

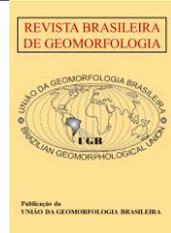


<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg>
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 23, nº 4 (2022)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v23i4.1785>



Artigo de Pesquisa

Praias de matacões, praias de blocos e campos marinhos de blocos

The Rocky Beaches and the Coastal Boulder Deposits of the Brazilian Coast

Antonio Paulo Faria ¹

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, Brasil. antoniofaria.geo@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7481-2878>

Recebido: 21/10/2019; Aceito: 23/02/2022; Publicado: 01/10/2022

Resumo: O objetivo deste trabalho é apresentar parâmetros para auxiliar na classificação dos depósitos de fragmentos de rochas do litoral brasileiro, que podem ser praias de calhaus, praias de matacões, praias de blocos e campos marinhos de blocos. Aproximadamente 800 km de costa rochosa brasileira são cobertos por esses tipos de depósitos. Foram estudados 32 nas depósitos regiões Sul e Sudeste e nas ilhas oceânicas brasileiras. A maior parte não apresenta estrutura de praia, foram originados pelo retrabalhamento dos depósitos de tálus, ou pela fragmentação local do embasamento cristalino e, por isso, são denominados de campo marinho de blocos. Em muitas áreas são formadas praias de matacões com perfis de seleção por tamanho dos clastos pelas ondas de tempestades, no perfil mar-terra. Algumas praias também mostram seleção no sentido longitudinal. Elas apresentam perfis de rampa com inclinação de até 27°. Foi analisada ainda a morfometria dos matacões e blocos, e algumas das praias estudadas apresentaram imbricamento dos clastos que mostram a direção dos fluxos. Observou-se que ondas de 3 m de altura, em certas circunstâncias, podem transportar por saltação matacões com mais de 800 kg. Foi diagnosticado que ondas de tempestades extremas no litoral de Santa Catarina transportaram blocos de até 230 toneladas. Levantamentos de campo indicam que na zona de espraiamento das ondas, os fragmentos de rocha com forma muito angular podem levar menos de 60 anos para se tornarem subarredondados e arredondados.

Palavras-chave: costa rochosa; dinâmica costeira; praias de matacão; campo marinho de blocos.

Abstract: The aim of this work is to present parameters to apply for characterization of the rock fragments on the Brazilian coast, that can be cobble beach, boulder beach, block beach, and coastal boulder and block deposit (CBD). Approximately 800 km of the Brazilian rocky coast are covered by these types of deposits, thirty-two were studied in the South and Southeast regions, and on the oceanic island. However, most of them do not have beach structures, they were originated from talus deposits, or fragmentation of the local rocky basement, thus, they are called marine boulder field, or CDB. Nevertheless, boulder beaches and block beaches were developed from part of these CBDs. They show a decrease cross-shore profile of size-selective sediment transport, with slope profile ramps up to 27°. Some beaches also present longshore size-selective sediment transport. Both were formed by storm waves. Boulder and blocks morphometry were also analyzed, and some of the monitored beaches show imbrication and flow-oriented clasts. It was recorded that a 3-meter-high wave can transport by saltation boulders weighing over 800 kg. Some extreme storm waves in the Santa Catarina coast transported blocks weighing up to 230 T. Field measurements suggest that on the beach washing zone, the very-angular boulders can change into sub-rounded and rounded shapes in less than 60 years.

Keywords: Brazilian rocky coast; coastal dynamic; rocky beaches; coastal boulder deposits.

1. Introdução

Do ponto de vista geológico e geomorfológico, uma praia oceânica pode ser constituída de qualquer tipo de depósito sedimentar trabalhado e distribuído pelas ondas. Portanto, existem praias formadas por todas as classes granulométricas, segundo Mendes (1984) e Komar (1998).

No Brasil, a extensão total do litoral com afloramentos de rochas ígneas e metamórficas é de aproximadamente 2000 km, e deste total aproximadamente a metade é coberta por campos marinhos de blocos emersos e grande número de praias rochosas (FARIA, 2018). Somente o Estado do Rio de Janeiro apresenta 872 km de costa rochosa, considerando-se o litoral das baías e das ilhas. De acordo com Lamparelli e Moura (1999), a costa rochosa do Estado de São Paulo tem 667 km de comprimento. Todavia, trabalhos específicos publicados sobre esses tipos de depósitos são raros no País.

Bigarella e Freire (1960) e Bigarella e Becker (1975) fazem menção a tipos de depósitos costeiros em Matinhos (PR) e Torres (RS), denominando-os de “cascalheiro marinho” e “depósitos rudáceos”, mas não os definem como praias. Mesmo a literatura internacional sobre esses tipos de praias é deficiente, inclusive não foram encontradas classificações formais para elas. No entanto, muitos trabalhos fazem menções às praias de calhau (cobble beach) e às praias de matacão (boulder beach), como Davis (1985), Trenhaile (1987), Hayes et al. (2010) e Matsumoto et al. (2020). Short (1999) e Saravanan et al. (2011) distinguem-nas apenas como praias arenosas e praias rochosas (rocky beach) e as classificam-se em cristalinas, areníticas, calcárias e coralinhas.

Shepard (1963) apresentou correlações entre a granulometria e a inclinação do perfil de praia, estabelecendo que as praias de seixo (4 - 60 mm) e as praias de calhau (60 - 200 mm) têm declividades entre 11° e 24°. Não considerou, porém, as classes matacão (200 - 1000 mm) e bloco (> 1000 m). Contudo, há muitas praias formadas por matações e blocos no Brasil.

Segundo Trenhaile (1987), Naylor e Stepherson (2016) e Cox et al. (2018), calhaus, matações e blocos são provenientes de três fontes: a primeira tem origem local, os fragmentos são destacados das encostas pelos processos de intemperismo e rolam ou caem até a zona de ação das ondas; outra fonte são os movimentos de massa que descem do alto das vertentes; a terceira são as descargas fluviais que transportam e depositam esses clastos de grande calibre nas praias de calhaus. As correntes costeiras removem os materiais mais finos e deixam os grossos.

O extenso litoral brasileiro pode ser regionalizado pelo tipo de clima de ondas, e ocorre que a costa rochosa se situa justamente onde atuam as ondas de maior energia, que incidem sobre as regiões Sul e Sudeste e nos arquipélagos Fernando de Noronha e Trindade. Bulhões et al. (2014) e Pereira e Klump (2015) calcularam que, no litoral do Estado do Rio de Janeiro, a média da altura das ondas em água rasa é de 1 m, e a altura média das ondas de tempestade é de 3 m. Esses autores calcularam ainda que, entre 1979 e 2013, a maior parte das ondas com altura superior a 3 m propagava-se de SSW, SW e S. Durante esse período, foram produzidos 75 episódios com ondas acima de 4 m que atingiram a Região Sudeste. Candela et al. (2008) observaram que nessa mesma região as ondas podem chegar a 7 m de altura. Strauch e Cuchiara (2009) estudaram as ondas em Tramandaí (RS) e calcularam que a altura máxima observada foi de 7 m, enquanto o valor máximo da altura significativa foi de 4,8 m, ambas relativas a um período de retorno de 30 anos. Para retorno de 100 anos, os autores calcularam que a altura máxima chega a 7,6 m, com altura significativa de 5,5 m. De acordo com Pereira e Klump (2015), o impacto dessas ondas no litoral depende de como a energia é medida, pode ser pela altura das ondas ou pelo tempo de duração da tempestade, além das características geomorfológicas da costa e da zona submarina adjacente.

