica sedimentar na baía de guanabara, rio de janeiro.** *Revista Tamoios*, [S.l.], v. 3, n. 2, jul. 2010. ISSN 1980-4490. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/657>>. Acesso em: 09 fev. 2022. doi:<https://doi.org/10.12957/tamoios.2007.657>.

LIMA, M.W.; Santos, M.L.S.; Montelo, D.J.; Nunes, D.M.; Alves, I.C.C.; Silva, M.S.F. 2015. **Análise temporal da composição granulométrica de um estuário amazônico, Pará, Brasil.** *Scientia Plena*. 11(1):1-11. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/2028> Acesso em: 07 de fev. 2022.

LINDHOLM, R.C. 1987. **A Practical Approach to Sedimentology.** Allen & Unwin, Londres, UK, 276pp. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-011-7683-5>
Acesso em: 28 de jan. 2022.

MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. 2002. **Princípios de Oceanografia Física em Estuários.** São Paulo, EDUSP, 416 p.

PEJRUP, Morten. 1988. **The Triangular Diagram Used for Classification of Estuarine Sediments: A New Approach.** 10.1007/978-94-015-7762-5_21. Disponível em: https://moodle2.units.it/pluginfile.php/327137/mod_resource/content/0/1%20Pejrup%201988.pdf Acesso em: 07 de fev. 2022.

PONÇANO, Waldir Lopes. **Sedimentação atual aplicada a portos no Brasil.** 1985. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985. doi:10.11606/T.44.1985.tde-08092015-110055. Acesso em: 2022-02-08.

SANTANA, O.L, SILVEIRA, V.F. **Análise da Drenagem da Bacia Hidrográfica dos Rios Piriirim e Gurijuba.** 2002. Disponível em: http://iepa.ap.gov.br/pnopg/resultados/meio_abiotico/geo_morfologia/Laysa.pdf. Acesso em: 23 de jan. de 2022.

SANTOS, V.F. et al. **Diagnóstico sócio-ambiental participativo do setor costeiro estuarino do Estado do Amapá.** 2004 Geologia MMA/GEA/IEPA. Macapá. Meio-digital. p. 11-34. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br> Acesso em: 23 de jan. 2022.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução a sedimentologia**. Edgar Bluncken, Edusp, São Paulo. 317 p. Disponível em:
<https://docs.ufpr.br/~foliveira/GB101/Metodologias/An%C3%A1lise%20granulom%C3%A9trica%20K%20Sugui%C3%B3%201973.pdf> Acesso em: 22 jan. 2022.

TORRES, et al. (2018). **Panorama da erosão costeira no Brasil**: Amapá ISBN: 978- 85-7738-394-8 (online). Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/329171017_PANORAMA_DA_EROSAO_COSTEIRA_NO_BRASIL_Amapa_ISBN_978-85-7738-394-8_on_line. Acesso em: 23 de jan. 2022.