

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROBERTO DA SILVEIRA POZZI BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MONÇÃO DO LESTE ASIÁTICO NO APORTE
DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS PARA O MAR SUL DA CHINA NO
QUATERNÁRIO SUPERIOR**

PONTAL DO PARANÁ

2017

ROBERTO DA SILVEIRA POZZI BARBOSA

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MONÇÃO DO LESTE ASIÁTICO NO APORTE
DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS PARA O MAR SUL DA CHINA NO
QUATERNÁRIO SUPERIOR**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Renata Hanae Nagai

Co-orientador: Prof. Dr. Rubens Cesar Lopes Figueira

PONTAL DO PARANA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

Roberto da Silveira Pozzi Barbosa

“AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MONÇÃO DO LESTE ASIÁTICO NO APORTE DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS PARA O MAR SUL DA CHINA NO QUATERNÁRIO SUPERIOR”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. Marcelo Sandin Dourado - CEM/UFPR

Prof. Dr. Carlos Roberto Soares - CEM/UFPR

Prof. Dr. Renata Hanae Nagai – CEM/UFPR
Presidente

Prof. Dr. Rubens Cesar Lopes Figueira - IO/USP
Coorientador

Dedico este trabalho a todos que influenciaram minha vida. Como o sedimento no fundo do oceano eu represento minha origem e a todo trabalho feito a mim, sem distinção de bom ou ruim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família única e imperfeita, mas que sempre me mostraram que pelas pessoas que amamos não existe sacrifício.

Ao meu Pai, Ronaldo Pozzi Barbirato Barbosa, que mesmo tendo percauços em sua própria vida nunca se esqueceu de amar e apoiar seus filhos com os mais diferentes sonhos. Agradeço todos os dias por sua preocupação, sacrifício e zelo por nós.

A minha mãe, Lindaura Victoria da Silveira, por sempre apoiar meus sonhos e aventuras, nunca deixando de zelar e se preocupar. Sua fala “com seu esforço vou conseguir muito mais”, me faz sempre ir além.

Minhas irmãs Paula Carolina e Marignez Raquel, melhores irmãs do mundo agradeço a todas as brigas, concelhos, proteção e afeto. Vocês são a minha razão e emoção, não entraria nem na classe de ser humano sem vocês.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dra. Renata Hanae Nagai, por me dar a oportunidade de encher o mundo de outra forma, utilizando de outras ferramentas e com outras escalas. Obrigado pelas oportunidades, ensinamentos, conversas e paciência, essenciais para esse trabalho e para meu futuro como oceanógrafo e pessoa.

Agradeço a todos do LABPALEO² que apoiaram e dividiram momentos comigo neste período.

Agradeço ao Prof. Dr. Rubens Cesar Lopes Figueira, pela colaboração, co-orientação. Obrigado por sua confiança e oportunidade.

Agradeço ao LaQImar (Laboratório de Química Orgânica) do Instituto Oceanográfico (IO/USP), por viabilizar todo o processo de tratamento e análise das amostras. Obrigado as pessoas que reencontrei e conheci que de alguma forma me ajudaram no período que estive com vocês.

A todos os funcionários relacionados ao Centro de Estudos do Mar, das profissionais da limpeza que sempre me responderam bom dia e tinham um elogio quando eu menos esperava aos professores que dedicaram seu tempo e conhecimento para formação de oceanógrafos que estão e estarão no mundo. Entre todos os funcionários sensacionais que tive a oportunidade de interagir, tenho que ressaltar, o Prof. Dr. Paulo da Cunha Lana, sua orientação durante os 4 anos que

participei no laboratório benthos me ensinaram muito e pelo seu suporte mesmo após este período, a Prof^a. Dra Adriana Rodrigues Perretti por neste ano me lembrar as funções básicas de um ser humano (respirar), a Liciane Carla da Silva técnica do laboratório que fez muito mais que sua função, sempre nos acompanhando, auxiliando e ajudando a todos (mesmo antes da minha participação no Laboratório).

Meu mais profundo obrigado aos meus amigos que estiveram/estão presentes na minha vida, vocês foram/são mentores, confidentes, terapeutas e até más influências, mas acima de tudo, amigos. Aos que conviveram e me ajudaram nesta etapa final obrigado por terem paciência tanto comigo quanto com este trabalho, que não ia ter sido finalizado sem vocês.

Este trabalho utilizou amostras e dados coletados pelo *International Ocean Discovery Program* (IODP). Agradeço a todos os cientistas, a tripulação e os técnicos a bordo do R/V *Joides Resolution*, por seu trabalho durante a Expedição 349 do IODP, sem eles este trabalho nunca seria possível.

Agradeço ao financiamento para o processamento das amostras fornecido pelo IODP/CAPES-Brasil (Edital 38/2014, Proc. 8887.091705/2014-01) e pela FAPESP (Proc. nº2015/11063-9).

Agradeço à CAPES, pelo apoio financeiro e concessão da bolsa do programa ciências sem fronteiras. Aprendi e evolui muito com a oportunidade me dada.

Por último, agradeço a você que está lendo, tanto por seu interesse em algum nível por este projeto e por ter lido esses agradecimentos passando a frente pelo menos um pedaço do meu agradecimento a todos e tudo aqui escrito.

Palavras são, na minha nada
humilde opinião, nossa inesgotável fonte
de magia. Capazes de formar grandes
sofrimentos e também de remediá-los.

Alvo Dumbledore
(J.K. ROWLING)

RESUMO

O Mar Sul da China (SCS), área de estudo deste trabalho é caracterizado por altas taxas de sedimentação e condições favoráveis a preservação dos carbonatos, características tornando-o de pesquisas para reconstruções paleoceanográficas. Fatores como o clima e hidrodinâmica são determinantes para o aporte e a deposição de sedimentos depositados no fundo do SCS. O Sistema de Monção do Leste Asiático (EAM) atua no controle direto das taxas de intemperismo no continente asiático, transporte e deposição a partir das mudanças na pluviosidade e regime de ventos que ocorrem na região do SCS. O presente trabalho tem como objetivo melhor compreender as oscilações no aporte de sedimentos terrígenos para a subbacias nordeste do SCS e sua relação com o EAM no Quaternário superior. Para isso, foram gerados dados razões elementares (Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al e Fe/K) ao longo de um testemunho sedimentar marinho (349-U1432C) coletado na expedição 349 – *South China Sea Tectonics* do *International Ocean Discovery Program* que compreende os últimos 250 mil anos. A interpretação dos resultados obtidos foi feita levando em consideração a variação no EAM e nível médio do mar global (MSL) no período estudado. A partir da avaliação conjunta destes dados, foi possível interpretar a variação no aporte terrígeno (Fe/Ca e Ti/Ca) e de bacias de drenagem Pearl (Ti/Al), Mekong (Ti/Al) e Luzon (Fe/K), que apresentaram relação clara com a variação na intensidade do EAM.

Palavras-chave: Mar Sul da China, Sistema Monção do Leste Asiático, Quaternário, Interglaciais, Glaciais, Aporte Terrígeno, Razões Elementares.

ABSTRACT

The South China Sea (SCS) is characterized by high sedimentation rates and favorable conditions for the preservation of carbonates, which makes this study area suitable for paleoceanographic reconstructions. Factors such as climate and hydrodynamics are decisive for the input and deposition of sediments deposited at the bottom of the SCS. The East Asian Monsoon System (EAM) acts in the direct control of weathering rates in the Asian continent, transport, and deposition from the changes in rainfall and wind regime that occur in the SCS region. The present work aims to better understand the oscillations in the contribution of terrigenous sediments to the northeast subbasins of the SCS and its relationship with the AME in the Upper Quaternary. For this, elemental ratio data (Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al, and Fe/K) were generated along a marine sediment core (349-U1432C) collected in expedition 349 – South China Sea Tectonics of the International Ocean Discovery Program comprising the last 250,000 years. The interpretation of the results obtained was made considering the variation in the AME and global mean sea level (MSL) in the studied period. From the joint evaluation of these data, it was possible to interpret the variation in terrigenous (Fe/Ca and Ti/Ca) and Pearl (Ti/Al), Mekong (Ti/Al,) and Luzon (Fe/K) drainage basins, which showed a clear relationship with the variation in ADE intensity.

Key-words: South China Sea, East Asian Monsoon System, Quaternary, Interglacial, Glacial, Terrigenous input, Elementary Reasons.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – A) Diagrama esquemático da descarga anual de sedimentos (tonelada/ano) resultante dos sistemas de drenagem fluvial no Mar Sul da China. Flechas vermelhas representam descarga fluvial observada e flechas amarelas descarga fluvial modelada; B) Diagrama esquemático da direção dos ventos do Sistema de Monção de inverno (seta verde) e verão (seta roxa), principais correntes superficiais resultantes das monção de inverno (setas preta) e verão (setas vermelhas), corrente profunda (setas amarelas) e corrente de Kuroshio (seta laranja).	8
FIGURA 2 – (A) Mapa batimétrico da região do Mar do Sul da China. Onde, círculo amarelo representa ponto de coleta do <i>Hole</i> U1432C, Expedição 349 do Ocean Drilling Program (B) Maior detalhamento da batimetria em torno do ponto de coleta <i>Site</i> U1432C.A.....	9
FIGURA 3 – Fluxograma da metodologia de digestão total de sedimento SW-846 3052, descrita por USEPA (1996).....	<u>12</u>
FIGURA 4 - Modelo de idade por profundidade para os primeiros 10 m do <i>Hole</i> U1432C. Indicando taxa de sedimentação de 13,24 cm/ka, referente à época Pleistoceno.....	14
FIGURA 5 - Distribuição ao longo dos últimos 250 mil anos da (A) Radiação gamma natural (NGR, contagens/s) e (B) Suscetibilidade magnética ($\times 10^{-5}$ SI), obtidos no <i>Hole</i> U1432C.....	15
FIGURA 6 - Valores de concentração dos elementos Fe, Ca, Ti, Al e K (mg/kg) obtidos no <i>Hole</i> U1432C nos últimos 250 mil anos.....	17
FIGURA 7 - Valores razões elementares foi encontrado os valores para Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al e Fe/K obtidos no <i>Hole</i> U1432C nos últimos 250 mil anos.....	18
FIGURA 8 – A) Configuração geográfica e diagrama esquemático das principais correntes no SCS, referentes aos períodos interglaciais; B) Configuração geográfica e diagrama esquemático das principais correntes no SCS, referentes aos períodos glaciais.	20
FIGURA 9 - Variações nos últimos 250 mil anos do nível médio do mar global, NGR, Susceptibilidade Magnética, das razões elementares e da composição isotópica de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$ – ‰, VPDB) em cavernas localizadas no sudeste da China.....	21

