



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **BAIXOS TERRAÇOS COMO INDICADORES DE PULSAÇÕES CLIMÁTICAS: GEOCRONOLOGIA EM AMBIENTES LITORÂNEOS COM O USO DA LUMINESCÊNCIA OPTICAMENTE ESTIMULADA - LOE**

Luca Lämmle <sup>(a)</sup>, Archimedes Perez Filho <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Geociências, Unicamp, lucalamml@ige.unicamp.br

<sup>(b)</sup> Instituto de Geociências, Unicamp, archi@ige.unicamp.br

**Eixo: Geocronologia, estudos paleoambientais e mudanças globais.**

### **Resumo/**

Na perspectiva dos estudos geocronológicos em ambientes litorâneos, este trabalho discute a utilização dos baixos terraços fluviomarinhos e marinhos como indicadores de pulsações climáticas que alteraram a dinâmica costeira em determinados períodos. Propõe-se a utilização da técnica da Luminescência Opticamente Estimulada – LOE como meio de obtenção de datações absolutas, que possibilitará maior compreensão da espacialização dos níveis de baixos terraços em determinada área de estudo. Alguns autores ressaltam que idades obtidas por luminescência de cristais em sedimentos são mundialmente aceitas no meio científico nos dias atuais e constituem importante ferramenta na condução de pesquisas que propõem reconstituições cronológicas dos eventos ocorridos. Trabalhos com a utilização da LOE já tem mostrado que pulsações climáticas tiveram grande importância na dinâmica hidrológica regional no Holoceno, como atestado em trabalhos nacionais e internacionais.

**Palavras chave:** Baixos Terraços; Pulsações Climáticas; Geocronologia; LOE

### **1. Introdução e Objetivo**

A configuração geomorfológica atual em ambiente costeiro está associada à complexa relação entre distintos processos naturais e antrópicos e, com isso, tem sido tema de investigação há algum tempo. A discussão quanto à temática é consolidada a partir da incorporação de concepções teóricas sobre a evolução da paisagem que perfazem a dinâmica climática, bem como evidências de oscilações do nível relativo do mar associados a episódios de transgressão e regressão durante o final do Pleistoceno e Holoceno.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Salienta-se assim, que a compreensão da dinâmica costeira vinculada aos processos de erosão e sedimentação resultante das regressões e transgressões marinhas, reveste-se também de grande importância socioeconômica, uma vez que cerca de 26% da população brasileira estão situadas nas zonas costeiras (IBGE, 2018).

A escassez de reconstituições paleogeográficas sistemáticas com aporte na datação absolutas na análise da paisagem é crucial para o entendimento da dinâmica das paisagens costeiras nas últimas centenas e/ou milhares de anos e conseqüentemente a criação de modelos a fim de prever tendências geomorfológicas futuras, fornecendo subsídios para a gestão costeira.

Neste sentido, se tornou viável a realização deste trabalho com o objetivo de demonstrar a relevância da realização de datações absolutas para a reconstituição de cenários paleoambientais (geocronologia) em ambientes litorâneos, pois, entendendo o passado, é possível se aproximar de cenários futuros, apropriando-se de ferramentas e técnicas cada vez mais sofisticadas e precisas para obtenção dos dados, sendo, a Luminescência Opticamente Estimulada – LOE uma delas.

## **2. Revisão Bibliográfica**

No âmbito do litoral brasileiro, os estudos que objetivaram analisar a morfologia costeira, vêm sendo apresentados desde a década de 1960, quando níveis de terraços marinhos e fluviomarinhos são reconhecidos, na geografia, a partir dos estudos de Silveira (1950) e de Ab'Saber (1955). Destaca-se também, a importante organização de trabalhos realizada por Azevedo (1964), o qual traz considerações a partir de estudos de outros autores, quanto aos níveis de terraços identificados por todo o litoral brasileiro, balizando deste modo a presente pesquisa.

Suguio e Martin (1978) apresentam dados de variações relativas do nível do mar para diversas localidades do litoral brasileiro ao longo do Quaternário, caracterizadas pelas várias fases de transgressão e regressão marinha nos últimos 7.000 anos, cujo nível atual apresenta



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

tendência de decréscimo. Por outro lado, registros nos últimos 20 anos apontam para elevação no nível do mar para várias localidades litorâneas do Brasil, enfatizando cidades localizadas no litoral nordestino (MUEHE, 1998).

