

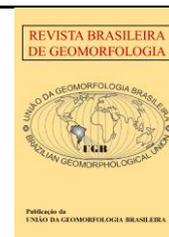


<http://lsie.unb.br/ugb/>  
ISSN 2236-5664

## Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 22, nº 3 (2021)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v22i3.1765>



Artigo de Pesquisa

# Análise comparativa da distribuição dos sedimentos em duas praias da província da Zambézia, Moçambique

*Comparative analysis of the distribution of sediments in two beaches of Zambezia province, Mozambique*

Geraldo Valente Nhatsave<sup>1</sup> e Helder Arlindo Machaieie<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Eduardo Mondlane, Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, Cidade de Quelimane, Moçambique.

E-mail: geraldo.nhatsave@uem.ac.mz

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3394-8880>, ORCID

<sup>2</sup>Universidade Eduardo Mondlane, Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, Cidade de Quelimane, Moçambique.

E-mail: machaielder@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9461-4905>

Recebido: 03/09/2019; Aceito: 13/09/2020; Publicado: 01/07/2021

**Resumo:** A zona costeira é uma unidade territorial de transição entre o domínio marinho e terrestre; caracterizada pela deposição dos sedimentos que podem ser distinguidos pelo seu tamanho, forma e composição. Esses sedimentos são controlados pelos fatores hidrodinâmicos governantes no ambiente. Este trabalho objetivava-se analisar a variação da distribuição sedimentar das praias de Madal e Zalala, localizadas na Província da Zambézia, Moçambique, visando compreender o padrão de transporte de sedimentos ao longo da praia, e inferir a energia de agitação marítima típica que chega às praias com base na distribuição dos sedimentos. Foram coletadas dezoito amostras de sedimentos em ambas as praias, ao longo de três níveis definidos: Linha Alta da Maré, Zona Intermédia e Linha Baixa da Maré. As amostras foram submetidas a análises granulométricas e determinação de parâmetros estatísticos. Os sedimentos dos ambientes são majoritariamente finos a muito finos, moderadamente a bem selecionados, de assimetria variando de negativa a muito positiva e com predominância de curvas mesocúrticas a platicúrticas nas linhas Alta e Baixa da Maré, e mesocúrtica na Zona Intermédia da Maré. Os agentes de transporte como ondas, correntes e ventos fazem a seleção dos sedimentos ao longo das praias, destacando-se mais as ondas, que fazem a remoção das partículas mais finas durante o fluxo e refluxo da onda, em sincronismo com a variação da maré, depositando os sedimentos mais finos na Linha Alta da Maré.

**Palavras-chave:** Praias Arenosas; Tamanho do Grão; Distribuição Sedimentar.

**Abstract:** The coastal zone is a territorial unit of transition between the marine and terrestrial domain; characterized by deposition of sediments that can be distinguished by their size, shape and composition. These sediments are controlled by the governing hydrodynamic factors in the environment. This work analyses the

sedimentary distribution variation of the beaches of Madal and Zalala, in the Zambezi Province, Mozambique, aiming to understand the sediment transport pattern along the beach, and to infer the typical wave energy that reaches the beaches based on the sediment distribution. Eighteen sediment samples were collected at both beaches, along three defined profiles namely High Tide Line, Intermediate Zone and Low Tide Line. The samples were submitted to particle size analysis and determination of statistical parameters. The beaches are both dominated by fine to very fine grains, moderately to well selected, their asymmetry varying from negative to very positive and with predominance of mesocurtic curves to the platycurtic in the High and Low Tide Lines, and mesocurtic in the Intermediate Zone of the tide. The transport agents such as waves, currents and winds control the selection of sediments along the beaches, highlighting the wave action, which removes the finer particles during the uprush and backwash of the wave, in synchronism with the variation of the tide, depositing the finest sediments at the High Tide Line.

**Keywords:** Sand Beaches; Grain Size; Sediment Distribution.

---

## 1. Introdução

A zona costeira é uma unidade territorial de transição entre o domínio marinho e terrestre, com diferentes tipos de formas e de diferentes tipos de praias. Praias são zonas de alta variabilidade morfológica, resultantes de grandes depósitos sedimentares não consolidados, expostos a ação de ondas e marés, e que se estendem desde a linha de baixa-mar até alguma barreira costeira natural como duna, falésia, ou costão ou qualquer barreira criada pelo homem (JESUS; ANDRADE, 2013). A composição sedimentar das praias é afetada pela ação das ondas, marés, corrente de deriva litorânea e pelas composições petrográficas da costa, daí a distribuição do tamanho de grãos das praias é uma função das condições hidrodinâmicas. De acordo com Abdulkarim et al., (2011) a distribuição dos sedimentos ao longo da praia é o resultado da interação complexa entre a fonte de sedimentos, o nível de energia das ondas e a inclinação geral do mar em que a praia é construída. Segundo Komar (1998) os agentes da zona costeira geralmente redepositam e selecionam os sedimentos em função do seu tamanho, densidade e forma. Deste modo, pode se dizer que a composição dos sedimentos da praia não é afetada apenas pela ação das ondas, correntes e ventos, mas depende em grande parte da quantidade de material clástico fornecido para a costa.

A distribuição dos sedimentos superficiais na região entre a plataforma continental interna e a praia é regida pela atuação dos agentes hidrodinâmicos sobre a sedimentação marinha pretérita e continental atual (MOTTA et al., 2018). A análise da granulometria de sedimentos é importante pois permite aferir as características da área fonte, agentes de transporte e condições energéticas de transporte e de acumulação no ambiente deposicional (DIAS, 2004).