Com base na discussão acima, o objetivo deste trabalho é diagnosticar praias de calhau, praias de matacão, praias de bloco, e campos marinhos de bloco, além de definir critérios para diferenciá-las dos depósitos de encosta.

2. Materiais e Métodos

Este estudo considerou os depósitos com comprimento acima de 10 m, com clastos de diâmetro maior que 0,06 m. As praias rochosas menores são difíceis de ser identificadas nas imagens de satélite devido à resolução espacial, e podem ainda ficar totalmente submersas nos períodos de maré alta de sizígia. Foi feita uma análise de toda a costa rochosa brasileira para levantar as ocorrências de praias rochosas. As praias de matacão podem ser identificadas nas imagens do aplicativo Google Earth na escala aproximada de 1:2.000. Em algumas regiões é possível chegar à escala de 1:1.200.

Neste trabalho são consideradas como costa rochosa as áreas de afloramento de litologias ígneas e metamórficas, que incluem ortognaisses, paragnaisses, granitos variados e outras rochas ígneas intrusivas, como o

diabásio, conforme CPRM (2000, 2006, 2007, 2012 e 2014). Os arquipélagos Fernando de Noronha e Trindade são constituídos por fonolitos, derrames de lava e de basalto, de acordo com Almeida (1961) e Castro (2010).

Foram realizadas observações e medições em 23 praias rochosas e em nove campos de blocos marinhos (Figura 1). As justificativas para a escolha foram: acesso fácil e tipos diferentes de relevo adjacente, que pode ser montanhoso, colinoso ou relevo residual. Adicionalmente, duas praias localizadas na Ilha de Maui (Havaí) e na Província do Cabo (África do Sul), foram selecionadas para a realização de levantamentos de campo para posterior comparação com as praias estudadas no Brasil. Ambas se situam em climas parecidos aos encontrados no Brasil e também se localizam em zona de micromaré, com amplitude de até 2 m, tal como nas regiões brasileiras onde se situam as praias estudadas.

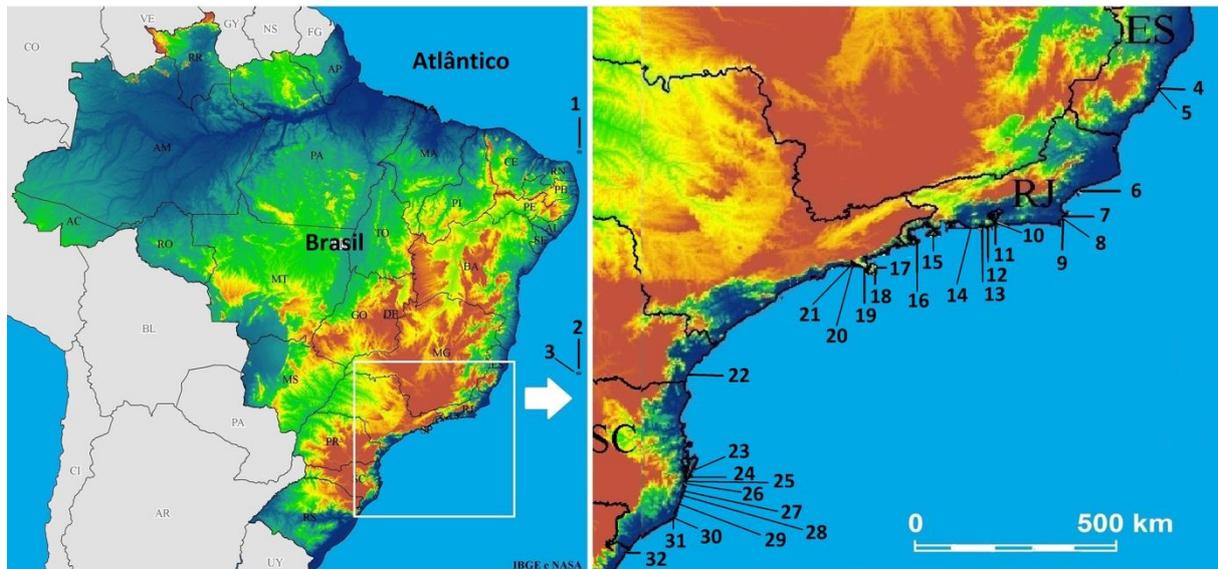


Figura 1. Localização das áreas estudadas, exceto as situadas na África do Sul e no Havaí. As coordenadas encontram-se nas Tabelas 1 e 2. 1) Atalaia, 2) Ilha da Trindade, Sul, 3) Calheta, 4) Sereia, 5) Pedra da Monalisa, 6) Vitória, 7) J. Gonçalves, 8) Pedras, 9) I. Comprida, 10) Pedra do Urubu, 11) Ponta do Catalão, 12) Roncador, 13) Grumari-Prainha, 14) Conchas, 15) Provetá, 16) Joatinga, 17) Ilhabela SW, 18) Enchovas, 19) Bonete, 20) Sahy, 21) Mirante, 22) I. Mansa, 23) Pasto, 24) Itaguaçu, 25) Pinheira, 26) Maço, 27) Silveira, 28) Ouvidor, 29) Ponta da Ribanceira, 30) Santa Marta, 31) Farol de Santa Mar e 32) Torres.

O ângulo de inclinação das praias foi medido no campo em todas as praias, as exceções foram as que se situam na Ilha da Trindade e na Ilha Fernando de Noronha. No campo foram usados nas mensurações, clinômetro e mira, conforme Muehe (1997). Nas praias das ilhas oceânicas os gradientes foram obtidos por intermédio de fotografias com os perfis das praias. Para classificar o tipo de praia em relação ao tamanho dos fragmentos de rocha, foi utilizada a técnica de sistema de grade, segundo Gordon e Finlayson (1996). O trabalho consiste em montar sobre as praias um quadrado de cordas e barbantes com 5 m de lado, dividido em intervalos de 1 m (Figura 2). A porcentagem predominante do diâmetro dos fragmentos de rocha que cobre a área define o tipo de praia. O mesmo método, mas em formato digital, foi aplicado sobre algumas imagens de satélite, nas quais foi possível chegar à escala de 1:1.200.

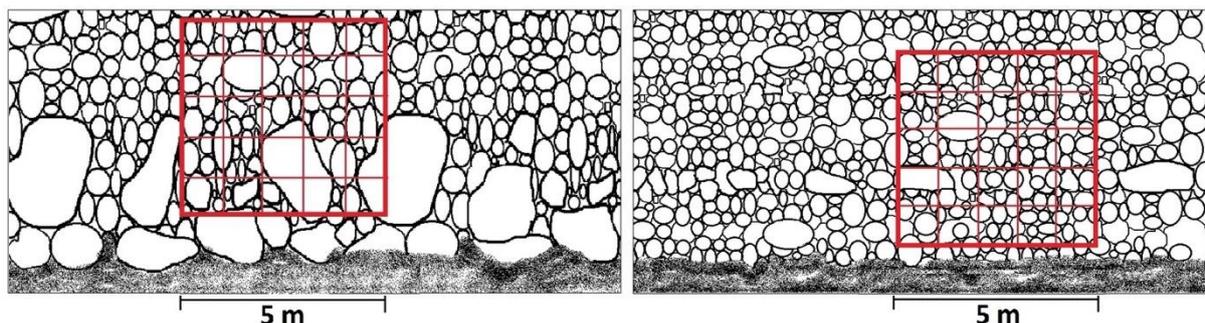


Figura 2. Sistema de grade para classificar o tipo de praia rochosa, baseado em Gordon e Finlayson (1996).