Variações do nível médio dos oceanos são resultantes de fenômenos gerais (alterações eustáticas) e locais. Durante o período quaternário houveram várias subidas e descidas eustáticas do oceano ligadas a fases interglaciais e glaciais (VIEIRA, 1981).

De acordo com Martin et al. (1984), que faz uma análise geral das flutuações do nível do mar, as evidências do nível marinho alto mais antigo “foram identificadas somente no litoral da Bahia e Sergipe, tendo como testemunho deste evento uma linha de falésias entalhadas em sedimentos da formação Barreiras, identificadas por Bigarella e Andrade (1965). O seguinte nível marinho alto ocorreu há aproximadamente 120.000 anos (máximo da penúltima transgressão), tendo atingido de 8 +/- 2m acima do nível atual, caracterizado por grandes terraços arenosos depositados após este nível alto e presentes em todo o litoral brasileiro”.

A parte final do último nível marinho alto é conhecida por meio de datações realizadas por radiocarbono, pois esses dados têm permitido estabelecer as antigas posições ocupadas pelo nível relativo do mar em diversos setores do litoral para os últimos 7.000 anos (MARTIN et al., 1984). Em resumo, é possível dizer que o litoral brasileiro tenha sido submerso até 5.100 anos, e, em seguida, submetido à emersão, com “2 pulsos climáticos” transgressivos até chegar nos dias atuais.

Assim, entender como o clima e as flutuações do nível do mar se apresentaram na história geomorfológica pode esclarecer o comportamento das componentes ambientais, sobretudo do relevo, diante de tais oscilações e seus elementos de controle. Ao longo das últimas décadas, uma série de estudos realizados por pesquisadores brasileiros, discutiram as oscilações climáticas (AB’SÁBER, 1957, 1969, 1977; PENTEADO, 1978; BIGARELLA et



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

al. 1994; SALGADO-LABORIAU, 1994; COLTRINARI, 1999; SILVA et al. 2004; CASSETI, 2005).

Compreende-se que embora existam trabalhos em diferentes áreas sob essa perspectiva, poucos são aqueles que procuraram identificar evidências de ciclos de pulsações climáticas de curta duração e recentes na região litorânea com a utilização de datações por Luminescência Opticamente Estimada (LOE). É importante mencionar que essas pulsações climáticas tiveram significativa importância na dinâmica hidrológica regional durante o Holoceno, como atestado nos trabalhos de Storani e Perez Filho (2015), Dias e Perez Filho (2015), Souza e Perez Filho (2016), Perez Filho e Rubira (2018), que também utilizaram a técnica da LOE para obtenção de datações absolutas.

### **2.1. Terraços como indicadores de pulsações climáticas**

Depósitos arenosos quaternários de origem marinha, situados acima do nível marinho atual, representam evidências inquestionáveis de níveis marinhos pretéritos acima do atual. Datações desses depósitos aliados aos mapeamentos geológicos sistemáticos, têm permitido distinguir várias gerações de terraços arenosos formados subsequentemente aos níveis máximos relacionados a diferentes episódios transgressivos no quaternário (MARTIN et al., 1993).

Sendo assim, os diferentes níveis de terraços se constituem em elementos chaves para a análise geomorfológica e geocronológica, uma vez que correspondem a importantes evidências de variações energéticas dos processos hidrodinâmicos, ou seja, da dinâmica erosiva e deposicional de ambientes continentais e costeiros. Vários autores (Bigarella e Mousinho, 1965; Penteado 1974; Christofolletti, 1981; Suguio, 2010; Guerra e Guerra, 1997), afirmam que terraços são superfícies horizontais ou levemente inclinadas, constituídas por depósitos sedimentares, ou uma superfície topográfica modelada pela erosão fluvial, marinha e/ou lacustre a qual é limitada por dois declives do mesmo sentido.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Ainda de acordo com os autores mencionados no parágrafo anterior, os terraços marinhos são caracterizados por depósitos litorâneos arenosos de origem marinha os quais são evidências do antigo relevo costeiro, situados acima ou abaixo do atual nível médio do mar, representando paleolinhas praias. Já para Muehe (2001), os terraços marinhos são formados a partir da coalescência de sedimentos transportados, a priori, por meio das correntes longitudinais (*longshore current*) geradas entre a zona de arrebentação e a linha de praia.