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Amostra, Profundidade (cm) e Idade (ka) dos eventos de aparecimento de nanofósseis calcáreos e foraminíferos planctônicos (B = Primeira aparição, T = Última aparição) para a Época Pleistoceno do testemunho 349-U1432C (fonte: LI et al., 2015).....	14
TABELA 2 – Valores médios das razões elementares Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al e Fe/K, em sedimentos na fração bulk (<63µm) registrados das principais bacias de drenagem do SCS.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SCS	- Mar Sul da China.
EAM	- Sistema de Monção do Leste Asiático.
EAMs	- Sistema de Monção do Leste Asiático, vertente de Verão.
EAMw	- Sistema de Monção do Leste Asiático, vertente de Inverno.
NGR	- Radiação Gamma Natural
WRML	- <i>Whole-Round Multisensor Logger</i>
BP	- Antes do Presente
NGRL	- <i>Natural Gamma Radiation Logger</i>
MIS	- Estágios Isotópicos Marinhos
MSL	- Nível Médio do Mar

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICATIVA	3
1.2	OBJETIVOS	3
1.2.1	Objetivo Principal.....	3
1.2.2	Objetivos específicos:.....	4
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3.1.	ÁREA DE ESTUDO.....	6
3.2.	COLETA DO MATERIAL.....	9
3.3.	CRONOLOGIA	10
3.4.	RADIAÇÃO GAMMA NATURAL E SUSCEPTIBILADE MAGNÉTICA	10
3.5.	RAZÕES ELEMENTARES EM SEDIMENTOS MARINHOS.....	11
4	RESULTADOS.....	13
4.1.	CRONOLOGIA	13
4.2.	RADIAÇÃO GAMMA NATURAL E SUSCEPTIBILADE MAGNÉTICA	15
4.3.	RAZÕES ELEMENTARES EM SEDIMENTOS MARINHOS.....	16
5	DISCUSSÃO	18
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
7	REFERÊNCIAS.....	24
	ANEXO A – TABELA DADOS BRUTOS E DAS RAZÕES ELEMENTARES.....	30

1 INTRODUÇÃO

O Mar Sul da China (*South China Sea* - SCS), com aproximadamente 3,5 milhões de km² e profundidade máxima de 5.500 m, é um dos maiores mares marginais no mundo e a bacia de mar profundo mais importante da costa chinesa (WANG, 2012). As altas taxas de sedimentação e a boa condição de preservação dos sedimentos carbonáticos, demonstram o potencial do SCS para estudos de paleoceanografia e paleoclimatologia (LIU *et al.*, 2016). Os registros marinhos do SCS podem fornecer informações sobre a influência, intensidade, quantidade, período e o tipo do aporte de sedimentos, auxiliando no desenvolvimento de modelos paleoclimáticos e paleoceanográficos com informações sobre as condições nas regiões de formação destes sedimentos (WANG *et al.*, 1995, WANG; LI, 2009, WANG, 2012, MILLIMAN; FARNSWORTH, 2011).

A Monção do Leste Asiático (*East Asian Monsoon* - EAM) é o principal fenômeno climático atuante no SCS e em sua região circundante (LIU *et al.*, 2016). O Sistema de Monção Asiático é o maior sistema de monção do mundo moderno, subdividido em dois subsistemas, a Monção Índia ou do Sul da Ásia e a EAM (LIU *et al.*, 2003). Estes subsistemas interagem entre si, mas apresentam diferentes características, consequência da interação continente-oceano e da topografia das regiões (LIU *et al.*, 2003). Há uma grande distinção nos padrões de interação continente-oceano, destes subsistemas na Monção do Sul da Ásia. A monção de inverno é, em grande parte, bloqueada pelo Tibete e, portanto, é muito mais fraco do que o seu homólogo de verão, enquanto a EAM tem o sistema de monção de inverno mais intenso do mundo (YIHUI *et al.*, 2004).

Ao longo dos ciclos glaciais e interglaciais do Quaternário, mudanças na intensidade da EAM influenciaram significativamente o aporte de sedimentos terrígenos para o SCS (WANG *et al.*, 1999, SELVARAJ *et al.*, 2007, LIU *et al.*, 2010, LIU *et al.*, 2016). De acordo com estes autores, os períodos interglaciais foram marcados por maior aporte de sedimentos terrígenos para o SCS, associado a maior precipitação no continente adjacente como resultado de uma EAM de verão (*East Asian Monsoon summer* - EAMs) mais intensa. Em contrapartida, nos períodos glaciais com a EAM de inverno (*East Asian Monsoon winter* - EAMw) mais intensa, há diminuição nos regimes de precipitação e, conseqüentemente, menor aporte de sedimentos terrígenos para o SCS via transporte fluvial (WANG *et al.*, 1999;

BOULAY *et al.*, 2005; SELVARAJ *et al.*, 2007; KUTZBACH *et al.*, 2008; CHENG *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2016).

O SCS recebe anualmente aproximadamente 1.600 t de sedimentos via aporte fluvial (representando 3,7% descarga fluvial mundial) (LIU *et al.*, 2016). O aporte fluvial da região provém de alguns dos maiores rios da China (Pearl, Red, Mekong Rivers) e de pequenos rios montanhosos oriundos do sudoeste de Taiwan, nos quais a EAM influencia na intensidade da descarga fluvial (LIU *et al.*, 2016). O SCS é o maior coletor de sedimentos fluviais entre os mares marginais fechados ou semi-fechados em todo o mundo (LIU *et al.*, 2016).

Os sedimentos abissais da sub-bacia nordeste do SCS são caracterizados por altos teores de clorita e illita (~80%), com menores quantidades de esmectita e caulinita, esta proporção de argilominerais é característica da influência fluvial de Taiwan e Luzon, respectivamente (LIU *et al.*, 2016). O aporte de sedimentos terrígenos em bacias sedimentares marinhas pode também ser estudado através da quantificação de elementos maiores como, por exemplo, Ca, Fe, Ti, Al e K (GOVIN *et al.*, 2012). A partir da assinatura geoquímica dos sedimentos marinhos é possível reconstituir regimes de intemperismo e transporte de sedimentos, No Oceano Atlântico Sul, por exemplo, Fe e Ti indicam sedimentos siliclásticos transportados preferencialmente via fluvial ou eólica (GOVIN *et al.*, 2012). A fim de dar maior robustez às interpretações, razões entre elementos de fontes diferentes são aplicadas (p.e., Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al, Fe/K, Al/Si). Compreender os processos deposicionais marinhos associados ao aporte terrígeno depende de conhecimento das características e assinaturas geoquímicas das principais fontes e dos meios de transporte destes sedimentos (ARZ, *et al.*, 1998; GOVIN *et al.*, 2012).

O Período do Quaternário, é a subdivisão mais recente da Era Cenozóica, representa os últimos 2,58 Ma (milhões de anos) e é oficialmente dividido em duas Épocas, o Pleistoceno (de 2,58 Ma a 11,7 ka – mil anos) e o Holoceno (de 11,7 ka até os dias de hoje) (GIBBARD, 2015; LISIECKI; RAYMO, 2005). O Quaternário se caracteriza pela alta amplitude e frequência das oscilações climáticas, com a alternância entre períodos frios (glaciais) e quentes (interglaciais) (WANG, 1999; LISIECKI; RAYMO, 2005; GIBBARD, 2015). Lisiecki e Raymo (2005) utilizaram de estágios isotópicos marinhos de diversos pontos espalhados pelo globo, para a identificação dos períodos interglaciais, assim criando uma referência confiável sobre os limites entre períodos interglaciais e glaciais.

Dentro deste contexto, o objetivo principal desse trabalho é interpretar, a partir de um registro sedimentar marinho da região nordeste do SCS, a relação de aportes terrígenos das bacias de drenagem adjacentes, além do EAM e a hidrodinâmica do próprio SCS.

1.1 JUSTIFICATIVA

As condições naturais no SCS favorecem estudos em registros sedimentares sobre o histórico de fenômenos climáticos como EAM, um dos maiores fenômenos climáticos do planeta, que influencia tanto a dinâmica oceano-atmosfera da região asiática quanto no clima global (BOULAY *et al.*, 2005; LIU *et al.*, 2002). Em períodos glaciais e interglaciais do Quaternário a EAM sofreu variações na intensidade de suas vertentes de verão e inverno, afetando o aporte de sedimentos terrígenos para o SCS (LIU *et al.*, 2015). Assim, os sedimentos depositados nesta bacia marginal podem fornecer informações importantes sobre a variabilidade natural do acoplamento continente-oceano-atmosfera. As mudanças ocorridas no EAM no decorrer do Quaternário implicam diretamente em alterações em parâmetros físicos como aporte de água doce e temperatura superficial dos oceanos e biológicos com o transporte de nutrientes (TADA; MURRAY, 2016) do continente, via fluvial no SCS (BOULAY *et al.*, 2005; LIU *et al.*, 2002; TADA; MURRAY, 2016). O EAM influencia diretamente o regime de precipitação do continente asiático, região de alta densidade demográfica, na qual habita metade da população mundial, afetando atividades como agricultura e pecuária (TADA; MURRAY, 2016). Portanto, estudar suas variações no decorrer do Quaternário pode ser a chave para entender a capacidade de variação desse fenômeno climático e como isso pode afetar a sociedade.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho é entender a influência do regime de

Monção do Leste Asiático no aporte de sedimentos terrígenos para o SCS nos períodos glaciais e interglaciais Quaternário superior (últimos 250 ka), através da assinatura geoquímica de um registro sedimentar marinho.

1.2.2 Objetivos específicos:

- i. Analisar as concentrações dos elementos Ca, Fe, K, Ti, Al e Si em sedimentos de um registro sedimentar marinho coletado no SCS;
- ii. Aplicar as razões Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al e Fe/K na reconstituição do aporte de sedimentos terrígenos para o SCS no Quaternário superior;
- iii. Utilizar assinaturas geoquímica das principais bacias de drenagem do SCS, para verificação do aporte de terrígeno com relação à deposição na região nordeste do SCS;
- iv. Relacionar a variação temporal do aporte terrígeno para o SCS com a Monção do Leste Asiático e mudanças no nível do mar em períodos glaciais e interglaciais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O Período Quaternário, iniciado há aproximadamente 2,6 Ma, é definido pelo resfriamento da temperatura da superfície da Terra, Período marcado com extremas oscilações climáticas de fases glaciais e interglaciais (PILLIANS *et al.*, 2012). Consequentes de fatores de grande magnitude para mudanças de temperatura no planeta, como a variação nos parâmetros orbitais da Terra e de radiação solar, conhecido por ciclos de Milankovitch (obliquidade, a precessão e excentricidade) e eventos dentro do sistema planetário relacionados com a atividade tectônica e vulcânica (CAMPISANO, 2012; LOWE; WALKER, 2015).