As praias de Madal e Zalala, na província da Zambézia, Moçambique, são praias que no geral podem ser classificadas como praias de baixa energia, baseando-se nas características morfológicas dos dois ambientes. São ambientes caracterizados por uma declividade do fundo suave, com uma extensa zona de surfe, com variáveis hidrodinâmicas relativamente caracterizadas pela baixa energia, e com concentração de sedimentos do tipo areia fina.

O objetivo deste estudo é analisar a variação da distribuição sedimentar visando compreender o padrão de transporte de sedimentos ao longo da praia, e inferir a energia de típica que chega às praias com base na distribuição dos sedimentos. A análise da distribuição granulométrica tem sido amplamente utilizada para classificar ambientes sedimentares e elucidar os princípios da dinâmica de transporte necessários para a formulação de um Programa de gerenciamento eficaz da erosão costeira.

## 2. Área de Estudo

As praias de Madal e Zalala (Figura 1) são praias Moçambicanas, situadas no centro do país, concretamente na província da Zambézia, entre as coordenadas 17°58' 11.03'' S e 37°1' 21.27'' E. para a praia de Madal e 17°50' 6.36'' S e 37°07' 23.09'' E praia a de Zalala. São praias caracterizadas por coberturas superficiais arenosas, com coloração mais escura na praia de Madal em relação à praia de Zalala.

A região é caracterizada por um clima quente e úmido de duas estações. A precipitação média anual é aproximadamente 1.428 mm ao redor de Quelimane e Inhassunge, sendo que o período chuvoso decorre de Novembro à Abril (HOGUANE, 2007). As marés nas águas marinhas de Moçambique comportam-se como uma onda estacionária, semidiúrnas com desigualdade diurna bastante significativa. As correntes costeiras ao longo do Banco de Sofala, incluindo as praias investigadas, apresentam sentido Sul-Norte (HOGUANE, 2007).

De forma mais específica, a praia de Madal tem tendência de apresentar ondas mais energéticas, e fortes correntes longitudinais em relação a praia de Zalala, e que são responsáveis pela variação morfológica ao longo das praias.