Segundo Suguio (1998), as planícies costeiras são superfícies geomorfológicas deposicionais de baixo gradiente, formadas por sedimentação predominantemente subaquosa em áreas que margeiam corpos d'água de grandes dimensões como o oceano, nos quais os sedimentos são advindos da plataforma continental ou diretamente do continente. Representam faixas de terrenos recentes (em termos geomorfológicos), emersos e compostos por sedimentos marinhos, continentais, fluviomarinhos, lacunares, paludiais, e outros, em geral de idade quaternária.

Terraços fluviomarinhos são depósitos aluviais/fluviais que sofreram erosão e acumulação devidas à atuação conjunta dos rios e mares. Estão localizados em áreas com influência das oscilações da maré, portanto de gênese associada à combinação de processos relacionados a agentes fluviais, conjugando agentes terrestres e oceânicos (GUERRA e GUERRA, 1997).

No âmbito dos terraços fluviais, Christofolletti (1981) aponta que estes tipos de terraços representam antigas planícies de inundação e são compostos por detritos aluviais, cujas estruturas sedimentares refletem os mecanismos e os processos deposicionais do leito fluvial. Diversos trabalhos estimam os terraços fluviais como reposta a mudanças de cunho climático e tectônico (MERRITTS et al., 1994; MACKLIN et al., 2002), fornecendo *insights* sobre o fornecimento pretérito de sedimentos e, assim, utilizados para deduzir o tempo e causa de abandono das planícies de inundação. Identificados por técnicas que incluem propriedades





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

pedogenéticas, sedimentológicas, dados topográficos e imagens orbitais, terraços passam a ser também discriminados por técnicas de datação (HUGHES et al., 2015).

## **2.2. Datações por Luminescência Ópticamente Estimulada - LOE**

O método de datação por Luminescência Ópticamente Estimulada (LOE) é baseado numa gama de técnicas baseadas no acúmulo de cargas radioativas produzidas por uma população de elétrons aprisionados em minerais cristalinos. A técnica pode estabelecer potencialmente a última exposição dos sedimentos à luz do sol (SILVA, 2007).

Este método foi desenvolvido mais significativamente no começo da década de 1980 e das contribuições de Huntley et al. (1985). A descoberta mais significativa da técnica de datação por LOE foi, a possibilidade de medir o sinal de luminescência diretamente relacionado a uma carga de uma população de elétrons aprisionada no cristal, mediante estímulo luminoso, assim definindo o próprio método por LOE (SILVA, 2007).

A energia empregada para a liberação dos elétrons é proveniente da luz solar, antes desses minerais serem recobertos por um novo evento deposicional, podendo a partir desse fato, estabelecer o período de tempo que perdurou desde que a população aprisionada de elétrons foi liberada pela última vez. Esta liberação que produz um decaimento radioativo pode ser medida através de sinais luminosos. Após soterrados, os elétrons retornam ao seu estado de base a partir de atrações de carga negativa dentro da unidade do cristal, desse modo a população de elétrons é novamente aprisionado. Através da incidência de mais sinais luminosos é possível saber o quanto de elétrons já foi aprisionado e estimar o período de última estabilização.

A liberação desses elétrons aprisionados por estímulo luminoso reduz o sinal de LOE a zero. Quando os grãos são soterrados e permanecem fora do alcance da luz solar, os elétrons começam a ser aprisionados novamente, ocorrendo um acúmulo de energia, está por efeito da radiação ionizante emitida pelo decaimento de radioisótopos contidos no próprio depósito (MELLO, 2008).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Uma parte desta radioatividade natural originou-se dentro dos próprios grãos (radiação beta), mas a dose de radiação é oriunda, principalmente do depósito em si (radiação gama). Se o fluxo de radiação ionizante for constante, então o tempo de soterramento pode ser determinado pela medição da dose armazenada nos grãos, dividido pelo fluxo da radiação ionizante ambiental (dose ambiental). Sendo a fórmula para a sua medição expressada pela seguinte maneira:

$$\text{Idade} = \text{Paleodose} / \text{Dose Ambiental}$$

Onde a paleodose também é conhecida como dose equivalente (ED), e corresponde a radiação ionizante de decaimento dos isótopos de urânio, tório e potássio, havendo também uma contribuição menor de radiação cósmica, a qual o material esteve exposto desde a sua exposição. A dose ambiental corresponde a taxa com que a amostra foi exposta a radiação ionizante, e, portanto, a taxa pela qual a população de elétrons foi acumulada. Se o intervalo de tempo considerado for igual há um ano, refere-se a esta taxa como “Dose anual”, sendo calculado a partir do equilíbrio radioativo do composto urânio e tório, através da conversão de fatores que fornecem a dose de radiação para uma matriz quase infinita por unidade de concentração, onde a contribuição dos raios cósmicos é estimada de acordo com a profundidade do material, altitude e latitude da área amostrada. O cálculo dessa dose anual é mais complexo, em virtude de fatores externos como o intemperismo químico, de maneira, que a sua fórmula final pode ser expressa da seguinte forma:

$$D_a = 0,92 (D_\beta) / 1 + 1,25 H_2O + D_x / 1 + 1,14 H_2O + D_c + D_\beta$$

Onde,  $D_a$  (dose anual);  $D_\beta$  (dose de radiação beta);  $D_c$  (dose de radiação cósmica);  $D_{\beta i}$  (dose de radiação beta interna oriunda do K40 para as amostras e K – feldspato e H<sub>2</sub>O (teor de água da amostra, expresso de 0 a 1).

Dessa maneira, se estabelece o período que perdurou desde que a população aprisionada de elétrons foi liberada pela última vez (momento da deposição/soterramento) e assim, determina-se a idade da amostra. Usualmente são utilizadas 15 alíquotas (calibração)



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

para cada amostra datada, que irá determinar o momento de deposição da cobertura superficial. Contudo, internacionalmente é recomendado ampliação para 25 alíquotas, com objetivo de eliminar maior grau de erro e tornar o resultado mais confiável.

### **2.3. Viabilidade da Datação por LOE**

A viabilidade da datação por LOE é avaliada segundo Clarke (1999), nos sedimentos que sofreram um “zeramento” adequado do sinal de luminescência durante o transporte, e exibirão uma dose acumulada de radiação similar, desde que o material tenha uma sensibilidade homogênea, à radiação ambiental ionizante. Daí a necessidade de verificar a consistência mineralógica do material a ser datado.

A partir de todas essas observações, entende-se que o mecanismo de datação por LOE é o mais eficaz dentre os métodos de datação que usam a luminescência, e que o mecanismo de operação reside no decaimento radioativo. Rendell et al. (1996) demonstram a eficácia de esvaziamento do sinal de luminescência óptica do quartzo e do feldspato. Após uma exposição de três horas de luz, a uma profundidade de 12 metros sob a água, apesar de o espectro solar ser substancialmente atenuado a esta profundidade. Confirmando desta forma a melhor adequação do método LOE para a datação de sedimentos de encostas, fluviais e em terraços marinhos, depositados em condições subaquosas (MELLO, 2008).

Sallun et al. (2007) ressaltam que idades obtidas por luminescência de cristais em sedimentos são mundialmente aceitas no meio científico nos dias atuais e, constituem importante ferramenta na condução de pesquisas que propõem reconstituições cronológicas dos eventos ocorridos.

### **3. Coleta das Amostras**

As coletas de amostras das coberturas superficiais dos terraços, para fins de datação absoluta por LOE, são usualmente realizadas por meio da abertura de trincheiras em pontos preestabelecidos. Esta etapa requer procedimentos extremamente cautelosos e cuidadosos





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

para que as coletas não sejam realizadas de maneira equivocada, o que poderia gerar dúvidas em relação a confiabilidade das idades obtidas. A exposição da cobertura superficial a radiação solar e demora em enviar a coleta ao laboratório podem alterar a confiabilidade dos dados.

São utilizados tubos de PVC (*Polyvinyl Chloride*) ou outros materiais com características semelhantes, opaco, de cores escuras, com aproximadamente 60 centímetros de comprimento e seis centímetros de diâmetro. É possível a realização da coleta com apenas 30 centímetros de tubo, entretanto, para garantia de que as amostras não sejam expostas a luz solar, recomenda-se o dobro. Estes tubos são introduzidos horizontalmente nos perfis verticais das coberturas superficiais, com finalidade de que as amostras não sejam submetidas a radiação de qualquer natureza, principalmente luz solar ou artificial.

Após introdução dos tubos é necessário verificar se os mesmos estão totalmente preenchidos pelos materiais superficiais. Caso não estejam totalmente preenchidas, uma nova coleta será necessária, repetindo o processo até que os tubos sejam completamente preenchidos.