Os mesmos autores indicam relações entre as mudanças no Quaternário e taxas de intemperismo e erosão dos continentes, desenvolvimento dos organismos do planeta, sobretudo nas flutuações no nível relativo do mar, transformando significativamente o sistema interno do planeta. Por essas mudanças apresentarem tanta influência nas condições atuais (bióticas e abióticas) do planeta, pesquisadores desenvolveram metodologias para registrar e catalogar as transformações e as consequências das mesmas.

Entre elas, a análise da composição isotópica do oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$) foi utilizada ao redor do mundo servindo de *proxy* de períodos interglaciais e glaciais, uma vez que esses eventos controlam a quantidade de água (H_2O) em estado sólido (gelo) e líquido no planeta. Na natureza, o isótopo de oxigênio se apresenta nas formas 16 e 18. O oxigênio 16 é o mais abundante na atmosfera (~99,8%) e, por ser um isótopo mais leve, interage mais facilmente com outras moléculas, podendo realizar a mudança de estado físico mais rápido em comparação ao oxigênio 18, menos abundante (~0,02%) (KROOPNICK; CRAIG, 1972; SHACKLETON, 1987).

Com isso, foi gerado um banco de dados global e substancial, no qual as pesquisadoras Lisiecki e Raymo (2005) uniram e correlacionaram os dados de pesquisas e estipularam limites de períodos interglaciais e glaciais globalmente. Pesquisas na área $\delta^{18}\text{O}$ foram também feitas em espeleotemas de cavernas chinesas, para interpretar a relação entre a Monção Asiática, maior sistema de monções do mundo moderno, e mudanças na radiação solar pelos ciclos de Millankovitch, conseqüentemente períodos glaciais e interglaciais por Cheng *et al.* (2016).

O oceano por ser um ambiente conectado diretamente aos eventos climáticos e seu fundo local deposição de sedimentos oriundos de diferentes aportes, é considerado uma das chaves para a compreensão das transformações que ocorreram no planeta. Uma das metodologias conhecidas por fornecer dados sobre a variação temporal de aporte de sedimentos é a composição elementar dos sedimentos (GOVIN *et al.*, 2012). Sendo possível a caracterização de aporte sedimentar em uma região de longos períodos (milhares de anos), uma segunda etapa da composição elementar é a utilização de razões elementares. As razões elementares fornecem informações mais robustas, já que retiram de suas interpretações a interdependência e influenciadas dos efeitos da diluição, que as concentrações dos elementos isolados apresentam (GOVIN *et al.*, 2012).

Após serem obtidos dados das concentrações dos elementos, são feitas as razões elementares para estimar o aporte sedimentar terrígeno, sendo conhecida a aplicação entre elementos primariamente terrígenos, como ferro e titânio, em relação ao contribuinte marinho, como cálcio, gerando razões tais quais Fe/Ca e Ti/Ca (GOVIN *et al.*, 2012). Outras razões comumente utilizadas em conjunto são as razões Ti/Al e Fe/K. Utilizando a razão Ti/Al assume-se que o titânio representa aporte terrígeno de transporte aquoso e o alumínio usualmente representa

transporte eólico. Ambas as razões são utilizadas como *proxy* para intemperismo onde, valores altos demonstram ambientes com altas taxas de intemperismo, e menores valores indicando baixa eutrofização (GOVIN *et al.*, 2012; LI *et al.*, 2003). Para a utilização das razões é essencial o conhecimento prévio de aportes naturais dos elementos da área estudada. Em alguns casos pode-se ter aporte natural de um elemento que utiliza outro meio de transporte, ou mesmo que, em outros locais, é considerado de outra fonte (GOVIN *et al.*, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

O SCS, o maior mar marginal que separa a Ásia do Pacífico, situa-se tectonicamente na junção das placas Eurasiática, Pacífico e Indo-Australiana, e é limitada geograficamente pelo sul da China e Taiwan ao norte, a Península Indochina a oeste, e a Península Mala, Sumatra e Bornéu ao sul, e Luzon e Palawan a leste (LIU;STATTEGGER, 2014).

De acordo com Liu *et al.* (2016) o SCS tem como maior fonte de sedimento terrígeno o sistema de drenagem fluvial de Borneo e Sumatra, respectivamente com os valores de 498×10^6 t/ano e 459×10^6 t/ano. Coconsiderando a posição geográfica o aporte fluvial de sedimentos do Hole U1432C (FIGURA 1A) os sistemas de drenagem de Luzon ($\sim 13 \times 10^6$ t/ano), Taiwan (176×10^6 t/ano) e do Pearl River (102×10^6 t/ano) seriam os mais importantes para a área de estudo. O regime de ventos associado ao EAM e a intrusão da corrente de Kuroshio controlam as correntes superficiais; enquanto a circulação profunda é controlada por sua única conexão profunda com o oceano aberto, o Estreito de Bashi (FIGURA 1B)(JILAN, 2004; LIU *et al.*, 2016).

O EAM influencia majoritariamente no aporte de água doce e de sedimentos para SCS, ditando o regime de chuvas e automaticamente o aporte terrígeno. Os regimes de chuvas da monção são controlados, a partir das diferenças entre as temperaturas do continente e oceano, e se relaciona com a temperatura superficial dos oceanos, evaporação da água e transporte de vapor para o continente (KUTZBACH *et al.*, 2008).

O comportamento referente à interação entre o EAM e períodos glaciais e interglaciais é comumente caracterizado pela diminuição da intensidade das EAMs e intensificação das EAMw durante glaciações (WANG *et al.*, 2005). Por outro lado, durante períodos interglaciais, a EAMs é mais fortalecida pelo aumento da intensidade dos ventos sudoeste e o aumento da taxa de precipitação, enquanto a EAMw é enfraquecida. Essas interações são descritas por diversos autores HUANG *et al.* (1997), WANG *et al.* (1999); DING *et al.* (2006), SELVARAJ *et al.* (2007) e KUTZBACH, LIU; CHEN, 2008; WANG *et al.* (2008). Ainda de acordo com os autores, de maneira geral, durante períodos glaciais a intensidade da EAMs é mais fraca e da EAMw mais forte; já durante os períodos interglaciais, estes são caracterizados pelo fortalecimento da EAMs combinado com o aumento da intensidade dos ventos sudoeste e de precipitação sobre o continente.

As taxas de precipitação modernas para o Sul da China e a Península Indochina chegam a 1700-2000 mm e para Luzon 1900-2100 mm, para a Península Malaia, Sumatra e Bornéu no sul a precipitação anual é de 2500-3000 mm, com cerca de 85-90% da precipitação anual chegando durante a temporada de monção de verão entre maio e setembro (LIU *et al.*, 2007). No entanto, a taxa de precipitação ao longo do ano pode se dizer que é constante, com um aumento de ~ 20% durante a estação úmida (de novembro a fevereiro), quando a monção de verão afeta a região (LIU *et al.*, 2012). Na região Norte região deste estudo o aporte chega a concentração de 260 t/ano (LIU *et al.*, 2010).

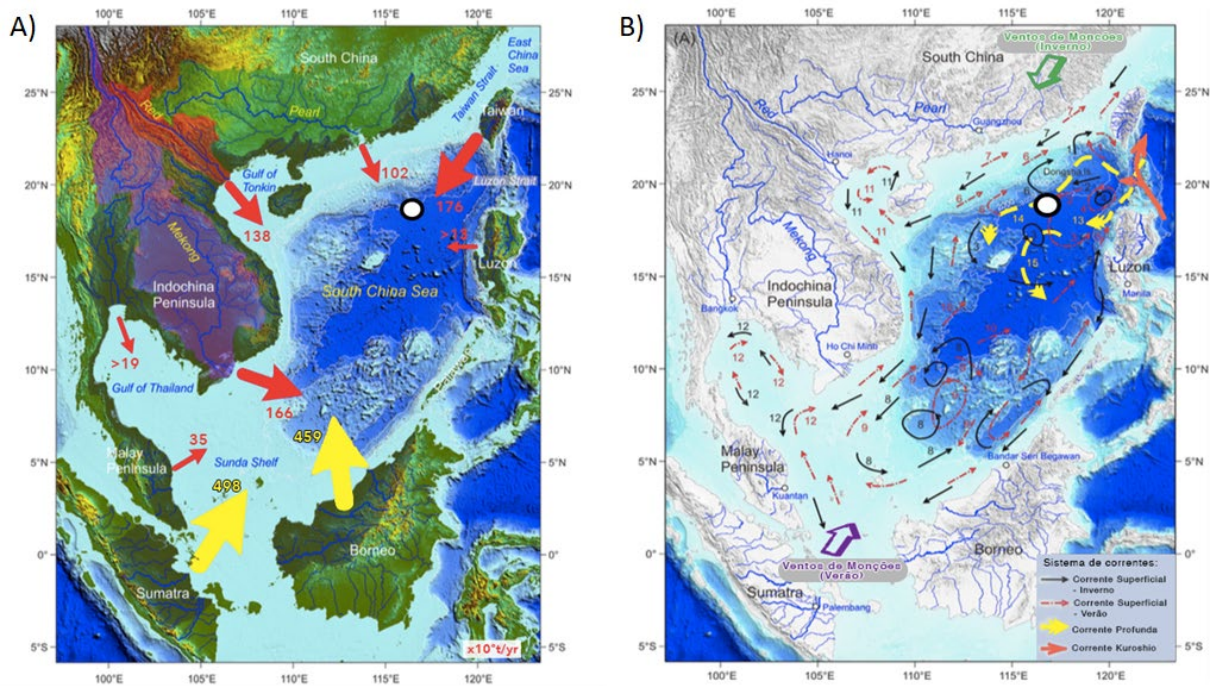


FIGURA 1 - A) Diagrama esquemático da descarga anual de sedimentos (tonelada/ano) resultante dos sistemas de drenagem fluvial no Mar Sul da China. Flechas vermelhas representam descarga fluvial observada e flechas amarelas descarga fluvial modelada; B) Diagrama esquemático da direção dos ventos do Sistema de Monção de inverno (seta verde) e verão (seta roxa), principais correntes superficiais resultantes das monções de inverno (setas pretas) e verão (setas vermelhas), correntes profundas (setas amarelas) e corrente de Kuroshio (seta laranja). O círculo (borda preta, interior branco) representa localização do Hole U1432C. FONTE: Adaptado de LIU et al. (2016)

3.2. COLETA DO MATERIAL

O Hole U1432C (18°21.0831 N, 116°23.4504 E, 3.829 m de profundidade) foi coletado a bordo do RV. *Joides Resolution* durante a Expedição 349 – *South China Sea Tectonics* do *International Ocean Discovery Program* (IODP) (FIGURA 2). Neste trabalho foram analisadas 65 amostras de sedimentos coletadas ao longo dos primeiros 25 m do Hole U1432C.