As classificações granulométricas e suas nomenclaturas variam muito em relação à área de conhecimento e aos diferentes autores, como Mendes (1984), Gordon e Finlayson (1996), Blair e McPherson (1999) e ABNT NBR6502/95. Neste trabalho, considera-se que as praias rochosas podem ser classificadas como: praia de calhau (0,06 – 0,2 m); praia de matacão pequeno (0,2 – 0,4 m), matacão médio (0,4 – 0,6 m) e matacão grande (0,6 – 1 m); praia de bloco pequeno (1 – 2 m), bloco médio (2 – 3 m) e bloco grande (\geq 3 m). O peso desses clastos foi calculado medindo o volume e multiplicando-o pela densidade da rocha, segundo tabela de Gill (2014).

Para caracterizar o retrabalhamento pela ação dos processos costeiros, primeiro considerou-se o perfil de selecionamento por tamanho do clasto pela ação das ondas e correntes, e em seguida, o ângulo de imbricamento dos fragmentos de rocha (COX et al. 2019). As praias rochosas podem ter uma dessas características ou as duas juntas.

A morfologia dos clastos auxiliou, de forma relativa, no diagnóstico do trabalho de transporte. Os levantamentos foram feitos de forma qualitativa, não sendo aplicados métodos estatísticos. A nomenclatura utilizada é a descritiva, como: muito angular, angular, subangular, subarredondada, arredondada e bem arredondada. Esses tipos foram aplicados para caracterizar os fragmentos de rochas em forma de cubo, paralelepípedo, prisma triangular, prisma piramidal, esfera, e formas complexas. As nomenclaturas de classificação morfométrica de sedimentos variam muito com o tipo de ambiente, como se pode ver nos trabalhos de Krumbein (1941), Mendes (1984) e Oakey et al. (2005).

Foi possível estimar o tempo que alguns fragmentos de rocha extraídos por explosivos das encostas (construção de estradas), levaram para se tornar arredondados, depois que foram jogados nas praias e sobre os campos marinhos de blocos. Para isso, foram escolhidos 20 matacões arredondados com furo de perfuratriz. Esses fragmentos foram correlacionados com a data da construção da obra de engenharia, e assim foi possível estimar o tempo de retrabalhamento dos mesmos.

3. Resultados

3.1. Caracterização dos campos marinhos de blocos

Para caracterizar os campos marinhos de blocos foram feitos levantamentos em 9 depósitos em Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Tabela 1).

Os campos marinhos de blocos não apresentam características relacionadas ao retrabalhamento pelas ondas oceânicas, muitos formam depósitos aparentemente caóticos, porém alguns apresentam estruturas de selecionamento em função do tipo de deposição, que pode ter origem fluvial, deslizamento das encostas e queda de blocos. Na literatura internacional eles são descritos como coastal boulder deposit (CBD), talvez por predominar a classe boulder (matacão) em certas regiões (NOTT 2003). Entretanto, na costa rochosa brasileira predomina a classe bloco. Faria (2018) identificou três tipos de campos marinhos de blocos, que podem conter também calhaus e matacões. O tipo mais comum é formado pelo retrabalhamento dos depósitos de tálus, originados dos movimentos de massa das encostas. Outro tipo são os produzidos no local pelo deslocamento do substrato rochoso por descompressão e quebraimento pelos processos de intemperismo. O terceiro tipo é formado por blocos resultantes da evolução de relevos residuais, denominados de cluster de blocos (Figura 3). Existe ainda o quarto tipo, que é um misto dos três. Os blocos podem ficar emersos ou parcialmente submersos sobre costão de baixa inclinação, bancadas estruturais e sobre o fundo marinho adjacente às encostas.

Aproximadamente a metade da extensa costa rochosa brasileira é coberta por depósitos de fragmentos de rocha, mas sendo a maior parte formada pelos campos marinhos de blocos. Alguns trechos acumulam fragmentos que podem ter mais de 20 m de diâmetro, depositados, muitas vezes, por conta de eventos esporádicos de alta energia. É comum a presença de calhaus e matacões em proporções menores, arremessados ou rolados pelas ondas, inclusive com formas bem arredondadas, mas o volume não é suficiente para formar uma praia, conforme ilustra o exemplo do campo marinho de blocos da Pedra do Urubu, Urca (RJ). Os depósitos mais extensos do País ficam situados em Ilhabela (SP): no Litoral Sudoeste da ilha medem mais de 23 km de comprimento; no Litoral Sul e no Litoral Noroeste, cada um mede aproximadamente 13 km. Incluindo também os depósitos com menor extensão, somente Ilhabela tem mais de 60 km cobertos por esse tipo de depósito. Na Ilha da Trindade (ES), há aproximadamente 30 depósitos distintos entre 10 e 700 m de comprimento. Por ter rochas vulcânicas, como

folonito, derrames de basalto e derrames de lava, os matacões e blocos tendem a ser muito angulares e angulares, diferentemente dos depósitos continentais, onde predominam granitos e gnaisses.

O limite que separa tálus de campo marinho de blocos é a zona mais alta de ação das ondas de tempestades, que pode ser indicada, inclusive, pela linha limite de vegetação. Todavia, eles ocorrem também nos litorais protegidos, dentro de baías e estuários. Geralmente, nos depósitos de tálus da costa rochosa das regiões Sul e Sudeste do Brasil e meio a materiais terrígenos mais finos, como solo pedogenético incipiente ou partículas desagregadas dos blocos locais. Ao passo que nos campos marinhos de blocos existem apenas fragmentos de rocha que recebem ação direta da água marinha, podendo ter também areias e cascalhos marinhos em pequenas proporções entre os blocos.



Figura 3. Exemplos de campos marinhos de blocos: (A) origem nos depósitos de tálus, Ilhabela, SP; (B) fragmentação e deslocamento da encosta local, Laguna, SC; (C) fragmentação do relevo residual, Rio das Ostras, RJ; (D) cluster de blocos formado sobre relevo residual, Ponta do Catalão, RJ. Fotos do autor.

Tabela 1. Tipos de campos marinhos de blocos da costa rochosa brasileira.