## 3. Materiais e Métodos

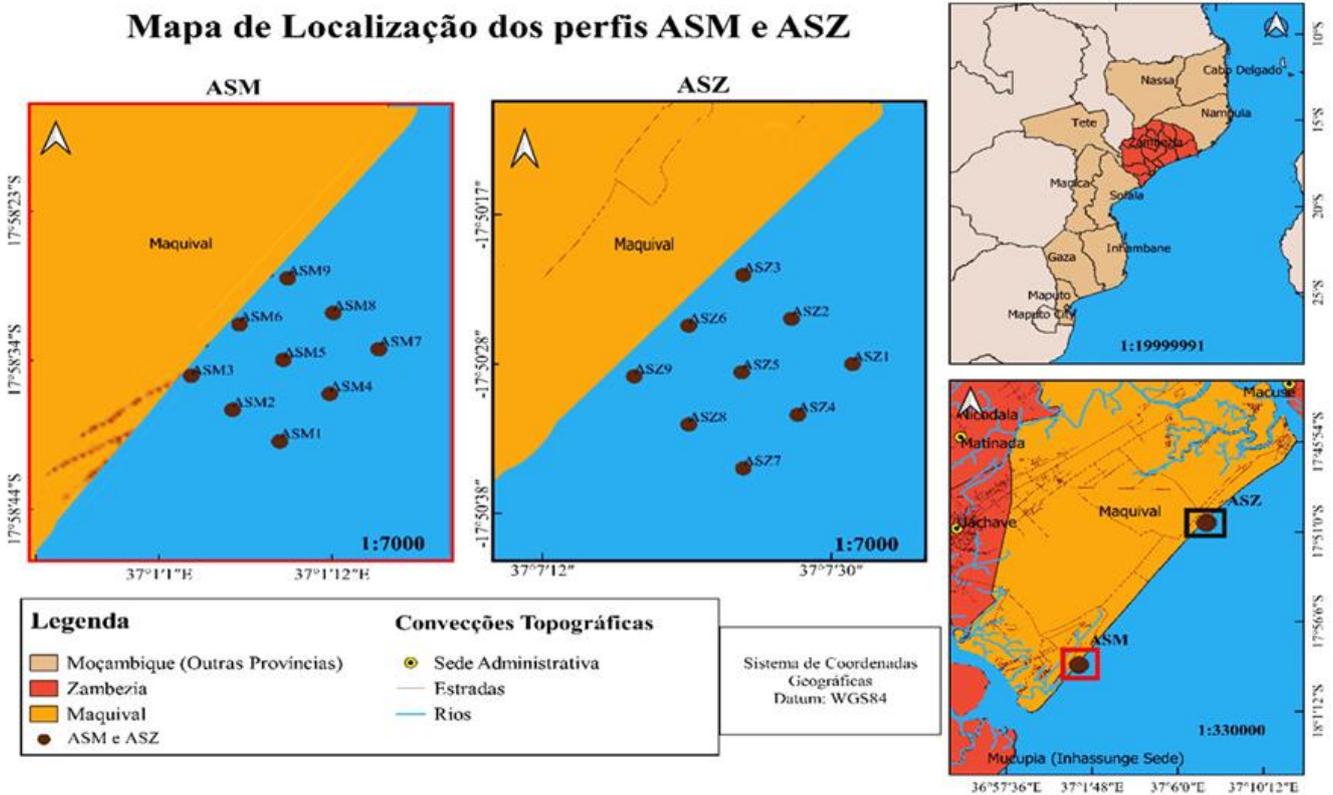
### 3.1. Trabalho de Campo

A coleta das amostras ao longo das praias foi feita na baixa-mar da maré de sizígia, nos dias 06 e 07 de Dezembro de 2017 na praia de Zalala e Madal respectivamente. A amplitude da maré nos dias de coleta de amostras foi cerca de 0.9 m na praia de Zalala e 1.1m na praia de Madal. Esta fase da maré foi escolhida pelo facto de ser a fase que apresenta maior exposição da parte da praia. A parte exposta das praias foi dividida em três perfis: Linha Baixa, Zona Intermédia e Linha Alta da Maré, e cada perfil com três pontos de amostragem, conforme ilustra a Figura 1. Um total de 18 amostras foram coletadas, 9 para cada praia, num espaçamento de 150m entre os pontos, paralelamente a praia. Esta estratégia possibilitou análise do comportamento da granulometria paralelamente assim como perpendicularmente à praia.

### 3.2 Trabalho Laboratorial

A preparação das amostras e a determinação do tamanho dos grãos dos sedimentos foram efetuadas no laboratório de sedimentologia do Departamento de Geologia da Universidade Eduardo Mondlane, onde 20g de sedimentos de cada amostra foram submetidos a lavagem para eliminação dos carbonatos e matéria orgânica com recurso a 120 mL de ácido clorídrico (HCL) e 90 mL de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), misturados com 1L de água destilada respectivamente, seguindo a metodologia similar à de Sricastava et al. (2012), e secados na estufa à temperatura de 60°C. Após o tratamento as amostras foram crivadas em peneiras milimétricas de 1.0,

0.71, 0.500, 0.355, 0.180, 0.125, 0.075, 0.063 e 0.045mm de malha, e agitadas por um período de 10 minutos em um agitador mecânico de peneiras de sedimentos.



**Figura 1:** Mapa de localização da área de estudo. Onde: ASZ & ASM significa Amostra de Sedimentos de Zalala e de Madal

Os dados da distribuição percentual dos pesos das classes granulométricas gerados durante o peneiramento foram organizados na folha de cálculo Microsoft Excel, e posteriormente processados no Matlab 7.8.0 (R2009), onde foram determinados os parâmetros estatísticos da granulometria, nomeadamente a Média, o desvio-padrão, a assimetria e a curtose (Tabela 1), que auxiliaram na descrição do comportamento granulométrico ao longo das praias. Os parâmetros estatísticos foram determinados usando o critério estabelecido por Folk e Ward (1957) conforme a Tabela 2, e os seus resultados foram apresentados na forma de Tabelas.

**Tabela 1:** Parâmetros Granulométricos

Parâmetros	Formula do FOLK & WORD (1957)
Média	$M = \frac{\varphi_{84} + \varphi_{50} + \varphi_{16}}{3}$
Desvio Padrão	$\sigma = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6.6}$
Assimetria	$Sk = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{84} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_5 + \varphi_{95} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)}$

<b>Curtose</b>	$KG = \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{2.44(\varphi_{75} - \varphi_{25})}$
----------------	---

**Tabela 2:** Significado dos parâmetros estatísticos dos tamanhos granulométricos estabelecidos por FOLK & WARD (1957)

Média (M)	Desvio – padrão ( $\sigma$ )	Assimetria (Sk)	Curtose (KG)
-1 a 0	$\sigma < 0,35$	$Sk > + 0,30$	$KG < 0,67$
Areia Muito Grossa	Muito bem selecionado	Assimetria muito positiva	Muito Platicúrtica
0 a 1	$0,35 \leq \sigma < 0,50$	$+0,30 \geq Sk > +0,10$	$0,67 \leq KG < 0,90$
Areia Grossa	Bem selecionado	Assimetria positiva	Platicúrtica
1 a 2	$0,50 \leq \sigma < 1,00$	$+0,10 \geq Sk > -0,10$	$0,90 \leq KG < 1,11$
Areia media		Simétrica	Mesocúrtica
2 a 3	$1,00 \leq \sigma < 2,00$	$-0,10 \geq Sk > -0,30$	$1,11 \leq KG < 1,50$
Areia Fina	Mal selecionado	Assimetria negativa	Leptocúrtica
3 a 4	$2,00 \leq \sigma < 4,00$	$Sk \leq -0,30$	$1,50 \leq KG < 3,00$
Areia Muito Fina	Muito mal selecionado		Muito Leptocúrtica
4 a 8	$\sigma \geq 4,00$ Extremamente mal		$KG \geq 3,00$
Silte	selecionado		Extremamente Leptocúrtica
> 8			
Argila			

Fonte: Tabela adaptada de VELOSO (2001)

#### 4. Resultados

Os ambientes das praias estudadas, concretamente da praia de Zalala e de Madal, são constituídos principalmente por sedimentos arenosos. Na praia de Zalala cerca de 15% corresponde a areia fina, 84% areia muito fina e 1% de silte grosso, enquanto a Praia de Madal apresenta 1% de areia média e silte grosso, 18% de areia fina e 80% de areia muito fina.

Dum modo geral, conforme ilustra a Tabela 3, em ambas as praias verifica-se maior concentração de sedimentos muito finos especialmente na Linha Alta da Maré, concentrações médias de sedimentos muito finos na linha baixa e baixas concentrações de sedimentos muito finos na Zona Intermédia da Maré.