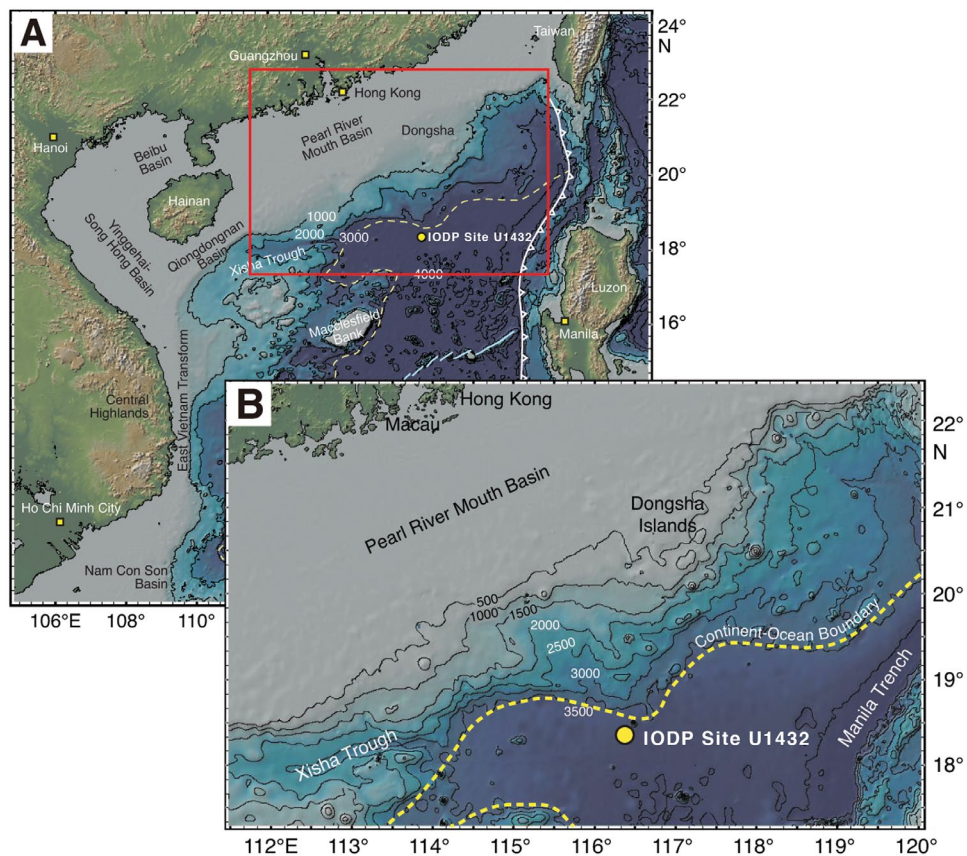


FIGURA 2 - (A) Mapa batimétrico da região do SCS. O círculo amarelo representa ponto de coleta do *Hole* U1432C, Expedição 349 do *Ocean Drilling Program*; a linha tracejada amarela representa o limite entre a crosta continental e crosta oceânica; a linha azul, o remanescente do Centro de espalhamento do Mar da China Meridional; e a linha branca com triângulos, o compartimento fisiográfico de Manila. (B) Maior detalhamento da batimetria em torno do ponto de coleta *Site* U1432C. FONTE: Adaptado de LIU *et al.* (2016).

3.3. CRONOLOGIA

A cronologia do testemunho foi determinada com base na taxa de sedimentação linear obtida a partir dos dados de bioestratigráficos gerados a bordo do cruzeiro, disponíveis em Li *et al.* (2015). A relação idade-profundidade de cada amostra foi estimada com base na taxa de sedimentação e a identificação de períodos glaciais e interglaciais, foram feitas com base nos limites dos estágios isotópicos marinhos (MIS) estabelecidos por Lisiecki e Raymo (2005).

3.4. RADIAÇÃO GAMMA NATURAL E SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA

Dados de radiação gamma natural (*Natural Gamma Ray* – NGR) e susceptibilidade magnética foram coletados a partir do uso *Whole-Round Multisensor Logger* (WRML) acoplado a um sensor Bartington MS2C com diâmetro de 9 cm para a susceptibilidade magnética e um medidor *Natural Gamma Radiation Logger*, (NGRL) para o NGR.

O sensor *Bartington MS2C* é um sensor com circuito oscilador, que funciona a uma frequência de 0,565 kHz e um campo alternativo de ~ 140 A/m, produz um campo magnético alternativo de baixa intensidade e não-saturado. As seções do testemunho de sedimentos que passam pela influência deste campo causam uma alteração na frequência do oscilador. As informações de frequência retornadas em forma de pulso ao susceptômetro são convertidas em susceptibilidade magnética ($\times 10^{-5}$ SI).

O NGRL produz um feixe por uma fonte de raios gama de ^{137}Cs a um nível de radiação de 370 MBq dentro de uma blindagem de chumbo com um colimador de 5 mm, que é direcionado através do testemunho fechado. O detector de raios gama no lado oposto do testemunho de sedimentos da fonte inclui um cintilador e um tubo fotomultiplicador integral para registrar a radiação gama que passa pelo testemunho de sedimentos. A atenuação dos raios gama ocorre principalmente pela dispersão de *Compton*, na qual na formação dos raios gama é espalhado, demonstrando o grau de dispersão pela relação com a densidade aparente do material.

3.5. RAZÕES ELEMENTARES EM SEDIMENTOS MARINHOS

A quantificação dos elementos maiores foi realizada através da aplicação da técnica de espectrometria de emissão ótica com plasma induzido (ICP-OES) com um equipamento ICP-OES modelo 710-ES, da Varian, no Laboratório de Química Inorgânica Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, em colaboração com o Prof. Dr. Rubens C.L. Figueira.

As amostras foram submetidas ao procedimento de digestão total de sedimentos seguindo o protocolo SW-846 3052 (USEPA, 1996) (FIGURA 3). Para isso, aproximadamente 7g de sedimento foram pesados e colocados em unidades digestoras de Teflon®. Em seguida, foram adicionados 10 ml de ácido nítrico concentrado (HNO₃), 4 ml de ácido fluorídrico (HF) e 3 ml de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), após a adição de cada reagente as amostras foram submetidas a um sistema fechado de micro-ondas para aceleração da digestão das amostras. Em amostras na quais ainda estavam presentes resíduos sólidos mais 1 ml de HF foi adicionado. A digestão total dos sedimentos tem a função da dissolução de resíduos como matéria orgânica (reação com H₂O₂), silicatos (reação com HF) e metais (H₂NO₃).

Após o processo de digestão, as amostras foram transferidas para béqueres de Teflon® e reduzidas a partir da evaporação realizada em uma chapa aquecedora com temperatura aproximada de 150 °C até atingirem volume aproximado de ~0,05 ml. Posteriormente as amostras foram diluídas com 10 ml de HNO₃ 5% e novamente evaporadas. Após a segunda evaporação com 10 ml de HNO₃ 5%, o conteúdo final sem resquícios dos reagentes do processo, foi filtrado e transferido para tubos Falcon® de 15 ml. As amostras foram armazenadas em ambiente refrigerado até a análise pelo ICP-OES. A partir dos resultados obtidos, as razões elementares Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al e Al/Si (Govin *et al.*, 2012; Plewa *et al.*, 2012).

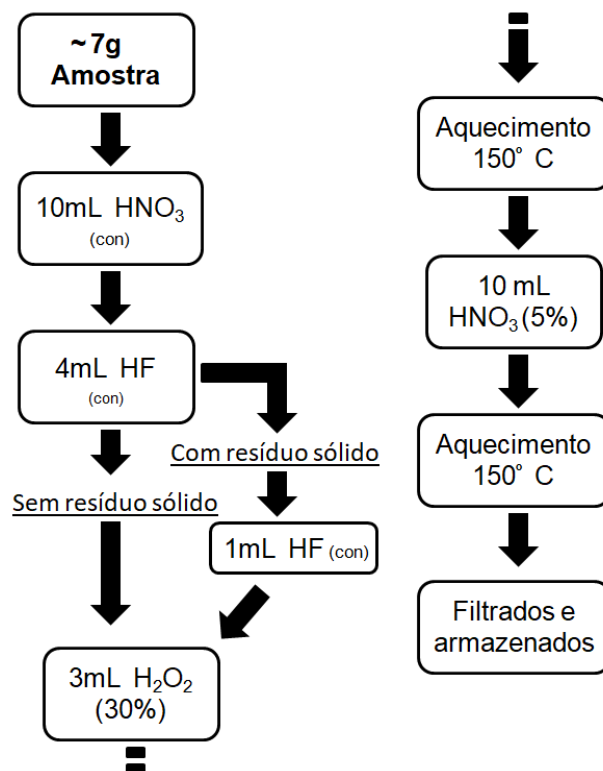


FIGURA 3 - Fluxograma da metodologia de digestão total de sedimento SW-846 3052, descrita por USEPA (1996).

4 RESULTADOS

4.1. CRONOLOGIA

A bioestratigrafia revela que os primeiros 25 m do Hole U1432C encompassa o Quaternário tardio (TABELA 1, FIGURA 4). A preservação dos microfósseis utilizados é considerada de moderada a boa. Porém, em alguns intervalos foi observado o retrabalhamento pesado (LI *et al.*, 2015). Foram caracterizados 3 bioeventos de nanofósseis calcários e foraminíferos planctônicos, que indicam serem da Época do Pleistoceno (tardio e médio) (Tabela 1).

Os bioeventos de nanofósseis calcários são representados pela primeira aparição de *Emiliana huxleyi* nas amostras 4H-CC (3.641 cm) e até 1H-CC (7,9 m), indicando Pleistoceno tardio a Médio (≤ 290 ka). A última aparição de *Pseudoemiliana lacunosa* há 440 ka, representando a amostra 7H-CC (6,21 m). Para foraminíferos planctônicos foi possível identificar três bioeventos com as espécies *Globorotalia tosaensis* (610 ka) e *Globigerinoides ruber* rosa (120 e 400 ka), também localizados na Época Pleistoceno. A taxa de sedimentação estimada foi de aproximadamente 13 cm/ka (FIGURA 4).