Número de odem/Localização	Coordenadas (°)	Tipo	L (m)	W (m)
02 Ilha da Tindade, Sul (ES)	-20.5209 -29.3158	T	320	20
05 Pedra da Monalisa, V.Velha (ES)	-20.3350 -40.2714	L/C	300	20
06 Praia da Vitória, Rio das Ostras (RJ)	-22.4840 -41.8733	L	300	20
10 Pedra do Urubu, Urca (RJ)	-22.9525 -43.1556	T	520	20
11 Ponta do Catalão, I. do Fundão (RJ)	-22.8480 -43.2216	C	300	70
13 Grumari-Prainha, Recreio (RJ)	-23.0485 -43.5135	T	1.100	25
17 Ilhabela SW (SP)	-23.9295 -45.3660	T	23.000	20
24 Praia de Itaguaçu, Itaguaçu (SC)	-27.6184 -48.5923	C	1.000	100
30 Santa Marta, Laguna (SC)	-28.6064 -48.8148	T/L	200	30

T = tálus; L = encosta local; C = cluster; L é comprimento da praia; e W é largura da praia.

3.2. Caracterização das praias brasileiras de matacão

Entre as 32 áreas com depósitos de fragmentos de rocha estudadas, em 23 existem sinais claros de transporte e espraiamento, como mostram as praias na Ilha de Maui e na África do Sul (Figura 4), que serviram de modelo para comparação, porque as condições climáticas e os tipos de depósitos de clasto se aproximam dos encontrados no Brasil.

O diâmetro mais comumente encontrado nas praias rochosas brasileiras é de aproximadamente 0,5 m, correspondente à classe matacão médio (Tabela 2). Todavia, não foi feito um trabalho específico com a distribuição granulométrica. Entre os 32 depósitos analisados, foram diagnosticadas apenas 2 praias de calhau (0,06 – 0,2 m), que são as praias de Atalaia (I. F. Noronha) e Calheta (I. Trindade).

Apesar de existir quantidade abundante de calhau, a acumulação desse tamanho de clasto parece ocorrer a partir da migração destes pelos espaços (megaporos) entre os matacões e blocos, alojando-se posteriormente nos níveis inferiores. Por isso, em muitas praias, os matacões predominam na superfície. Na Praia do Maço (SC) foi diagnosticado que os calhaus, por serem menores, também são transportados para posições acima da face praial, ficando no ambiente de praia apenas matacões.

Foram identificadas algumas praias de calhau na Ilha da Trindade e na Ilha Fernando de Noronha, o que pode estar ligado aos tipos de rochas encontradas nessas ilhas de origem vulcânica. Existem praias de calhau na costa rochosa continental, mas que devem estar sob condições geológicas e geomorfológicas específicas e não foram monitoradas neste trabalho. Esse tipo de praia é comum nas regiões costeiras que possuem extensos depósitos fluviais de origem periglacial ou desértica, conforme atestam Hayes et al. (2010) e Matsumoto et al. (2020).



Figura 4. Na foto superior, a Praia de Wai'Ōpae, na Ilha de Maui, Havaí. Tem 800 m de comprimento e largura média de 30 m. O peso médio aproximado dos matacões maiores é de 90 kg. A fonte principal é uma encosta esculpida em basalto colunar. Pode ser notada a perfeita estrutura de praia, inclusive uma berma bem desenvolvida com inclinação de perfil de 25° - Na foto inferior, uma praia em False Bay, África do Sul. Tem 3,5 km de comprimento e largura média de 40 m, apresentando predomínio de matacão com diâmetro de 0,3 m. As fontes são as encostas de meta-arenitos e basalto. Fotos do autor.

Forma e tamanho dos clastos são fatores que, isoladamente, não são seguros para diagnosticar praias rochosas, porque há praias com matacões esféricos e outras com matacões com morfometria diversificada. No entanto, esses fatores ajudam se forem analisados junto com outras características, tais como: tipo de litologia, características estruturais da rocha e energia hidrodinâmica do ambiente, conforme Naylor et al. (2016). A distância da área fonte não é determinante para explicar o tamanho e a forma dos matacões de forma geral. Descargas extremas dos rios

de montanhas litorâneas e grandes deslizamentos de solo das encostas depositam nas praias matacões e blocos esféricos que não sofreram a ação dos processos marinhos. Por exemplo, a Praia do Maço (SC) é alimentada por depósitos de encosta que contém calhaus e matacões esféricos.

Os fragmentos de rocha tendem a se tornar esféricos em qualquer ambiente exposto, segundo Bigarella et al. (1996) e Ollier (1975), entretanto, o tempo para essa transformação ocorrer varia muito em relação ao ambiente e processos associados, tipo e morfologia da rocha. Os levantamentos realizados para este trabalho mostram que a forma dos matacões pode mudar em tempo relativamente curto no ambiente de praia. No início dos anos 1960, foi construído um emissário de esgoto na encosta rochosa do Pão de Açúcar, Praia Vermelha (RJ), conforme SEAERJ (2016). Muitos fragmentos de gnaiss facoidal, com arestas afiadas devido à detonação de explosivos, foram extraídos e jogados logo abaixo, na zona de espraiamento das ondas de tempestade, no campo marinho de blocos da Pedra do Urubu. Em 60 anos, dez matacões que serviram de exemplo mudaram de forma; os que se aproximavam da forma cubo tenderam para esfera, e os paralelepípedos e os prismas de base triangular e base piramidal tenderam para a forma esférica alongada (oval), além de outras formas geométricas complexas. Esses fragmentos de rocha foram identificados porque apresentavam furos de perfuratriz. Entretanto, os matacões e os blocos na área fonte, situada a 15 m acima do nível do mar e a 30 m de distância, não sofreram alterações visíveis, apenas as arestas foram desgastadas entre 1 e 3 mm, ficando ligeiramente arredondadas. Esta comparação ilustra a capacidade das ondas no trabalho de transformação dos clastos (Figura 5).



Figura 5. Matakão com furo de perfuratriz jogado na zona de ação das ondas em 1960. Originalmente possuía arestas angular afiadas. Pedra do Urubu, Urca (RJ). Foto do autor.

Essa mesma metodologia foi aplicada no Mirante do Roncador (RJ), analisando outros dez exemplos de matacões com furo de perfuratriz. Na década de 1960, durante a construção da estrada que liga a Praia do Recreio à Praia do Grumari (RJ), muitos fragmentos de gnaiss facoidal foram jogados no ambiente marinho. Ao longo desse tempo, sete se tornaram esféricos ou ovais, dois adquiriram forma de disco e um se transformou em forma complexa, mas com arestas arredondadas.

A movimentação dos matacões pelo impacto das ondas causa choque entre eles, e isso promove o arredondamento das arestas. Os fluxos de água e areia quartzosa arremessados pelas ondas também fazem o mesmo trabalho de arredondamento, promovendo o processo físico de corrasão, que lixa a superfície dos matacões e dos blocos. O tempo de transformação da forma dos clastos realizada por esses dois processos, foi similar. Os blocos grandes e imóveis observados em todas as praias monitoradas tendem a manter as suas formas originais por maior tempo.