**Tabela 3:** Percentagem do diâmetro médio das partículas ao longo das praias

	Amostras	AG	AM	AF	AMF	SG
Praia de Madal	ASM1		7%	28%	64%	1%
	ASM2		1%	25%	74%	
	ASM3			4%	93%	3%
	ASM4			25%	74%	1%
	ASM5		2%	32%	66%	
	ASM6			5%	92%	3%

	ASM7			4%	95%	1%
	ASM8		1%	34%	65%	
	ASM9			2%	94%	4%
	Classificação (mm)	1,0 a 0,5	0.5 a 0.25	0.25 a 0.125	0.125 a 0.063	0.063 a 0.031
	Classificação (Phi)	0 a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5
Praia de Zalala	ASZ1			1%	98%	1%
	ASZ2			42%	58%	
	ASZ3			7%	92%	1%
	ASZ4			12%	87%	
	ASZ5			24%	76%	
	ASZ6			2%	95%	3%
	ASZ7		1%	7%	85%	7%
	ASZ8		1%	33%	66%	
	ASZ9			3%	95%	2%
		Classificação (mm)	1,0 a 0,5	0.5 a 0.25	0.25 a 0.125	0.125 a 0.063
	Classificação (Phi)	0 a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4	4 a 5

Onde: ASZ & ASM significa Amostra de Sedimentos de Zalala e de Madal; AG – Areia Grossa, AF – Areia Fina, AMF – Areia Muito Fina e por fim SG – Silte Grosso.

As Tabelas 4 e 5 representam a planilha de classificação granulométrica das amostras de sedimentos ao longo dos pontos de amostragem das praias estudadas, de acordo com os seguintes parâmetros: diâmetro médio do grão (M) em phi, grau de selecionamento das amostras ( $\sigma$ ) em phi, assimetria (Sk) e curtose (KG), e seus respectivos significados.

**Tabela 4:** Classificação Granulométrica das amostras de sedimentos da praia de Madal

Praia de Madal								
Amostras	M	$\sigma$	Sk	KG	Udden-Wentworth	Selecionado	Assimetria	Curtose
ASM1	2.63	0.75	-0.22	1.09	Areia Fina	Mod Bem Selecionada	Negativo	Mesocurtica
ASM2	280	0.54	0.03	1.29	Areia Fina	Mod Bem Selecionada	Simetria	Leptocúrtica
ASM3	3.10	0.49	0.28	0.82	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Positiva	Platicúrtica
ASM4	2.90	0.40	0.76	1.46	Areia Fina	Bem selecionada	Positiva	Leptocúrtica
ASM5	2.65	0.53	0.03	1.49	Areia Fina	Mod Bem Selecionada	Simétrica	Leptocúrtica
ASM6	3.07	0.49	0.44	0.82	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Muito positiva	Platicúrtica
ASM7	3.16	0.43	-0.34	0.85	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Negativa	Platicúrtica
ASM8	2.60	0.51	0.014	1.50	Areia Fina	Mod Bem Selecionada	Simétrica	Leptocúrtica
ASM9	3.08	0.50	0.45	0.88	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Muito	Platicúrtica

positiva

**Tabela 5: Classificação Granulométrica das amostras de sedimentos da praia de Zalala**

Praia de Zalala								
Amostra	M	$\sigma$	Sk	KG	Udden-Wentworth	Selecionado	Assimetria	Curtose
ASZ1	3.25	0.43	0.12	0.7	Areia muito fina	Bem selecionada	Positiva	Platicúrtica
				6				
ASZ2	2.55	0.50	0.01	1.4	Areia Fina	Mod bem selecionada	Simétrica	Leptocúrtica
				0				
ASZ3	3	0.45	0.35	0.9	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Muito positiva	Mesocúrtica
				5				
ASZ4	2.95	0.42	0.23	1.2	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Positiva	Leptocúrtica
				3				
ASZ5	2.80	0.54	0.08	1.2	Areia Fina	Mod bem selecionada	Simétrica	Leptocúrtica
				6				
ASZ6	3.06	0.48	0.34	0.9	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Muito positiva	Mesocúrtica
				5				
ASZ7	3.43	0.56	-0.46	1.1	Areia Muito Fina	Mod bem selecionada	Muito negativa	Leptocúrtica
				1				
ASZ8	2.72	0.52	0.09	1.1	Areia Fina	Mod bem selecionada	Simétrica	Leptocúrtica
				6				
ASZ9	3	0.38	0.36	0.9	Areia Muito Fina	Bem selecionada	Muito positiva	Mesocúrtica
				7				

#### 4. Discussão

A caracterização granulométrica dos sedimentos é determinada pela análise percentual do diâmetro médio e análise dos parâmetros estatísticos (média, desvio padrão que representa o grau de seleção, assimetria e curtose). O conjunto desses parâmetros apresenta resultados relacionados ao tipo de material distribuído e processos sedimentares atuantes, áreas fontes e depósitos de sedimentos, variações de energia do meio e o tipo de agente de transporte (TERRES, 2018).