TABELA 1 - Amostra, profundidade (cm) e idade (ka) dos eventos de aparecimento de nanofósseis calcários e foraminíferos planctônicos (B = primeira aparição, T = última aparição) para a Época Pleistoceno do testemunho 349-U1432C (Fonte: LI *et al.*, 2015).

Época	Evento nannofóssil calcário	Testemunho, seção	Profundidade do testemunho (cm)	Idade (ka)
Pleistoceno Tardio e Médio	B <i>Emiliana huxleyi</i>	4H-CC	3.641	290
	T <i>Emiliana huxleyi</i>	1H-CC	790	65
Pleistoceno Médio	T <i>Pseudoemiliana lacunosa</i>	7H-CC	6.211	440
	T <i>Gephyrocapsa</i> sp. 3	10H-CC	8.615	610
Época	Evento Foraminífero Planctônico	Testemunho, seção	Profundidade do testemunho (cm)	Idade (ka)
Pleistoceno Tardio	T <i>Globigerinoides ruber rosa</i>	2H-CC	1.410	120
Pleistoceno Médio	B <i>Globigerinoides ruber rosa</i>	5H-CC	4.601	400
	T <i>Globorotalia tosaensis</i>	8H-CC	7.059	610

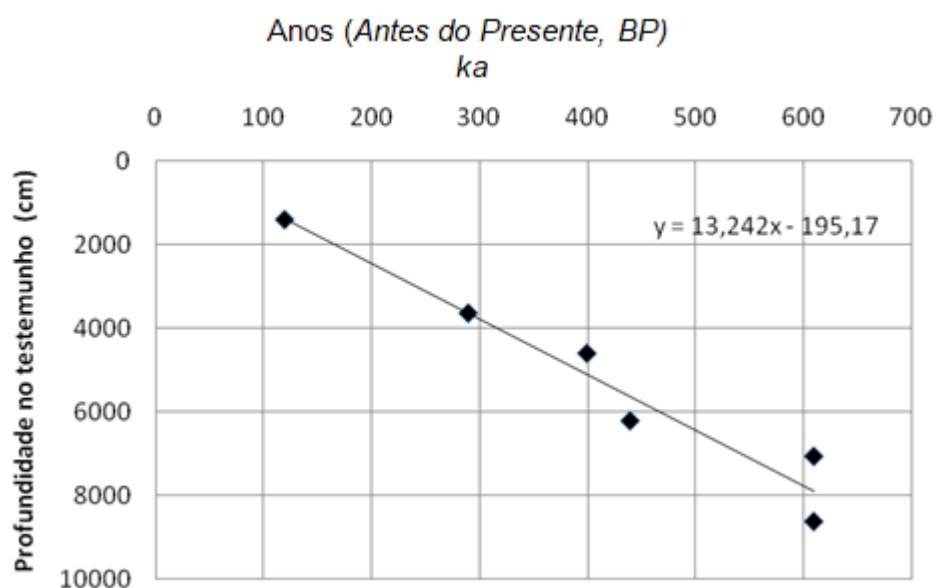


FIGURA 4 - Modelo de idade por profundidade para os primeiros 10 m do Holo U1432C. Indicando taxa de sedimentação de 13,24 cm/ka, referente à Época Pleistoceno.

4.2. RADIAÇÃO GAMMA NATURAL E SUSCEPTIBILIDADE MAGNÉTICA

A propriedade NGR apresentou valores entre 21,01 contagens/s (173 ka, MIS6) e 50,06 contagens/s (188 ka, MIS6) com média de 32,96 contagens/s (FIGURA 5a). Valores >30 contagens/s, considerados argilas, foram observados no MIS1, MIS5 e MIS6 (FIGURA 5a). A susceptibilidade magnética apresentou valor médio de $26,02 \times 10^{-5}$ SI, com valor mínimo de $9,20 \times 10^{-5}$ SI (~65 ka, MIS4) e máximo de $61,60 \times 10^{-5}$ SI (~29 ka, MIS1/MIS2) (FIGURA 5b).

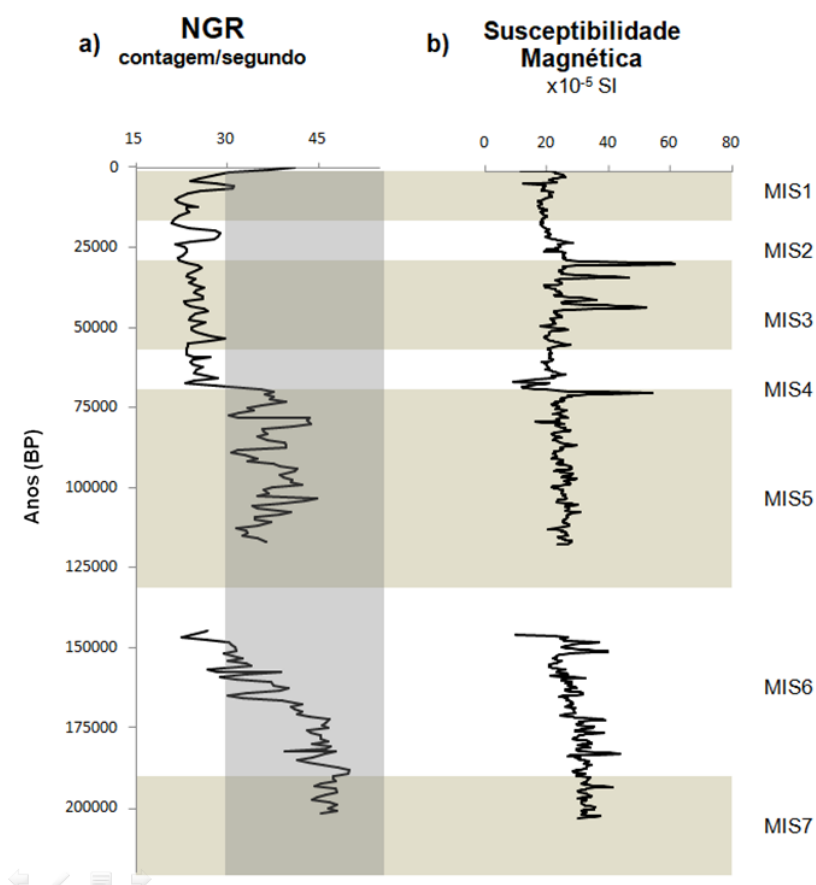


FIGURA 5 - Distribuição ao longo dos últimos 250 ka da (A) Radiação gamma natural (NGR, contagens/s) e (B) Susceptibilidade magnética ($\times 10^{-5}$ SI), obtidos no Hole U1432C. As faixas horizontais cinzas representam estágios istópicos marinhos (MIS) interglaciais, limites dos MIS com base em Lisiecki e Raymo (2005); e a faixa vertical cinza limita os valores >30 contagens/s, representando a fração argila (LI *et al.*, 2015).

4.3. RAZÕES ELEMENTARES EM SEDIMENTOS MARINHOS

As concentrações dos elementos Fe, Ca, Ti, Al e K, são apresentados no ANEXO 1 e estão representadas na FIGURA 6. A concentração do Fe apresentou valor médio de 29.501,63 mg/kg, com mínimo de 19.137,10 mg/kg, em aproximadamente 34 ka, e máximo de 47.175,10 mg/kg, em aproximadamente 88 ka (FIGURA 6). De maneira geral, valores abaixo da média são observados no MIS3 e valores acima da média no MIS6 (FIGURA 6). O Ca apresentou valor médio de 16.348,84 mg/kg, com valor mínimo de 6.371,34 mg/kg em aproximadamente 95 ka e o valor máximo 45.165,8 mg/kg a aproximadamente 9 ka (FIGURA 6). Valores abaixo da média foram observados no MIS 5.

O Ti apresentou valor médio de 2.620,07 mg/kg, com mínimo valor de 1.524,43 mg/kg em aproximadamente 34 Ka e o máximo valor em 153 Ka com 3.467,01 mg/kg (FIGURA 6). As concentrações de Al apresentaram valor médio de 42.467,95 mg/kg, com mínimo de 15.863,10 mg/kg em aproximadamente 171 Ka e o máximo de 60.288,40 mg/kg encontrado em aproximadamente 11 ka (FIGURA 6).

Os valores de concentração do K variaram entre o mínimo de 9.388,36 mg/kg em aproximadamente 191 ka e o máximo de 22.250,40 mg/kg em aproximadamente 153 ka, e valor médio de 16.229,84 mg/kg (FIGURA 6).