Na Ponta da Pinheira (SC), a geologia local é constituída pelo Granito Ilha, por um dique de diabásio com largura aproximada de 20 m, e um pequeno dique de andesito, segundo Tomazzoli et al. (2018). A área exposta de granito é ligeiramente maior que a área de diabásio, e o tempo de exposição dos matacões e dos blocos dessas rochas, depois de terem sido destacados do substrato rochoso, parece ser o mesmo. No entanto, muitos dos matacões e blocos de diabásio apresentam formas perfeitas de cubo, paralelepípedo e pirâmide, enquanto que os clastos de granito apresentam formas arredondadas. Essa mesma praia apresenta, no setor Norte, clastos com arestas e ângulos retos, já no setor Sul, os matacões apresentam formas esféricas ou arredondadas. Esse tipo de mapeamento pode ajudar a indicar o setor de maior energia da praia, porque quanto maior a energia da onda e a

frequência da ação delas sobre os fragmentos de rocha, maior poderá ser o índice de arredondamento, segundo Komar (1998). Isso ficou evidente na Praia da Silveira (SC), na Ponta da Ribanceira (SC) e na Ponta da Pinheira (SC), entre outras praias. Todavia, em muitas outras praias essa relação não se apresenta de forma tão clara, porque depende ainda da orientação da costa e a relação com a direção de incidência das ondas.

Certas praias são relativamente fáceis de serem diagnosticadas como praia de matacão por causa da extensão dos depósitos e da estrutura, que se constituem em uma evidência de que os fragmentos de rocha foram trabalhados e espraçados pelas ondas, como ocorre com Ponta do Pasto (Florianópolis-SC), Ouvidor (Garopaba-SC) e Bonete (Ilhabela-SP).

As praias rochosas apresentam uma ou mais características típicas: ângulo de imbricamento dos fragmentos de rocha, grau de arredondamento e perfil de selecionamento dos clastos por tamanho. A praia da Ponta da Pinheira (SC) apresenta matações com imbricamento muito nítidos, com inclinação média de 25° , mostrando claramente a direção do transporte, conforme a Figura 6. Na praia do Farol de Santa Marta (SC), Praia da Ponta da Ribanceira (SC), Praia das Conchas (RJ) e Praia das Pedras (RJ), também foi possível observar imbricamento em parte dos matações e blocos.



Figura 6. Praia com matações e blocos de granito, diabásio e andesito na Ponta da Pinheira (SC). Esses clastos encontram-se misturados e de forma caótica, apresentam ainda sinais claros de imbricamento e direção dos fluxos E-W, indicando que foram transportados. Fotos do autor.

Uma das características mais marcantes é selecionamento dos materiais pelo tamanho, que pode ocorrer no sentido longitudinal, paralelo à praia e/ou no sentido mar-terra, formando um perfil decrescente. Os maiores ficam próximos da zona de arrebentação, enquanto os menores são depositados na parte superior do perfil de praia. Por isso são criadas duas zonas distintas: na primeira, que fica na zona de arrebentação, concentram-se blocos e matações grandes, e, na zona de espraçamento, predominam matações menores e calhaus (Figura 7).

No início dos trabalhos acreditava-se que o transporte dos matações deveria ser realizado somente pelo impacto direto das ondas de tempestade. Somente depois de muitas observações e comparações com o trabalho de Cox et al. (2019), percebeu-se que as correntes longitudinais criadas pelas maiores ondas de tempestade podem carrear matações porque é nítido o selecionamento por tamanho no sentido longitudinal, paralelo à praia, como pode ser observado, por exemplo, na Ponta da Pinheira (SC) e na Ponta do Pasto (SC), conforme a Figura 7.

Todavia, ainda não existem dados disponíveis sobre as condições das correntes longitudinais durante os eventos com ondas extremas.



Figura 7. Praia Rochosa na Ponta do Pasto (SC). Possui 220 m de comprimento e largura média de 20 m. Na faixa de oscilação de maré/zona de arrebentação, concentram-se blocos; acima, formam-se depósitos de matações transportados pelas ondas, com diâmetro médio de 0,5 m. A origem são os fraturamentos do embasamento rochoso local e os movimentos de massa. Foto do autor.

As praias rochosas mais extensas e as maiores concentrações foram observadas na Ilha da Trindade (ES), no litoral central de Santa Catarina, em Ilhabela (SP), na Ilha Grande (RJ) e na Ilha Fernando de Noronha (PE). Há diversas outras ocorrências isoladas no Rio Grande do Sul, no Paraná, no Espírito Santo, na Bahia e em Pernambuco. Apenas na Ilha Grande (RJ) há pelo menos 23 praias com comprimento entre 10 e 200 m, visíveis nas imagens Google na escala entre 1:1.200 e 1:2.000, como exemplo os depósitos encontrados na Ponta da Parnoioca (-23.1915 -44.2636) e no sudoeste da ilha (-23.1786 -44.3619).

No continente e nas ilhas costeiras, as praias rochosas medem no máximo 500 m de comprimento. As maiores estão associadas às desembocaduras de rios de montanha, como ocorre na Praia das Enchovas e na Costa do Bonete, ambas situadas em Ilhabela (SP). Nas ilhas oceânicas vulcânicas, essas praias são muito mais extensas. Na Ilha da Trindade, a soma do comprimento das praias Cabritos, Portugueses e Calheta, que formam uma só, mede aproximadamente 2800 m. Em Fernando de Noronha, a Praia da Pontinha mede 1750 m de comprimento

Tabela 2. Características das praias rochosas estudadas.

No de ordem/ Localização	Coordenadas (°)	Ø (m)	L (m)	W (m)	∠ (°)
00 False Bay, África do Sul	-34.2534 +18.8553	0,2 – 0,4	3500	40	23
00 Wai'Ōpae, Havai.	+20.6283-156.1881	0,2 – 0,4	800	30	25
01 Atalaia, I. F. Noronha	-03.8568 -32.4055	0,06 – 0,2	1100	25	17
03 Calheta, I. Trindade	-20.5072 -29.3129	0,06 – 0,2	2800	30	15
04 P. da Sereia, V.Velha ES	-20.3265 -40.2686	0,6 – 1,0	75	30	22
07 J. Gonçalves, Búzios RJ	-22.8105 -41.9421	0,4 – 0,6	120	25	20
08 Pedras, Cabo Frio RJ	-22.8731 -41.9839	1,0 – 2,0	70	60	15
09 I. Comprida, C. Frio RJ	-22.8701 -41.9470	0,4 – 0,6	110	30	23
12 Roncador, Recreio RJ	-23.0370 -43.4979	0,6 – 1,0	100	20	25
14 Conchas, Guaratiba RJ	-23.0731 -43.5542	0,4 – 0,6	50	40	25
15 Provetá, Ilha Grande RJ	-23.1789 -44.3622	0,6 – 1,0	300	25	24
16 Joatinga, Parati RJ	-23.2918 -44.5134	0,2 – 0,4	80	30	25
18 Enchovas, Ilhabela SP	-23.9123 -45.3240	0,2 – 0,4	400	50	26

19 Bonete, Ilhabela SP	-23.9308 -45.3791	0,2 – 0,4	450	25	26
20 Sahy, Maresias SP	-23.7783 -45.6955	0,6 – 1,0	380	20	26
21 Mirante, Maresias SP	-23.7991 -45.5548	0,4 – 0,6	440	25	25
22 I. Mansa, Matinhos PR	-25.8508 -48.5366	0,6 – 1,0	150	30	15
23 Pasto, Florianópolis SC	-27.8299 -48.5459	0,4 – 0,6	220	20	19
25 Ponta da Pinheira SC	-27.8791 -48.5761	0,4 – 0,6	300	100	02
26 Maço, Pinheira SC	-27.8842 -48.5755	0,4 – 0,6	30	40	19
27 Silveira, Garopaba SC	-28.0455 -48.6083	0,2 – 0,4	250	25	23
28 Ouvidor, Garopaba SC	-28.1022 -48.6342	0,4 – 0,6	340	30	27
29 Ponta da Ribanceira SC	-28.1982 -48.6603	0,4 – 0,6	500	20	17
31 Farol de Santa Marta SC	-28.6091 -48.8206	1,0 – 1,2	100	25	02
32 Furnas, Torres RS	-29.3536 -49.7303	0,2 – 0,4	40	20	08

Em que: \varnothing significa diâmetro predominante do clasto; L é comprimento da praia; W é largura da praia; \angle (°) inclinação da face da praia.