Posteriormente, as extremidades são lacradas com tampas de PVC, para que amostras não sejam expostas à luz. Em seguida, os tubos são cuidadosamente retirados e envolvidos em sacos plásticos também de cor escura. Por fim, as pontas são lacradas com fita plástica adesiva e os tubos nomeados com identificação dos pontos de coletas e com direção (sentido) que os mesmos foram introduzidos. Após a realização dessas etapas, o material pode ser enviado a um laboratório que trabalhe com a LOE para a realização das datações.

#### **4. Conclusões**

Embora existam outros métodos de datações, como o radiocarbono, termoluminescência, entre outros; nenhum deles é capaz de oferecer dados com o mesmo nível de confiabilidade da LOE quando se trata de coberturas superficiais arenosas. O fator limitante é que não se pode datar todo tipo de material com este método, se restringindo



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

apenas a grãos de quartzo e feldspato. Contudo, quando se trata de depósitos litorâneos, é predominante a presença desses grãos.

O entendimento paleoclimático a partir da geocronologia sobre a elaboração de níveis costeiros (onde se concentra grandes cidades e uma população considerável) pode contribuir para a elucidação de problemas enfrentados pela gestão costeira, como também permite estabelecer projeções futuras quanto à evolução do relevo costeiro e, assim, subsidiar planos de ações que mitiguem a problemática.

Vale ressaltar que a LOE também pode ser utilizada em outros cenários, como em ambientes fluviais (DIAS E PEREZ FILHO, 2015; SOUZA E PEREZ FILHO, 2016; PEREZ FILHO E RUBIRA, 2018), lacustres (BITENCOURT *et al*, 2017), entre outros; e até mesmo em outras áreas do conhecimento.

## **5. Agradecimentos**

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro por meio da bolsa de doutorado (Processo Fapesp: 2017/26876-0) e do Auxílio Regular (Processo Fapesp: 2018/07271-3).

## **6. Referências Bibliográficas**

BITENCOURT, V. J. B.; DILLENBURG, S.R.; BARBOZA, E. G.; MANZOLLI, R. P. ; CARON, F; SAWAKUCHI, A. O. Datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) de uma planície de cordões litorâneos do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 8, p. 1-8, 2017.

AB'SÁBER, A. N. Contribuição a geomorfologia do litoral paulista. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 3-48, 1955.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

AB'SABER, A. N. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n.º 3: 1-17,1977.

AB'SÁBER, A.N. **Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno**. Inter-Fácies Escritos e Documentos, São José do Rio Preto, n. 4, 1979.

AB'SÁBER, A.N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. Instituto de Geografia, USP, p. 1-15, 1969.

AZEVEDO, A. **Brasil: a terra e o homem**. Cia Editora Nacional, São Paulo. Vol. 1. p. 253305, 1964.

BACOCOLI, G. Os deltas marinhos holocênicos brasileiros: Uma tentativa de classificação. **Boletim Técnico**. Petrobras, 14:5-36, Rio de Janeiro, 1971.

BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba-PR, 16/71:153-198, 1965.

BIGARELLA, J.J., ANDRADE, G.O., Contributions to the study of the Brazilian Quaternary. Geol. Soc. Am. **Special. Publication**. 84, 433-451. 1965.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; SANTOS, G.F. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais** – Vol. I. Florianópolis: UFSC, 1994.

CASSETI, V. Geomorfologia. [S.l.] 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia>>. Acesso em: julho/2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981. 313 p.

CLARKE, M. L. Quality assurance in luminescence dating. **Geomorphology**, v.29, p.173185, 1999.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

COLTRINARI, L. **A Geografia Física e as Mudanças Ambientais**. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri (org.). *Novos Caminhos da Geografia*. São Paulo, Contexto, pp. 27-40. 1999.

DELLA PIAZZA, H. Discordância pré-Holocênica e sua importância no estudo de fundações da bacia de Campos - Brasil. **Boletim Técnico da Petrobrás**, 26:91-114, 1983.

DIAS, G.T.M.; SILVA, C.G.; MALSCHITZKY, I.H.; PIRMEZ, C. A planície deltaica do Rio Paraíba do Sul - Sequências sedimentares subsuperficiais. IN: 33º Congresso Brasileiro De Geologia, Rio de Janeiro, v. 1, p. 98-104, 1984.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Geocronologia de Terraços Fluviais na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí-SP a partir de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, p. 341-349, 2015.