##### 4.1. Distribuição percentual do diâmetro médio das partículas em cada ponto de amostragem.

O diâmetro médio percentual analisado em cada perfil das praias estudadas, indica que em ambas as praias há predominância de sedimentos muito finos e que a sua concentração varia de lugar para lugar. Ao se fazer a divisão da praia em três transetos: Linha Alta da Maré, Zona Intermédia e Linha Baixa da maré, paralelamente à praia verifica-se que o diâmetro médio percentual apresenta maiores concentrações de

sedimentos muito finos na Linha Alta da Maré, onde em Madal está nos intervalos de 92% a 94% e em Zalala 92% a 95%, em seguida na Linha Baixa da Maré sendo que na Madal varia de 64% a 74% e em Zalala 85% a 87% e por fim baixas concentrações na zona intermédia que na praia de Madal variam de 65% a 74% e em Zalala 58% a 76%.

No geral a acumulação de sedimentos finos tende a ocorrer em ambientes de baixa energia, enquanto ambientes de alta energia costumam ser locais de depósito de partículas mais grossas como cascalho e areia grossa (JESUS; ANDRADE, 2013). Todavia, no presente estudo foram observadas maiores concentrações de sedimentos muito finos na Linha Alta da Maré, facto que sugere que a concentração de sedimentos muito finos se dá no momento da estagnação quando as velocidades são quase nulas. Além disso, os sedimentos muito finos encontrados na Linha Alta da Maré são provenientes da erosão das dunas, durante a maré de sizígia. Segundo Braga (2007) a maré de sizígia é um dos processos que contribuem para que haja erosão nas dunas, depositando sedimentos mais finos na Linha Alta da Maré.

Para as restantes classificações (areia fina, areia média e areia grossa), a praia de Madal apresenta concentrações que variam de 4% a 34% de areia fina, 1% a 7% de areia média, sendo que alguns pontos não apresentam areia média. Na praia de Zalala as concentrações de areia fina variam de 1% a 42%, tendo 1% de areia média identificada apenas nos pontos ASZ7 e ASZ8. Em ambas praias não há registo de sedimento do tipo areia grossa, provavelmente porque foram transportados para os canais de Rios e estuários. Segundo Masselink (2003), o maior volume das águas nos estuários e canais de marés decorrentes da alta taxa de pluviosidade que caracteriza a área de estudo no período em que foram coletados os dados, e alta energia das ondas favorecem a perda da areia para mar a fora.

#### *4.2. Determinação dos parâmetros estatísticos para análises granulométricas*

A determinação dos parâmetros estatísticos permite uma interpretação mais clara e detalhada sobre a sedimentologia do ambiente, fornecendo informações sobre os mecanismos de transporte e condições de deposição dos sedimentos. Essa interpretação é feita analisando as medidas de tendência central, desvio padrão, assimetria e curtose conforme sugerem Folk e Ward (1957), onde desvio padrão auxilia na descrição do grau de seleção das partículas, assimetria indica a tendência do material depositado, e a curtose indica o grau de achatamento de uma determinada curva de distribuição, podendo ser normal quando assemelha-se uma curva de distribuição normal, achatada quando há ocorrência simultânea e proporcional de várias classes granulométricas ou alongada quando há domínio de uma certa classe e baixa ocorrência ou ausência de algumas classes granulométricas.

De um modo geral, o levantamento efetuado em ambas praias é caracterizado por sedimentos do tipo areia fina a muito fina, com o grau de seleção que varia de moderadamente bem selecionado a bem selecionado, com predomínio de assimetria negativa a muito positiva e de grau de achatamento da curva platicúrtica à leptocúrtica. A discussão é efetuada observando cada perfil de praia consoante as Tabelas 6 e 7, de modo a se ter uma descrição mais detalhada do comportamento granulométrico das áreas estudadas.

**Tabela 6:** Caracterização simplificada dos sedimentos consoante os perfis de amostragem da praia de Madal.

Praia de Madal				
Perfis de amostragens	Udden-Wentworth	Selecionamento	Assimetria	Curtose
Linha Baixa	Areia Fina	Bem selecionado	Negativa	Meso à Leptocurtica
Zona Intermédia	Areia Fina	Moderadamente bem selecionado	Simétrica	Leptocurtica
Linha Alta	Areia Muito Fina	Bem selecionado	Muito positiva	Platicurtica

**Tabela 7:** Caracterização simplificada dos sedimentos consoante os perfis de amostragem da praia de Zalala

Praia de Zalala				
Perfis de amostragens	Udden-Wentworth	Selecionamento	Assimetria	Curtose
Linha Baixa	Areia muito fina	Bem selecionado	Positiva	Leptocurtica
Zona Intermédia	Areia Fina	Moderadamente bem selecionado	Simétrica	Leptocurtica
Linha Alta	Areia Muito Fina	Bem selecionado	Muito positiva	Mesocurtica

A média (M) indica a tendência central dos grãos de sedimentos, podendo fornecer informações sobre as condições energéticas do agente de deposição (FOLK; WARD, 1957). Na Linha Alta e na Zona Intermédia da Maré os sedimentos de ambas as praias tendem a ser mais homogêneos, apresentando valores médios pouco variáveis, de 3 a 3.10Phi que indica a predominância de sedimentos muito fino na Linha Alta, e 2.55 a 2.80Phi que indica predominância de sedimentos finos na Zona Intermédia. A Linha Baixa da Maré de ambas praias apresenta valores da média heterogênea contendo sedimentos que variam de areia fina 2.63 a 2.90Phi com tendência muito forte para o acumulo de sedimentos muito fino 2.95 a 3.43Phi especialmente na praia de Zalala.