Algumas praias rochosas ficam parcialmente cobertas por areias ou cascalhos biodetríticos nos períodos de mar calmo (Figura 8), elas são denominadas de “praia composta”, segundo Matsumoto et al. (2020). Em geral, as praias arenosas embutidas na costa rochosa são isoladas, em termos de aporte de sedimentos externos provenientes de outras praias. Talvez por isso, durante os períodos com maior incidência de ondas de tempestade, os sedimentos na fração areia e cascalho são removidos e estocados temporariamente na antepraia.



Figura 8. A Praia do Maço (SC) é uma praia composta: durante os longos períodos de mar calmo, constitui-se em praia arenosa, e nos meses com ondas altas passa à condição de praia de matacão (0,2 – 1 m) porque as areias são removidas. Os calhaus (0,06 – 0,2 m) ficam concentrados no pós-praia devido à deposição proveniente da encosta e pela ação das ondas. Fotos do autor.

3.3. Praias de blocos

Os sinais de transporte de blocos são difíceis de ser caracterizados, em alguns casos foi possível observar padrões de imbricamento, como na Praia Sul do Farol de Santa Marta-SC, Praia das Pedras de Cabo Frio-RJ (Figura 9) e Praia das Conchas, em Guaratiba-RJ. Em algumas praias rochosas observadas, em um setor ocorre a predominância de blocos e no setor oposto a concentração de matações é maior, como foi mensurado na Praia da Ponta da Ribanceira-SC e na Praia da Ponta da Pinheira-SC, o que pode indicar transporte longitudinal.



Figura 9. Praia das Pedras (A), um exemplo de praia de blocos com clastos imbricados, mostrando a direção do fluxo. Cabo Frio, RJ. A fonte provável dos clastos eram antigos deslocamentos horizontais do substrato rochoso, que foram quebrados e fragmentados. Uma pequena parte teve origem em dois morros baixos aplainados, um de granito e outro de gnaiss (B e C). Esses materiais não foram depositados por movimentos de massa por causa da baixa inclinação da área e da pequena altura dos morros, que fica entre 30 e 40 m, embora ocorra pontualmente queda de blocos. Imagem Google Earth e Foto do autor.

3.4. Dinâmica das praias rochosas e dos campos marinhos de blocos

O transporte dos calhaus, matacões e blocos no litoral é realizado em maior parte pelo impacto direto das ondas, que promovem o rolamento e/ou saltação dos clastos. A ação ou influência das correntes marinhas ainda não é bem compreendida no transporte dos fragmentos de rocha desses tamanhos. Um dos motivos é a falta de dados devido a dificuldade de mensurar correntes no momento em que ocorrem ondas com altura e energia extremas. Naylor e Stepherson (2016) estudaram a dinâmica de transporte de matacões e blocos em uma praia no Sudoeste da Inglaterra, antes e depois da passagem de uma tempestade que gerou ondas com altura superior a 5 m. Esses autores perceberam que matacões de 300 kg foram transportados por rolamento distâncias de até 200 m. Cox et al. (2018; 2019), no Norte da Irlanda, calcularam que ondas entre 5 e 10 m de altura rolaram fragmentos de rocha de até 612 toneladas, formando um depósito sobre uma falésia de topo plano. Esses autores dissertam que a mobilização desses clastos depende de fatores como: tamanho, forma, inclinação da praia ou plataforma rochosa, rugosidade do fundo e altura da onda na zona de arrebenção.

A incidência de ondas de superfície oceânica junto à costa cria a força horizontal e elas se chocam contra os blocos. As ondas do tipo mergulhante quebram formando tubos e criam, por isso, a força vertical, devido à queda de grandes volumes de água. O colapso das ondas em mergulho sobre matacões pode ejetá-los sobre os outros fragmentos, mas isso depende do arranjo dos clastos sobre o leito (Figura 10). Os fluxos de água massivos que retornam sobre as praias rochosas podem transportar por rolamento calhaus e matacões que se encontram soltos ou com equilíbrio precário. A movimentação repetida dos clastos para cima e para baixo cria o perfil de praia. Foi medida nas praias de matacão brasileiras inclinação de até 27°, embora algumas poucas apresentem inclinação de apenas 2°, talvez por estarem afastadas das encostas.