DOMINGUEZ, J.M.L. Deltas dominados por ondas: críticas às idéias atuais com referência particular ao modelo de Coleman & Wright. **Revista Brasileira de Geociências**. 20(1-4): 352-361. 1990

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648 p.

HUGHES C. E., ATCHISON, G. W. The ubiquity of alpine plant radiations: from the Andes to the Hengduan Mountains. **New Phytologist** 207: 275–282, 2015.

HUNTLEY, D. J.; GODFREY-SMITH, D. I.; THEWALT, M. L. W. Optical dating of sediments. **Nature**, v. 313, n. 5998, p. 105, 1985.

MACKLIN, M.G., FULLER, I.C., LEWIN, J., MAAS, G.S., PASSMORE, D.G., ROSE, J., WOODWARD, J.C., BLACK, S., HAMLIN, R.H.B., ROWAN, J.S. Correlation of fluvial sequences in the Mediterranean basin over the last 200 ka and their relationship to climate change. **Quaternary Science Reviews** 21, 1633–1641, 2002.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS-BOAS, G.S. Primeira Ocorrência De Corais Pleistocênicos da Costa Brasileira: Datação do máximo da penúltima transgressão. **Ciências da Terra**. 3 :16-17, 1982.

MARTIN, L., SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M. Shell-middens as a source for additional information in Holocene shoreline and sea-level reconstruction: examples from the coast of Brazil. In: O. van de Plassche (Editor), *Sea-level Research: A Manual for the Collection and Evaluation of Data*. **Geobooks**, Norwich, pp. 503-521, 1986.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J.; FLEXOR, J.M.; AZEVEDO, A. Evolução da Planície Costeira do Rio Paraíba do Sul (RJ) Durante o Quaternário: Influência das Flutuações do Nível do Mar. **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia**. Rio de Janeiro, 1984.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. As flutuações do nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiros. **Boletim IG-USP**, Publicação Especial, v. 15, p. 1-186, 1993.

MELLO, J. S. **Dinâmica geomorfológica de ambiente de encosta em Brejo da Madre de Deus – PE. Uma abordagem morfoestratigráfica aplicada aos depósitos coluviais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. 2008. 126p.

MERRITTS, D.J., VINCENT, K.R., WOHL, E.E. Long river profiles, tectonism, and eustasy: a guide to interpreting fluvial terraces. **Journal of Geophysical Research** 99, 14031–14050, 1994.

MUEHE, D. O litoral Brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S. B., GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006, pp. 273-349. GUERRA, A.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2ª ed., 1978.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PEREZ FILHO, A.; RUBIRA, F. G. Evolutionary interpretation of Holocene landscapes in eastern Brazil by optimally stimulated luminescence: Surface coverings and climatic pulsations. **Catena**, v. 172, p. 866-876, 2019.

RENDELL, H.M., SHEFFER, N.L. Luminescence dating of sand ramps in the Eastern Mojave Desert. **Geomorphology** 17, 187–197. 1996.

SALGADO-LABOURIAU, M.L. **História Ecológica da Terra**. Ed. Edgard Blücher, 1994.

SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; SANTOS, J.; BARRETO, A. M. F. Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência. **Revista Brasileira de Geociências**, v.37, n.2, p.402-413, 2007.

SILVA, C.G. **Estudo da evolução geológica e geomorfológica da região da Lagoa Feia, RJ**. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1987.

SILVA, D. G. Evolução paleoambiental dos depósitos de tanques em Fazenda Nova, Município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Universidade federal de Pernambuco, 2007. 155p

SILVEIRA, J. D. **Morfologia do litoral**. In: Azevedo, A. (ed.). Brasil: a terra e o homem. Vol. 1. Cia Editora Nacional, São Paulo. Pp. 253-305, 1964.

SOUZA, A. O.; PEREZ FILHO, A. Mudanças na dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do Ribeirão Araqua: eventos tectônicos e climáticos no quaternário. **GEOUSP: espaço e tempo**, v. 20, p. 636-656, 2016.

STORANI, D. L.; PEREZ FILHO, A. Novas Informações Sobre Geocronologia na Planície de Inundação do Rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, p. 191-199, 2015.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. 2ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2010, 408p.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. IN: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. **Special publication, n.1**. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociência, 1978.

VIEIRA, P. C. Variações do Nivel Marinho: Alterações Eustáticas no Quaternário. **Rev. IG**, São Paulo, 2 (1): 39-58, jan./jun. 1981.