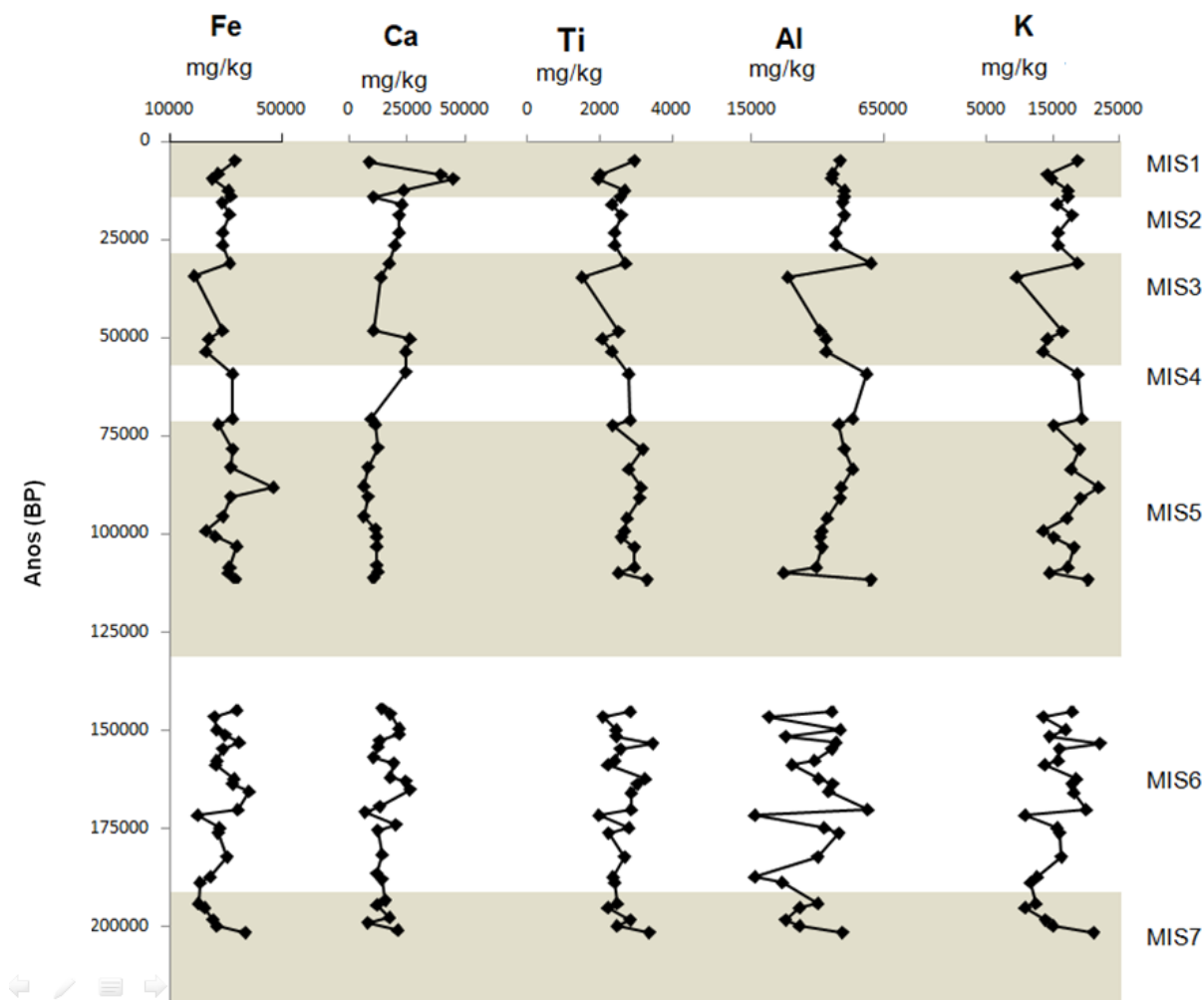


FIGURA 6 - Valores de concentração dos elementos Fe, Ca, Ti, Al e K (mg/kg) obtidos no Holo U1432C nos últimos 250 ka. As faixas horizontais cinzas representam estágios isotópicos marinhos (MIS), de acordo com LISIECKI e RAYMO (2005).

A razão Fe/Ca apresentou valor médio de 2,195, com mínimo de 0,568, em aproximadamente 9 ka, e máximo de 7,199, em aproximadamente 88 ka (FIGURA 7). A razão Ti/Ca apresentou valor médio de 0,195, com mínimo de 0,043, em aproximadamente 9 ka, e máximo de 0,480, em aproximadamente 88 ka (FIGURA 7). Para ambas as razões de maneira geral, valores acima da média são observados no MIS5 (FIGURA 7).

A razão Ti/Al apresentou valor médio de 0,066, com mínimo de 0,042, em aproximadamente 9 ka, e máximo de 0,149, em aproximadamente 187 ka (FIGURA 7). De maneira geral, valores acima da média são observados no MIS6 (FIGURA 7).

A razão Fe/K apresentou valor médio de 1,826, com mínimo de 1,575, em aproximadamente 153 ka, e máximo de 2,150, em aproximadamente 165 ka, ambos o mínimo e máximo foram encontrados no MIS6 (FIGURA 7). De maneira geral, valores acima da média são observados no MIS6 (FIGURA 7). A razão Fe/K apresentou valor médio de 1,826, valor mínimo de 1,575 em aproximadamente 153 ka e máximo 2,150 encontrado há ~165 ka (FIGURA 7).

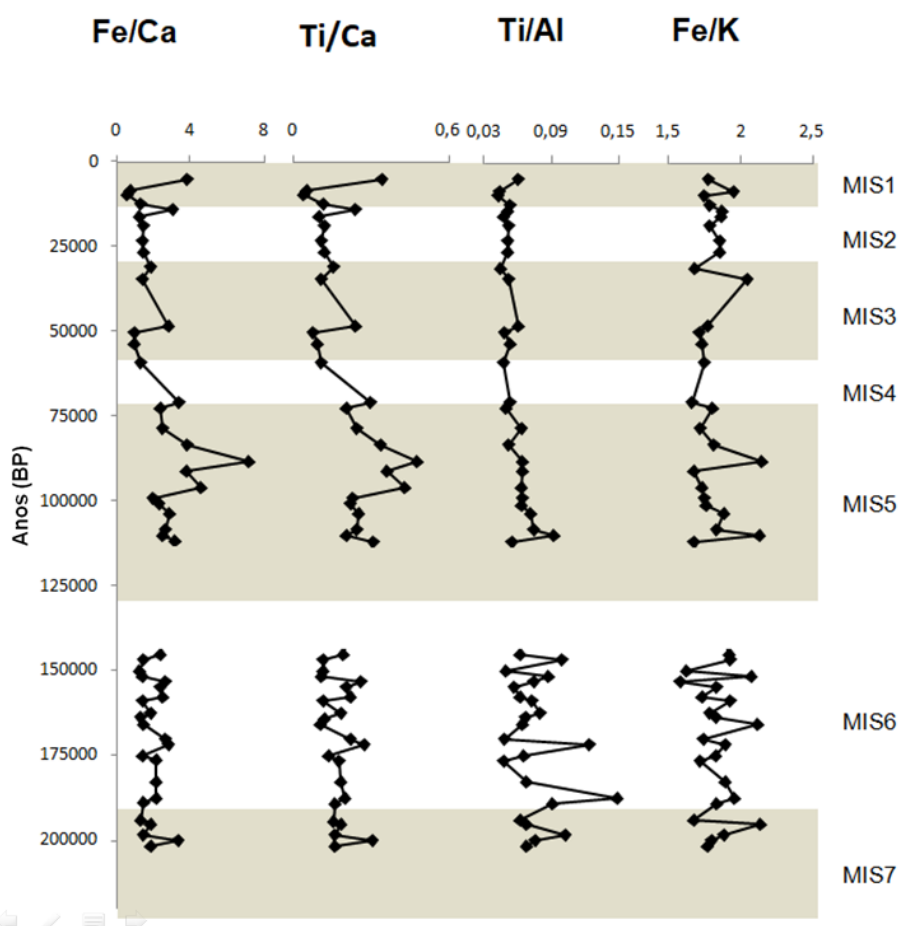


FIGURA 7 - Valores razões elementares foi encontrado os valores para Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al e Fe/K obtidos no Hole U1432C nos últimos 250 ka. As faixas horizontais cinzas representam estágios istópicos marinhos (MIS) (LISIECKI e RAYMO, 2005).

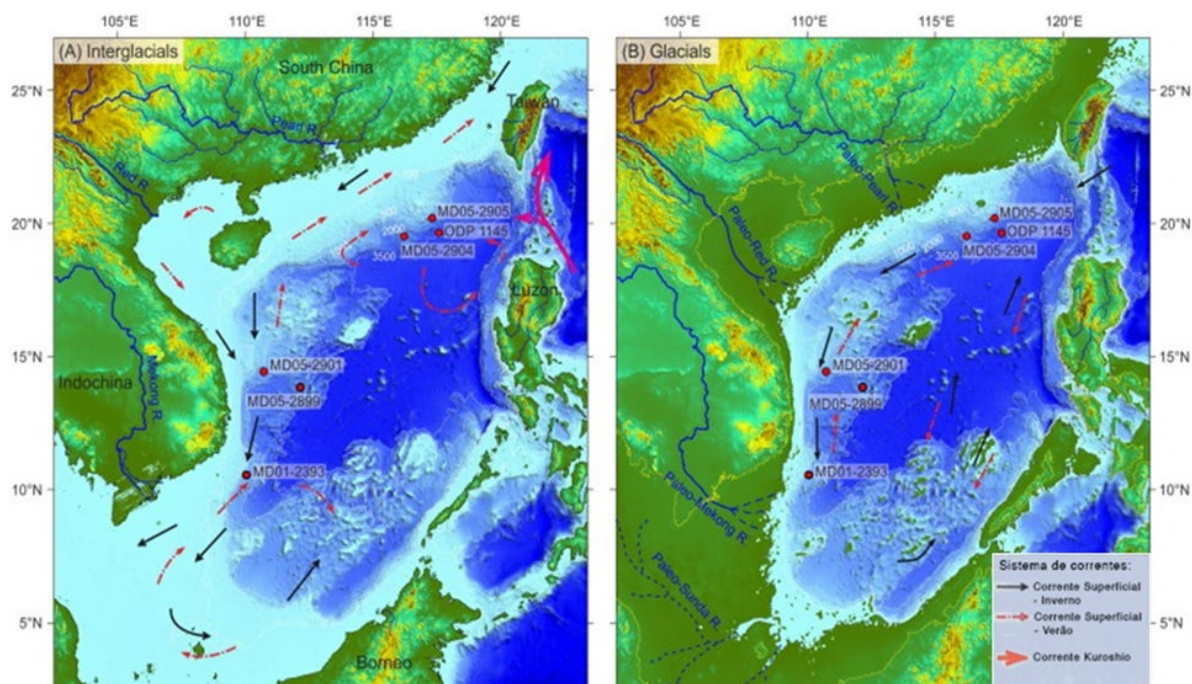
5 DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos neste estudo foi possível melhor compreender a evolução do aporte de sedimentos terrígenos para o SCS nos últimos 250 ka. As assinaturas geoquímicas dos sedimentos depositados no SCS permitiram

reconhecer mudanças na quantidade de sedimentos terrígenos que chegou ao SCS (Fe/Ca e Ti/Ca – terrígenos vs. marinhos), rocha fonte (Fe/K – nível de intemperismo) e meios de transporte preferenciais (Ti/Al – eólico vs. pluvial) dos sedimentos.

Nos períodos interglaciais MIS5 e MIS7, valores mais altos nas razões Fe/Ca, Ti/Ca, susceptibilidade magnética e NGR (FIGURA 9), sugerem que nestes períodos houve maior aporte de sedimentos considerado siltes e argilas (NGR, >30contagens/s) de origem terrígena para a região nordeste do SCS. Nestes períodos, Wang *et al.* (2008) reportam intensificação do EAMs, com aumento de precipitação sobre o continente e, conseqüentemente, aumento no aporte de sedimentos terrígenos para o SCS a partir das bacias de drenagem adjacentes. De maneira geral, os valores mais altos das razões Fe/Ca e Ti/Ca, ou seja, maior aporte de sedimentos terrígenos para o SCS, ocorrem em períodos de EAMs intensificado ($\delta^{18}\text{O}$ - razão isotópica de oxigênio) (FIGURA 9).