O diâmetro médio das partículas dos ambientes estudados revela que a energia de deposição foi relativamente baixa o que permite deposição de partículas muito finas nesse ambiente, contudo variando em função do tipo de agente de transporte em causa. Veloso (2001) refere que o diâmetro médio das partículas de sedimentos é função da fonte de suprimento, do processo de deposição e da taxa de energia imposta ao sedimento que depende da intensidade da corrente ou turbulência do meio.

As concentrações das diferentes classes sedimentares nas praias estudadas variam tanto na direção longitudinal quanto na direção transversal em virtude da variação da energia de transporte e possível aproximação de uma área fonte. Na Linha Alta da Maré, há predominância do diâmetro médio muito fino cuja deposição dá-se em virtude da perda de energia no momento da fluxo e refluxo da onda, alteração do agente de transporte hidrodinâmico para eólico, e/ou possivelmente pela erosão das dunas frontais durante a flutuação do nível da maré, que permite a erosão as dunas frontais caracterizadas por sedimentos muito finos que são

transportados e depositados pelos ventos costeiros. Como afirma Prata (2005), a velocidade de refluxo da água após a quebra de onda é geralmente menor que a do fluxo devido a percolação nos sedimentos durante o retorno, principalmente em praias de menor declividade, permitindo a deposição de sedimentos muito finos na linha de espraiamento, e Tabajara e Martins (2006) afirmam que o vento seleciona gradativamente os grãos mais finos, mais sensíveis ao transporte, deixando para trás os grãos mais grossos.

A Zona Intermédia da Maré em ambas praias, diferentemente das zonas adjacentes, é caracterizada pela predominância do diâmetro médio do tipo areia fina, particularidade que caracteriza praias dominadas por correntes litorâneas que transportam os sedimentos e os depositam em outros ambientes em virtude da perda de energia da corrente.

Segundo Prata (2005) a competência das correntes longitudinais e da energia das ondas é inversamente proporcional ao tamanho das partículas do sedimento, sendo que enquanto as partículas mais grossas são depositadas mais próximo à fonte em decorrência da diminuição da velocidade das correntes ou energia das ondas, as partículas mais finas podem ser transportadas por maiores distâncias até serem retidas na praia pelo processo de espraiamento.

A Linha Baixa da Maré de ambas as praias apresenta valores da média heterogênea contendo sedimentos que variam de areia fina com tendência muito forte para o acúmulo de sedimentos muito fino especialmente a praia de Zalala. A característica declividade suave das praias permite a deposição de sedimentos muito fino em qualquer que seja o perfil, excetuando as regiões onde há predomínio de correntes fortes. Comparando as duas praias é possível notar que a média de sedimentos finos na praia de Madal é maior que na praia de Zalala nessas regiões, devido à predominância de ondas mais energética na praia de Madal.

De um modo geral o diâmetro médio das partículas de sedimento na praia de Madal tem a tendência de ser mais constituída por areia fina em relação a praia de Zalala que é muito fina, facto resultante da proximidade da praia de Madal a uma provável área fonte dos sedimentos: a desembocadura do rio dos Bons Sinais. Segundo Jesus e Andrade (2013) praias localizadas próximo às desembocaduras fluviais geralmente apresentam maior proporção de sedimentos grossos, em decorrência da proximidade da área fonte.

O grau de seleção é representado pelo desvio padrão ( $\sigma$ ) e indica o quão dispersos os tamanhos da amostra de sedimentos estão. Ele revela a maior ou menor dispersão da curva de distribuição, isto é, uma amostra bem selecionada revela menor dispersão dos valores dos tamanhos dos sedimentos em relação ao tamanho médio. (FOLK; WARD, 1957). Em ambientes de praias, o desvio padrão pode revelar a fonte dos sedimentos transportados para as zonas costeiras, os agentes dinâmicos envolvidos (ondas, correntes e ventos) e as condições energéticas do ambiente durante o seu retrabalhamento (JESUS; ANDRADE, 2013).

Confrontando as praias, verifica-se que ambas as praias apresentam sedimentos classificados como moderadamente a bem selecionado, sendo que, na Linha Baixa da Maré assim como na Alta de ambas praias, há predominância de sedimentos bem selecionado e na Zona Intermédia da Maré verificam-se sedimentos moderadamente bem selecionados. Essas características revelam pouca dispersão dos grãos pela abundância de sedimentos bem selecionados com tendência a moderadamente bem selecionado ocasionado pela alteração do agente de transporte na Zona Intermédia.

Os sedimentos das praias com a mesma proveniência tendem a ser bem selecionados do que sedimentos fluviais, devido a ação das ondas, marés e ventos que promovem a seleção das partículas (FOLK, 1974). Martins (1965) adiciona que as partículas sedimentares que recobrem as praias geralmente apresentam-se

moderadamente a bem selecionados, enquanto que os sedimentos dos rios se apresentam pobremente a moderadamente selecionados e os sedimentos eólicos costumam ser bem selecionados. Facto similar foi observado ao se fazer a comparação dos sedimentos que cobrem as praias de Zalala e Madal.

A assimetria ( $Sk$ ) representa a relação entre a média, mediana e moda numa curva de frequência. Quando o valor da frequência mais alta localiza-se no ponto central a curva de distribuição é simétrica. Quando o valor de maior frequência se localiza mais para a esquerda a assimetria é positiva e a curva é mais acentuada para a direita (grãos mais finos). Quando o valor de maior frequência estiver mais para direita a assimetria é negativa e a curva é mais acentuada para a esquerda (grãos mais grossos). A assimetria é uma variável importante pois permite aferir as classes sedimentares mais frequentes, os agentes de transporte e a fonte dos sedimentos praias (JESUS; ANDRADE, 2013). Areias de praias energéticas expostas somente a ondas e correntes tendem a apresentar assimetria negativa resultante da remoção de grãos mais finos durante o fluxo e refluxo da onda enquanto areias de rios e dunas, apresentam assimetria positiva (VELOSO, 2001; JESUS; ANDRADE, 2013).