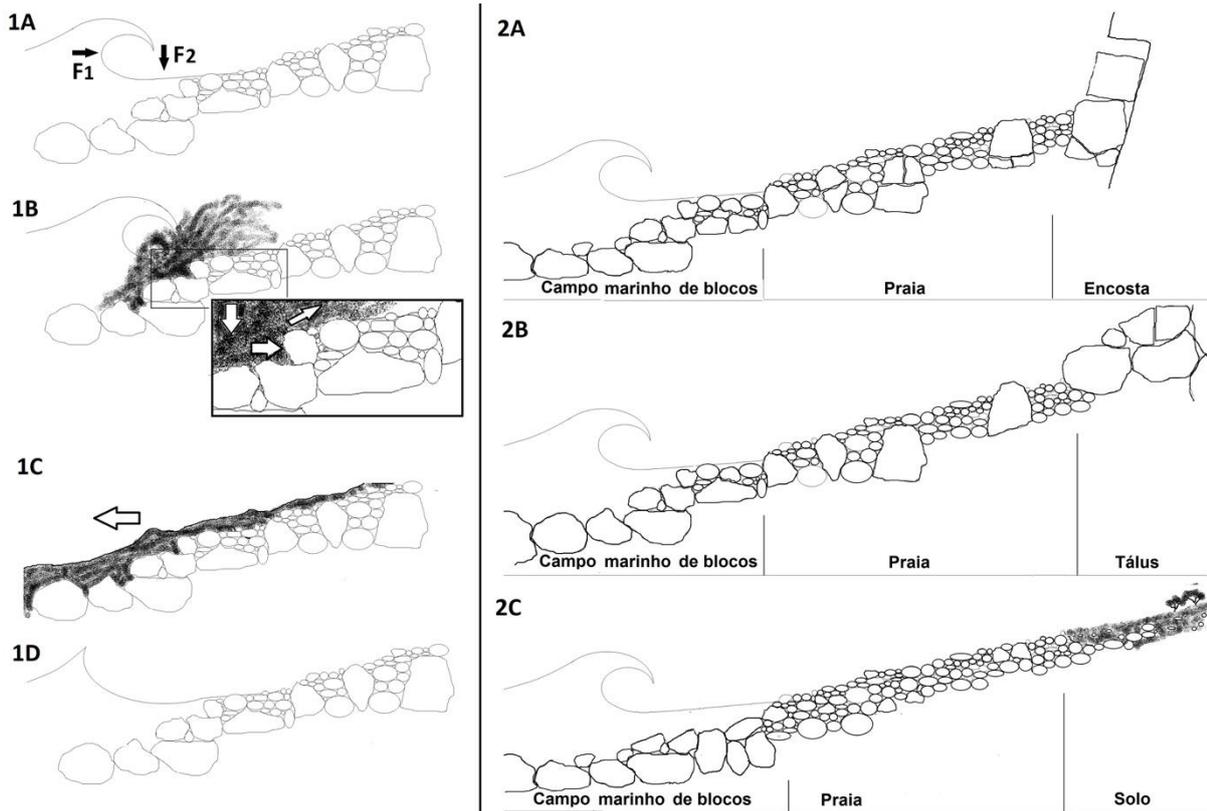


Figura 10. O modelo 1 foi criado com base nas observações da dinâmica da ação das ondas sobre os matacões e nas praias estudadas. No exemplo 1A a propagação de uma onda mergulhante cria a força horizontal (F1), enquanto o colapso dela cria a força vertical (F2). No exemplo 1B, essas duas forças interagem criando forças resultantes que podem gerar condições para o deslocamento de matacões por saltação. Ao mesmo tempo, os fluxos de água sob pressão entram nos espaços entre os blocos e empurram clastos para cima. No exemplo 1C, o fluxo de retorno das ondas volumosas pode ter energia para mover por rolamento calhaus e matacões que se encontram soltos. No exemplo 1D, o processo se repete com a chegada de outra onda. O modelo 2 mostra os perfis típicos das praias de matacão estudadas. Diagramas do autor.

Os levantamentos de campo indicam que, em geral, a movimentação dos matacões ocorre aos poucos; cada tempestade de alta energia transporta os fragmentos de rocha a distâncias que podem variar de poucos centímetros a poucos metros, com exceção das ondas de tempestade com alturas extremas, que podem transportá-los por distâncias maiores. No Brasil, essas ondas têm altura superior a 4 m, podendo chegar a 7 m, segundo Candela et al. (2008), Strauch e Cuchiara (2009).

As mensurações de altura e período das ondas realizadas no campo de blocos marinhos da Pedra do Urubu, sugerem que ondas com altura aproximada de 3 m com período de 13 segundos, têm capacidade para mover, por saltação, matacões com peso acima de 800 kg (Figura 11), conforme medidas de volume multiplicadas pela densidade da rocha, de acordo com tabela de Gill (2014). Observou-se também, no Mirante do Roncador e na Pedra do Urubu, que quando as ondas de tempestade entram em um espaço afunilado, entre grandes blocos, a pressão do jato de água resultante pode atingir valores muito altos, podendo movimentar, por rolamento, matacões e pequenos blocos. Bagnold (1939) e Carobene (2015) estimam que a pressão do impacto das ondas de tempestade em uma parede rochosa é de 15 a 30 T/m². Considerando este valor, os jatos produzidos entre os blocos por essas ondas podem ter pressão ainda maior.



Figura 11. Campo marinho de blocos da Pedra do Urubu (RJ). No dia 29 de outubro de 2018, um matacão pesando aproximadamente 860 kg foi arremessado a 1,2 m de altura por ondas de tempestade com altura aproximada de 3 m. O deslocamento foi comprovado porque no topo do clasto havia uma comunidade morta de cracas *Balanus*. Esse crustáceo sobrevive somente na faixa de oscilação de maré; no entanto, essa comunidade estava bem acima da linha de limite letal. Fotos do autor.

No setor Norte da Praia da Ponta da Pinheira (SC), dez blocos de granito pesando até 230 toneladas repousam sobre uma bancada semiplana formada por dique de diabásio, indicando que eles foram transportados por uma distância de até 30 m (Figuras 12 e 13). Para realizar esse transporte, são necessárias ondas de tempestade com energia extrema.



Figura 12. Evidências de transporte de E para W de blocos de granito pesando até 230 T. Eles repousam sobre uma bancada de diabásio, os mais distantes se encontram aproximadamente a 30 m da fonte. A área é plana, sem encostas (coordenadas -27.879127 -48.576102), e considerando o grau de arredondamento das arestas dos blocos neste tipo de ambiente, é possível estimar que esse evento ocorreu em escala temporal de poucos séculos, ou até menos. Fotos do autor.



Figura 13. A imagem Google Earth da Ponta da Pinheira (SC), com interpretação do autor sugerindo três situações de transporte em eventos distintos. A tendência de transporte considerando o tamanho, a forma e o grau de mistura dos matacões de granito e diabásio, é de NE para SW: Esses clastos se encontram pouco misturados na Zona D; misturados nas Zonas A e E; muito misturados nas Zonas B e C. Na parte central, os matacões e blocos estão claramente imbricados, indicando transporte de E para W; na parte superior à direita da imagem (no círculo), blocos grandes sofreram transporte, possivelmente na direção SE-NW.

4. Conclusões

Aparentemente os extensos depósitos de fragmentos de rocha que cobrem boa parte da longa costa rochosa brasileira são do tipo tálus, no entanto, este trabalho mostrou que eles podem ser classificados de outra forma, porque possuem estruturas distintas. No limite de ação das maiores ondas de tempestades marinhas, os depósitos terrígenos são trabalhados, ficando apenas os maiores que calhau (0,06 - 0,2 m). Em certas áreas, esses depósitos apresentam estruturas de espriamento, com inclinação típica, selecionamento e morfologia própria de material transportado, inclusive com ângulo de imbricamento. Desta forma, tem praias de calhaus, praias de matacão e praias de blocos. Ficou evidente que as praias de matacão são comuns na costa rochosa brasileira, porém, a maior parte dos depósitos não mostram essas estruturas e são classificados como campo marinho de blocos.

Existem poucos registros de ondas oceânicas extremas no País, todavia, elas podem ser mais comuns do que se acredita, como ficou explícito no Sul do Estado de Santa Catarina. É necessário traçar um perfil do tempo

de recorrência dessas ondas e suas magnitudes, como também saber os tipos e as origens, inclusive possíveis tsunamis.

Os estudos sobre a costa rochosa brasileira estão apenas em fase inicial, há muito para ser levantado e conhecido. É necessário ainda conhecer as extensões submersas das praias rochosas e dos campos marinhos de blocos para saber a influência deles sobre as comunidades marinhas. Esse tipo de mapeamento também pode revelar muito sobre como foi o período pré-transgressivo e suas oscilações ao longo do Holoceno. Se pouco é conhecido sobre os depósitos emersos, praticamente não existem informações sobre a parte submersa.

Financiamento: Não houve financiamento, o trabalho foi realizado com recursos próprios.

Conflito de Interesse: O autor declara não haver conflito de interesse.