No entanto, a distribuição dos sedimentos depositados no fundo do SCS depende diretamente da hidrodinâmica das correntes superficiais e da corrente profunda do SCS (LIU *et al.*, 2016). Segundo esses autores, em períodos interglaciais as correntes superficiais do SCS são mais fortes e fluem paralelamente à costa chinesa (de oeste para leste) associadas ao padrão de ventos do EAMs, enquanto as correntes profundas se intensificam com a transgressão do nível médio do mar (MSL – *Mean Sea Level*), resultado da entrada da corrente de Kuroshio, pelo estreito de Luzon, no SCS (FIGURA 8A). Já em períodos glaciais, a regressão do MSL, enfraquece as correntes profundas e as correntes superficiais são mais afetadas pelos ventos nordeste do EAMw, e fluem de leste a oeste no SCS (FIGURA 8B).



X

FIGURA 8 – A) Configuração geográfica e diagrama esquemático das principais correntes no SCS, referentes aos períodos interglaciais; B) Configuração geográfica e diagrama esquemático das principais correntes no SCS, referentes aos períodos glaciais. Flexas pretas representam correntes superficiais resultantes das monções de inverno; Flexas vermelhas representam correntes superficiais resultantes das monções de verão; Flexa rosa contínua representa a corrente de Kuroshio. FONTE: Adaptado de LIU *et al.* (2016).

Nos últimos 250 ka os sedimentos do assoalho oceânico da sub-bacia Nordeste do SCS foram compostos predominantemente por siltes e argilas ($NGR > 30$ contagens/s) (FIGURA 9). A semelhança entre as mudanças nas razões Fe/Ca e Ti/Ca e a curva de MSL (SPRATT; LISIECKI, 2016) indicam que ao longo dos últimos 200 ka a deposição de sedimentos terrígenos para a sub-bacia Nordeste do SCS foi influenciada por mudanças nas intensidades do EAM e flutuações do MSL (FIGURA 9). A tendência de redução nos valores mostrada nas razões Fe/Ca e Ti/Ca entre o MIS7 e o MIS6 e entre o MIS5 e o MIS2 acompanham a tendência de descida do MSL (FIGURA 9). Isto indica que o enfraquecimento no transporte das correntes do SCS com a regressão do MSL reflete diretamente na distribuição e deposição de sedimentos oriundos das bacias de drenagem para a região nordeste.

No período de MIS5 período no qual o não houve grandes variações no MSL, é possível observar um comportamento similar entre os valores das razões Fe/Ca e Ti/Ca com o comportamento de fortalecimento e enfraquecimento do EAMs, identificado pelos isótopos de oxigênio (WANG *et al.*, 2008) (FIGURA 9).

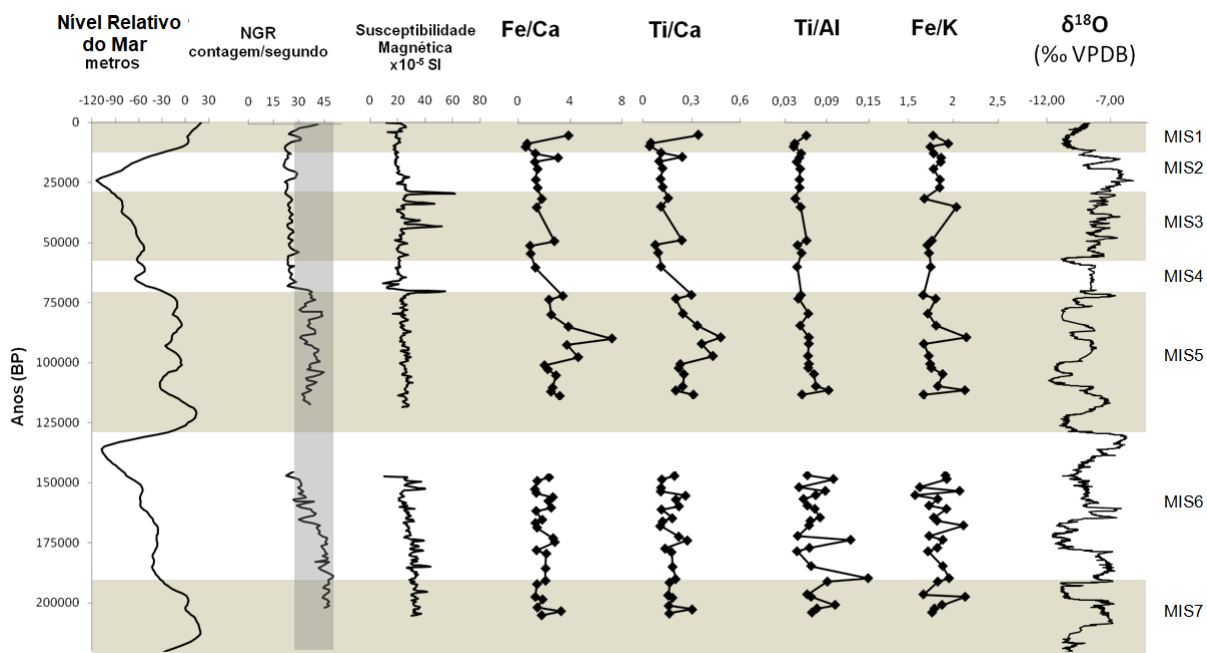


FIGURA 9 - Variações nos últimos 250 ka do Nível Médio do Mar global (MSL - m) (SPRATT; LISIECKI, 2016), NGR, Susceptibilidade Magnética, das razões elementares Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al E Fe/K obtidas em sedimentos do Hole U1432C do Mar Sul da China e da composição isotópica de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$ – ‰, VPDB) em espeleotemas de cavernas Hulu, Dongge e Sanbao, localizadas no sudeste da China (WANG *et al.*, 2008). Faixas horizontais cinzas representam estágios istópicos marinhos (MIS) (LISIECKI ; RAYMO, 2005).

A razão de Fe/K é amplamente utilizada como *proxy* do grau de intemperismo, podendo ser utilizada em conjunto de dados de aporte natural de sedimento para indicação da relação fonte com ambiente deposicional (GOVIN *et al.*, 2012). No SCS, no entanto, a razão Fe/K dos sedimentos marinhos é influenciada pela composição das rochas fonte, principalmente por Taiwan (baixos valores para a razão Fe/K) e Luzon (altos valores para a razão Fe/K) (TABELA 2), tornando-a um *proxy* do aporte de sedimentos oriundos de Luzon para o SCS. O contraste entre os valores pode ser explicado porque na região de Luzon as rochas

continentais são empobrecidas em K, enquanto as bacias de drenagem de Taiwan apresentam mais K na constituição de suas rochas (LIU *et al.*, 2016). Os valores da razão Fe/K não apresentaram relação direta com mudanças no MSL, devido ao aporte de Luzon para a região nordeste não ser tão dependente das correntes por sua localização geográfica. Os dados apresentam maior relação com o aumento da intensidade do EAMs, o que causaria maior precipitação e maior produção de sedimentos de Luzon para a região nordeste.

Os dados obtidos a partir do estudo de Liu *et al.* (2003) apontam o rio Pearl como o maior contribuinte natural da razão Ti/Al para o SCS (TABELA 2), com influência direta para a região nordeste. Em seguida, a região que mais contribuiu com o aporte de sedimentos para o SCS foi Mekong (TABELA 2). A influência de Mekong para a região nordeste do SCS no MIS6, período glacial onde se apresenta os maiores valores, pode ser explicada através das correntes superficiais criadas pelo EAMs que se tornaram mais fortes neste período. De acordo com Wang e colaboradores (2008) há períodos dentro do MIS6 de fortalecimento da EAMs. Relacionando esta informação com a regressão do MSL, sustenta a idéia de que a soma de correntes superficiais mais fortes em conjunto com a regressão do MSL, reduziriam a distância entre a desembocadura de Mekong até a região nordeste que se somariam ao aporte do rio Pearl e seria representado por maiores valores da razão Ti/Al.

Entre as forçantes analisadas neste trabalho, o MSL apresentou maior influência para a variação temporal na deposição de sedimentos terrígenos na região nordeste do SCS e coloca as variações de intensidades do EAM como fator secundário. Liu e colaboradores (2016) já indicaram que a descarga fluvial das bacias adjacentes em conjunto dos transportes dos mesmos pelas correntes do SCS apresenta maior relevância para a variação do aporte de sedimentos terrígenos para algumas regiões. A situação apresentada por este trabalho confirma a idéia apresentada pelos autores que com o aumento do nível relativo do mar, a ativação da corrente profunda do SCS e o aumento da força das correntes superficiais nos períodos interglaciais têm mais influência na quantidade e distribuição de sedimentos terrígenos finos, por melhorar a capacidade de transporte das correntes tanto superficiais e profundas dentro do SCS. Para as razões (Ti/Al e Fe/K) que estão representando aporte de regiões específicas para a região nordeste do SCS, as variações na intensidade do EAM apresentou maior relevância, por estes aportes

serem menos dependentes da hidrodinâmica do SCS para a sub-bacia nordeste do SCS.

TABELA 2 - Valores médios das razões elementares Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al e Fe/K, em sedimentos na fração bulk (<63 μ m) registrados das principais bacias de drenagem do SCS. (FONTE: LIU *et al.*, 2016)

	Fe/Ca	Ti/Ca	Ti/Al	Fe/K
Rio Pearl	14,76	1,66	0,062	2,60
Rio Red	45,93	3,17	0,042	3,39
Rios de Mekong	45,12	3,98	0,050	2,42
Rios de Taiwan	41,36	3,69	0,049	1,85
Rios da Tailândia	49,50	5,44	0,049	2,83
Rios da Malasia	49,64	5,26	0,035	2,50
Rios de Sumatra	44,28	6,12	0,046	4,22
Rios de Bornéu	44,75	4,471	0,038	2,21
Rios de Luzon	7,33	0,50	0,045	11,80

6 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados com base nas assinaturas geoquímicas do registro sedimentar marinho (Hole U1432C) nos últimos 250 mil anos no SCS foram suficientes para reconstituição das variações temporais no aporte terrígeno para a região nordeste do SCS. Sugerindo a hidrodinâmica do SCS como principal variável para a distribuição e deposição de sedimentos terrígenos para a região nordeste nos últimos 250 mil anos, consequência direta do MSL e mudanças nos regimes de ventos e pluviosidade do EAM. A relação entre as razões elementares (Fe/Ca e Ti/Ca) e as assinaturas geoquímicas das bacias de drenagem do SCS, sustentou o uso descrito pela literatura, das razões para reconstituição de intensidades de aporte de sedimentos terrígenos para o SCS. As razões Ti/Al e Fe/K não apresentaram boa representatividade para suas funções comumente usadas na literatura de identificar a relação entre aportes (eólico contra fluvial) ou taxas de intemperismo. Porém, após a caracterização geoquímica das principais bacias de drenagem as razões podem ser aplicadas para reconstituição da contribuição de sedimentos oriundos de Luzon (Fe/K), Mekong (Ti/Al) e Pearl (Ti/Al) as razões Ti/Al.