Os ambientes estudados apresentam sedimentos com assimetria negativa a muito positiva, variando em função de cada perfil de amostragem. Na Linha Alta da Maré predomina assimetria muito positiva, na Zona Intermédia simétrica com tendência para negativa em alguns pontos e na Linha Baixa da Maré apresenta-se mais diversificada em termos da assimetria (negativa a positiva), podendo apresentar assimetria negativa na maioria dos pontos na Linha Baixa da praia de Madal e assimetria positiva na praia de Zalala.

O domínio da assimetria positiva e muito positiva verificado na Linha Alta da Maré, como fora referenciado anteriormente por Jesus e Andrade (2013), deixa evidente a contribuição dos ambientes circunvizinhos como rios durante as descargas fluviais, e dunas de areia erodidas durante a flutuação da maré na maré de sizígia, fornecendo deste modo o material ao ambiente de praia. O domínio da assimetria negativa na Linha Baixa da praia de Madal em relação a Zalala, revela de forma clara a diferença de energia dos dois ambientes, sendo que a Praia de Madal apresenta energias relativamente altas em relação a praia de Zalala, ocorrendo deste modo a remoção seletiva de partículas menores e favorecendo a assimetria negativa.

A curtose ( $KG$ ) expressa o quão achatada ou alongada uma dada curva é em relação a uma curva de distribuição normal. No contexto de distribuição granulométrica dos sedimentos, tem-se relacionado a curtose com o desvio-padrão de uma dada amostra, onde as curvas mais achatadas denominadas platicúrticas refletem misturas de várias classes sedimentares que se distribuem de forma relativamente proporcional entre os extremos esquerdo (partículas mais grossos) e direito (partículas mais finas), o pico mais alongado na parte central das curvas denominadas leptocúrticas denota melhor seleção da amostra, já as curvas de distribuição normal padrão, classificadas como mesocúrticas apresentam características intermediárias, não são nem muito pontiaguda nem muito achatada (VELOSO, 2001; JESUS; ANDRADE, 2013).

As amostras de sedimentos dos ambientes estudados apresentam uma variedade em termos da forma de achatamento ao longo dos perfis de amostragem. A praia de Madal na Linha Alta da Maré apresenta curvas platicúrticas, curvas leptocúrticas na Zona Intermédia e platicúrtica à Leptocúrtica na Linha Baixa da Maré, enquanto a praia de Zalala mostrar-se quase linear ao longo dos perfis, apresentando curvas mesocúrticas na Linha Alta, e curvas leptocúrticas Zona Intermédia e Linha Baixa. A predominância de curvas mesocúrticas e platicúrticas nos ambientes estudados, especialmente na Linha Alta da Maré não coincide com o proposto por Martins (1965), o qual afirma que os sedimentos de praias no geral possuem curvas leptocúrticas devido a atuação dos agentes costeiros que promovem melhor selecionamento. Este facto provavelmente está associado à mistura de diferentes classes granulométricas provenientes de outros ambientes, conservando as características da área-fonte Este ou à incorporação de material proveniente de outros ambientes, sem alteração das características da área-fonte, conforme afirmam Folk e Ward (1957).

## 5. Conclusões

As áreas estudadas são constituídas maioritariamente por sedimentos finos a muito finos, moderadamente a bem selecionados, de assimetria variando de negativa a muito positiva e com predominância de curvas mesocúrticas a platicúrticas nas Linhas Alta e Baixa da maré, e mesocúrtica na zona intermédia da maré, depositados em condições de energia relativamente baixa, que permitem acumulação de sedimentos finos ao longo das praias.

Os ambientes estudados, apesar de ambos serem praias de baixas energias, comparando-as, foi observado que a praia Madal apresenta baixa concentração de sedimentos muito finos em relação a praia de Zalala, facto que se relaciona a diferenciação de energias das ondas e correntes que chegam em cada praia, podendo se presumir que a praia de Madal tende a ser mais energética em relação a praia de Zalala.

Os agentes de transporte como ondas, correntes e ventos fazem a seleção dos sedimentos tanto paralelamente assim como perpendicularmente às praias. Porém, pode se destacar mais as ondas, que fazem a seleção das partículas durante o fluxo e refluxo, possibilitando o decréscimo da granulometria em direção ao continente devido a diminuição da energia das ondas na mesma direção. Este processo ocorre em sincronismo com a variação da maré, que deposita os sedimentos mais finos na linha alta da maré.

A ausência de sedimentos muito finos na Linha Média é provavelmente resultante ao transporte de deriva litorânea.

Os sedimentos depositados ao longo das praias estudadas, de acordo com os parâmetros estatísticos analisados evidenciam de forma clara a influência de outros ambientes como rios Bons Sinais e Macuze, e campo de dunas como fonte de sedimentos que cobrem as praias.

O conhecimento da distribuição dos sedimentos é uma ferramenta importante na compressão de transporte sedimentar ao longo das zonas costeiras, gerando informações úteis para a compressão da dinâmica das praias, sua evolução morfossedimentar, e reconhecimento de ambientes propícios para o acúmulo de sedimentos ricos em minerais, sendo esta a expectativa futura da pesquisa.