Referências

1. ALMEIDA, F. F. M. **Geologia e petrologia da Ilha da Trindade**. Rio de Janeiro: DNPM /DGM. 1961. 197 p.
2. BAGNOLD, R.A. Interim report on wave pressure research. **Journal Institute of Civil Engineering**, v.12, p. 201-226, 1939.
3. BIGARELLA, J.J.; FREIRE, S.M. Nota sobre a ocorrência de cascalheiro marinho no litoral do Paraná. **Boletim da UFPR Geologia**, n. 3, p.1-22, 1960.
4. BIGARELLA, J.J; BECKER, R.D.; SANTOS G.F. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Editora da UFSC, Florianópolis, 1996. 249p.
5. BLAIR, T.C.; McPHERSON, J.G. Grain-size and textural classification of coarse sedimentary particles. **Journal of Sedimentary Research**, v.69, n. 1, p. 6-19. 1999. DOI: 10.2110/jsr.69.6.
6. BULHÕES, E.M.R.; FERNANDEZ, B.G.; OLIVEIRA, S. R. (2014). Impactos costeiros induzidos por ondas de tempestade entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.5, n. 2, p.155-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i2.36460>
7. CANDELLA, R.N.; SOUZA, S. M. L. (2013). Ondas oceânicas extremas na costa sul-sudeste brasileira geradas por ciclone com trajetória anormal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.4, p. 441-456. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000400010>
8. CAROBENE, L. Marine notches and sea-cave bioerosional grooves in the Legurian Coast – Italy. **Journal of Coastal Research**, v. 31, n. 3, p. 536-556, 2015. doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00068.1
9. CASTRO, J.W. A. Ilhas oceânicas da Trindade e Fernando de Noronha, Brasil: uma visão da Geologia Ambiental. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v.10, n. 3, p. 303-319, 2010. ISSN 1646-8872
10. COSTA, P. J. M.; BOSNIC, I.; FEIST, L.; DOURADO, F. Using Portuguese palaeotsunami deposits to reconstruct wave parameters and establish sediment sources, return periods and epicenters: a review on current knowledge. In: **EGU General Assembly**, 2020.
11. COX, R; JAHN, K.L.; OONA, G. Extraordinary boulder transport by storm waves (west of Ireland, winter 2013–2014), and criteria for analysing coastal boulder deposits. **Earth-Science Reviews**, v. 177, v. 2, p. 623 – 636, 2018. doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.12.014
12. COX, R; Oboyle, L.; Cytrynbaun, J. Imbricated coastal boulder deposits are formed by storm waves, and can preserve a long-term storminess record. **Scientific Report**, v. 9, n.1, July 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-47254-w
13. CPRM. **Carta Geológica Folha Volta Redonda**. Serviço Geológico do Brasil. 2007.
14. CPRM. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Macaé**. Serviço Geológico do Brasil. 2012.
15. CPRM. **Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina**. Serviço Geológico do Brasil. 2014.
16. CPRM. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Serviço Geológico do Brasil. 2006.
17. CPRM. **Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro**. Serviço Geológico do Brasil. 2000.
18. DAVIS, R.A. **Coastal Sedimentary Environments**. Springer-Verlag, New York, 1985. 716 p. ISBN 978-1-4612-5078-4
19. FARIA, A.P. Dinâmica geomorfológica da costa rochosa do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 1, p. 189-206, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg>.
20. GILL, R. **Rochas e Processos Ígneos: Um Guia Prático**. Bookman, P. Alegre, 2014, 427 p.
21. GORDON, N.D.; FINLAYSON, B.L. **Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists**. Willey, London, 1996. 448 p. ISBN: 978-0-470-84358-1

22. HAYES, O.M.; MICHEL, J.; BETENBAUGH, D.V. The intermittently exposed, coarse-grained gravel beaches of Prince William Sound, Alaska: comparison with open-ocean gravel beaches, *Journal of Coastal Research*, v. 26, January 2010, p. 4 – 30. DOI: 10.2112/08-1071.1
23. HELLEY, E.J. Field measurement of the initiation of large bed particle motion in Blue Creek near Klamath, California. **Technical Report**, 1969.
24. KOMAR, P.D. **Beach Processes and Sedimentation**. Prentice Hall, London, 1998, 5 p. ISBN 9780137549382
25. KRUMBEIN, W.C. Measurement and geologic significance of shape and roundness of sedimentary particles. **Journal Sedimentary Petrology**, v. 11, p. 65-72, 1941.
26. LAMPARELLI, C.C.; MOURA, D.O. **Mapeamento dos Ecossistemas Costeiros do Estado de São Paulo**. CETESB, São Paulo, 1999. 101 p.
27. MATSUMOTO, H.; ADAM, P; ROBERT, Y. Observations of surface cobbles at two southern California beaches, **Marine Geology**, v. 419, January 2020, <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2019.106049>
28. MENDES, J.C. **Elementos de Estratigrafia**. Edusp, São Paulo, 1984. 566 p.
29. MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In A.J.T. GUERRA; S. B. Cunha. (eds.). **Geomorfologia: Exercícios, técnicas e aplicações**. Bertrand, Rio de Janeiro. 74-96. 1997. ISBN 9788528605488
30. NAYLOOR, L.A.; STEPHENSON, W.N. Geomorphological control on boulder transport and coastal erosion before, during and after an extreme extra-tropical cyclone. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 41, n. 5, p. 685 – 700, 2016. <https://doi.org/10.1002/esp.3900>
31. NOTT, J. Waves, coastal boulder deposits and the importance of the pre-transport setting. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 210, n. 1, May 2003. DOI: 10.1016/S0012-821X(03)00104-3
32. OAKEY, R.J.; GREEN, M.; CARLING, P. Grain-shape analysis a new method for determining representative particle shapes for populations of natural grains. **Journal of Sedimentary Research**, v. 75, n. 6, p. 1065-1073, 2005. DOI: 10.2110/jsr.2005.079
33. OLLIER, C.D. **Weathering**. Longman Group, London, 1975. 304p.
34. PEREIRA, N.E.S.; KLUMB, O. Analysis of the influence of ENSO phenomena on wave climate on the central coast of Rio de Janeiro, Brazil. **Journal International Zone Management**, v. 15, n. 3, p. 353-370, 2015. <http://dx.doi.org/10.5894/rgci570>
35. SARAVANAN, S; CHANDRASEKAR, N; MUJABAR, P.S.; HENTRY, C. An overview of beach morphodynamic classification along the beaches between Ovari and Kanyakumari, Southern Tamil Nadu Coast. **Physical Oceanography**, v. 21, n. 2, p. 1 – 15, 2011. ISSN 0233-7584.
36. SEAERJ.org.br/2016/08/25/interceptor-de-esgotos-nao-existiria-sem-o-alargamento-da-praia-de-copacabana/
37. SHEPARD, F.P. **Submarine Geology**. Harper & Row, New York, 1963. 557 p.
38. SHORT, A.D. **Beach Morphodynamics**. Wiley & Sons, London, 1999. 392 p. ISBN: 978-0-471-96570-1
39. STRAUCH, J.C.; CUCHIARA, D.C. (2009). O padrão das ondas de verão e outono no litoral sul e norte do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n.4. p.29-37. DOI: 10.21168/rbrh.v14n4.p29-37
40. TOMAZZOLI, E.; PELLEGRIN, J.M.; NAZARETH, E.R. Aspectos geológicos e geomorfológicos da Praia da Pinheira (SC). **XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Crato, Ceará, 2018.
41. TRENHAILE A. S. **The Geomorphology of Rock Coasts**. Oxford University Press, U.K., 1987. 384 p. DOI: 10.7202/032774ar



Esta 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.