**Contribuições dos Autores:** Geraldo Valente Nhatsave – Conceção; metodologia; validação; pesquisa e curadoria de dados; preparação e redação do artigo; revisão e edição do texto, aquisição de financiamento. Hélder Arlindo Machaieie – Conceção; metodologia; uso de software e validação; pesquisa; preparação e redação do artigo; revisão e edição do texto.

**Financiamento:** Esta pesquisa não recebeu nenhum financiamento externo.

**Agradecimentos:** Os autores gastariam de agradecer ao Professor Marcelo Moraes Caetano pela correção linguística e aos revisores anônimos pelos valiosos comentários e sugestões, que permitiram imensamente para o melhoramento do manuscrito.

**Conflito de Interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse há publicação do artigo “**Análise Comparativa da Distribuição dos Sedimentos em Duas Praias da Província da Zambézia, Moçambique**”

## Referências

1. ABDULKARIM, R. AKINTOYE, A. E., OGUWUIKE, I. D., IMHANSOELEVA, T. M., PHILIPS, I. M., RUTH, F. B., & BANJI, A. O. Sedimentological Variation in Beach Sediments of The Barrier Bar Lagoon Coastal System, South - Western Nigeria. *Nature and Science*, V. 9, n. 9, 19-26, 2011. ISSN 1545-0740.
2. BRAGA, F. P. S. **Morfologia e Sedimentologia da Praia de Macromaré de Ajuruteua, Pará: um Estudo para Definição de Índices de Sensibilidade Ambiental ao Derramamento de Óleo**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. (2007).
3. DIAS, J. A. **A Análise Sedimentar E o Conhecimento Dos Sistemas Marinhos**. Universidade do Algarve, Faro, (2004). 84p. Disponível em: [https://www.academia.edu/3170602/A\\_AN%C3%81LISE\\_SEDIMENTAR\\_E\\_O\\_CONHECIMENTO\\_DO](https://www.academia.edu/3170602/A_AN%C3%81LISE_SEDIMENTAR_E_O_CONHECIMENTO_DO)

- S\_SISTEMAS\_MARINHOS\_Uma\_Introdu%C3%A7%C3%A3o\_%C3%A0\_Oceanografia\_Geol%C3%B3gica\_. Acessado em: 13/08/2018.
4. FOLK, R. L. **Petrology of Sedimentary Rocks**. 2ª Ed, Austin: Hemphill Publishing Company, 1974. 182p.
  5. FOLK, R. L., & WARD, W. C. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, V. 27, n. 1, 3-26, 1957. DOI: [10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D](https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D)
  6. HOGUANE, A. M. Perfil Diagnóstico da Zona Costeira de Moçambique. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, V. 7, n. 1, 69-82 2007. Disponível: [https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci7\\_8\\_Hoguane.pdf](https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci7_8_Hoguane.pdf). Acessado em 14/09/2018.
  7. JESUS, L. V., & ANDRADE, A. C. Parâmetros Granulométricos dos Sedimentos da Praia dos Artistas-Aracaju-SE. **Scientia Plena**, V. 9, n. 5, 2013. Disponível em: <https://www.scienciaplenu.org.br/sp/article/view/1289/729>. Acessado em: 24/09/2018.
  8. KOMAR, P. D. **Beach Processes and Sedimentation. Englewood Cliffs**. New Jersey: Prentice-Hall, 1998. 218p.
  9. MARTINS, L. R. Significance of Skewness and Kurtosis in Environmental Interpretation. **Journal of Sedimentary Research**, v. 35, n. 3, 768-770, 1965. ISSN 1678-5965.
  10. MASSELINK, G., & SHORT, A. D. The Effect of Tide Range on Beach Morphodynamics and Morphology: A Conceptual Beach Model. **Journal of Coastal Research**, v. 3, n. 9, 785-800, 1993. ISSN 0749-0208.
  11. MOTTA, P. R., NETTO, L. R., BASTOS, E. B., PEREIRA, T. G., & BULHÕES, E. M. R Distribuição e Transporte de Sedimentos Costeiros Exemplos em Arraial do Cabo, R J. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 341-358, 2018. DOI: [10.20502/rbg.v19i2.1277](https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1277)
  12. PRATA, P. M. **Varição Textural dos Sedimentos da Praia de Camburi, Vitória – ES Após o Engordamento Artificial**. Dissertação (Graduação em Oceanografia), Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
  13. SRICASTAVA, A. K., INGLE, P. S., LUNGE, H. S., & KHARE, N. Grain-Size Characteristics of Deposits Derived From Different Glacigenic Environments of the Schirmacher Oasis, East Antarctica. **Geology**. V. 18, n. 4, 251-266, 2012. DOI: [10.2478/v10118-012-0014-0](https://doi.org/10.2478/v10118-012-0014-0)
  14. TABAJARA, L. L., MARTINS, L. R. Classificação Textural de Sedimentos Praiais e a Relação com os Processos Morfogenéticos Eólicos e Marinhos. **Gravel**, n. 4, 99-107, 2006. ISSN 1678-5975.
  15. TERRES, V. C. **Varição Sazonal, Granulométrica e Morfológica Longitudinal do Sistema Praia-Duna no Litoral Norte do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 2018. 66p.
  16. VELOSO, J. D. **Considerações Sobre a Análise Granulométrica de Sedimentos Praiais**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2001



obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) – CC BY. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.