7 REFERÊNCIAS

ARZ, H. W.; PÄTZOLD, J.; WEFER, G. Correlated Millennial-Scale Changes in Surface Hydrography and Terrigenous Sediment Yield Inferred from Last-Glacial Marine Deposits off Northeastern Brazil. **Quaternary Research**, v. 50, n. 2, p. 157–166, 1998. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0033589400025382/type/journal_article>.

BOULAY, S.; COLIN, C.; TRENTESAUX, A.; FRANK, N.; LIU, Z. Sediment sources and East Asian monsoon intensity over the last 450 ky. Mineralogical and geochemical investigations on South China Sea sediments. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 228, n. 3–4, p. 260–277, 2005. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S003101820500324X>>.

CAMPISANO, C. J. Milankovitch Cycles, Paleoclimatic Change, and Hominin Evolution. **Nature Education Knowledge**, v. 3, n. 7, p. 5, 2012.

CHAN, C. K.; YAO, X. Air pollution in mega cities in China. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 1, p. 1–42, 2008. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231007007911>>.

CHAN, C. K.; YAO, X. Air pollution in mega cities in China. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 1, p. 1–42, 2008. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231007007911>>.

CHENG, H.; EDWARDS, R. L.; SINHA, A.; et al. The Asian monsoon over the past 640,000 years and ice age terminations. **Nature**, v. 534, n. 7609, p. 640–646, 2016. Nature Publishing Group. Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/10.1038/nature18591>>.

DING, Y.; LI, C.; HE, J.; et al. South China Sea Monsoon Experiment (SCSMEX) and the East Asian monsoon. **Acta Meteorologica Sinica**, v. 20, n. 2, p. 159–190, 2006. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33748414331&partnerID=40&md5=4920138b454777f147090221c30521c0>>.

GIBBARD, P. L. The Quaternary System/Period and its major subdivisions. **Russian Geology and Geophysics**, v. 56, n. 4, p. 686–688, 2015. Elsevier B.V. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rgg.2015.03.015>>. .

GOVIN, A.; HOLZWARTH, U.; HESLOP, D.; et al. Distribution of major elements in Atlantic surface sediments (36°N-49°S): Imprint of terrigenous input and continental weathering. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, v. 13, n. 1, p. n/a-n/a, 2012. Disponible em: <<http://doi.wiley.com/10.1029/2011GC003785>>.

GRADSTEIN, F. M.; OGG, J. G. The Chronostratigraphic Scale. **The Geologic Time Scale**. V. 1–2, p.31–42, 2012. Elsevier. Disponible em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00002-0>>.

HUANG, C.-Y.; WU, S.-F.; ZHAO, M.; et al. Surface ocean and monsoon climate variability in the South China Sea since the last glaciation. **Marine Micropaleontology**, v. 32, n. 1–2, p. 71–94, 1997. Disponible em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377839897000145>>. .

JANSEN, E. ; OVERPECK, J. ; BRIFFA, K. R. ; DUPLESSY, J. C. & JOOS, F. (2007). MASSON-DELMOTTE, V. 2007. "Palaeoclimate". In SOLOMON, S. et al. (Ed.). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, 2007. P. 437-497

JIAN, Z.; WANG, P.; CHEN, M. P.; et al. Foraminiferal responses to major Pleistocene paleoceanographic changes in the southern South China Sea. **Paleoceanography**, v. 15, n. 2, p. 229–243, 2000.

JILAN, S. Overview of the South China Sea circulation and its influence on the coastal physical oceanography outside the Pearl River Estuary. **Continental Shelf Research**, v. 24, n. 16, p. 1745–1760, 2004. Disponible em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278434304001207>>. .

KROOPNICK, P.; CRAIG, H. Atmospheric Oxygen: Isotopic Composition and Solubility Fractionation. **Science**, v. 175, n. 4017, p. 54–55, 1972. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.175.4017.54>>. .

KUTZBACH, J. E.; LIU, X.; LIU, Z.; CHEN, G. Simulation of the evolutionary response of global summer monsoons to orbital forcing over the past 280,000 years. **Climate Dynamics**, v. 30, n. 6, p. 567–579, 2008. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00382-007-0308-z>>. .

LI, C.-F.; LIN, J.; KULHANEK, D. K.; et al. **Methods**. . v. 349, 2015^a. Disponível em: <http://publications.iodp.org/proceedings/349/102/349_102.html>.

LI, C.-F.; LIN, J.; KULHANEK, D. K.; et al. Site U1432. **Proceedings of the International Ocean Discovery Program**, v. 349, n. March, 2015^b. Disponível em: <http://publications.iodp.org/proceedings/349/104/349_104.html>.

LI, X.; WEI, G.; SHAO, L.; et al. Geochemical and Nd isotopic variations in sediments of the South China Sea: a response to Cenozoic tectonism in SE Asia. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 211, n. 3–4, p. 207–220, 2003. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012821X03002292>>. .

LISIECKI, L. E.; RAYMO, M. E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. **Paleoceanography**, v. 20, n. 1, p. n/a-n/a, 2005. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1029/2004PA001071>>. .

LIU, K.-K.; CHAO, S.-Y.; SHAW, P.-T.; et al. Monsoon-forced chlorophyll distribution and primary production in the South China Sea: observations and a numerical study. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 49, n. 8, p. 1387–1412, 2002. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0967063702000353>>. .

LIU, Z.; COLIN, C.; LI, X.; et al. Clay mineral distribution in surface sediments of the northeastern South China Sea and surrounding fluvial drainage basins: Source and transport. **Marine Geology**, v. 277, n. 1–4, p. 48–60, 2010. Elsevier B.V. Disponível

em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2010.08.010>>. .

LIU, Z.; STATTEGGER, K. South China Sea fluvial sediments: An introduction. **Journal of Asian Earth Sciences**, v. 79, p. 507–508, 2014. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jseaes.2013.11.003>>. .

LIU, Z.; TRENTESAUX, A.; CLEMENS, S. C.; et al. Clay mineral assemblages in the northern South China Sea: implications for East Asian monsoon evolution over the past 2 million years. **Marine Geology**, v. 201, n. 1–3, p. 133–146, 2003. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025322703002135>>.

LIU, Z.; WANG, H.; HANTORO, W. S.; et al. Climatic and tectonic controls on chemical weathering in tropical Southeast Asia (Malay Peninsula, Borneo, and Sumatra). **Chemical Geology**, v. 291, p. 1–12, 2012. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemgeo.2011.11.015>>.

LIU, Z.; ZHAO, Y.; COLIN, C.; et al. Source-to-sink transport processes of fluvial sediments in the South China Sea. **Earth-Science Reviews**, v. 153, p. 238–273, 2016. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.08.005>>. .

LOWE, J.; WALKER, M. **Reconstructing Quaternary Environments**. Third ed. Stoodleigh: Florence Production Ltd, 2015.

MILLIMAN, J. D.; FARNSWORTH, K. L.; ALBERTIN, C. S. Flux and fate of fluvial sediments leaving large islands in the East Indies. **Journal of Sea Research**, v. 41, n. 1–2, p. 97–107, 1999. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1385110198000409>>.

PILLANS B, GIBBARD P. The quaternary period. **The geologic time scale**. P. 979-1010, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00030-5>>.

PLEWA, K.; MEGGERS, H.; KUHLMANN, H.; et al. Geochemical distribution patterns as indicators for productivity and terrigenous input off NW Africa. **Deep Sea**

Research Part I: Oceanographic Research Papers, v. 66, p. 51–66, 2012. Elsevier. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2012.04.005>>. .

SELVARAJ, K.; CHEN, C. T. A.; LOU, J. Holocene East Asian monsoon variability: Links to solar and tropical Pacific forcing. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 1, p. L01703, 2007. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1029/2006GL028155>>. .

SHACKLETON, N. J. Oxygen isotopes, ice volume and sea level. **Quaternary Science Reviews**, v. 6, n. 3–4, p. 183–190, 1987. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0277379187900035>>. .

SPRATT, R. M.; LISIECKI, L. E. A Late Pleistocene sea level stack. **Climate of the Past**, v. 12, n. 4, p. 1079–1092, 2016. Disponível em: <<http://www.clim-past.net/12/1079/2016/>>. .

TADA, R.; MURRAY, R. W. Preface for the article collection “Land–Ocean Linkages under the Influence of the Asian Monsoon”. **Progress in Earth and Planetary Science**, v. 3, n. 1, p. 24, 2016. Progress in Earth and Planetary Science. Disponível em: <<http://progearthplanetosci.springeropen.com/articles/10.1186/s40645-016-0100-y>>. .

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. Method 3052. Microwave assisted acid digestion of siliceous and organically based matrices. Revision 0. 1996. Disponível em: <<https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-test-method-3052-microwave-assisted-acid-digestion-siliceous-and-organically-based>>

WANG, L.; SARNTHEIN, M.; ERLLENKEUSER, H.; et al. East Asian monsoon climate during the Late Pleistocene: high-resolution sediment records from the South China Sea. **Marine Geology**, v. 156, n. 1–4, p. 245–284, 1999. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025322798001820>>. .

WANG, P. Response of Western Pacific marginal seas to glacial cycles: paleoceanographic and sedimentological features. **Marine Geology**, v. 156, n. 1–4, p. 5–39, 1999. Disponível em:

<<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0025322798001728>>. .

WANG, P.; LI, Q. Oceanographical and Geological Background. **The South China Sea**. P.25–73, 2009. *Developments in Paleoenvironmental Research*, 13, Springer Science, Dordrecht,. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080286921500214>>. .

WANG, P.; WANG, L.; BIAN, Y.; JIAN, Z. Late Quaternary paleoceanography of the South China Sea: surface circulation and carbonate cycles. **Marine Geology**, v. 127, n. 1–4, p. 145–165, 1995. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/002532279500008M>>. .

WANG, Y.; CHENG, H.; EDWARDS, R. L.; et al. The Holocene Asian Monsoon: Links to Solar Changes and North Atlantic Climate. **Science**, v. 308, n. 5723, p. 854–857, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1106296>>. .

WANG, Y.; CHENG, H.; EDWARDS, R. L.; et al. Millennial- and orbital-scale changes in the East Asian monsoon over the past 224,000 years. **Nature**, v. 451, n. 7182, p. 1090–1093, 2008. Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/10.1038/nature06692>>. .

YIHUI, D.; CHONGYIN, L.; YANJU, L. Overview of the South China sea monsoon experiment. **Advances in Atmospheric Sciences**, v. 21, n. 3, p. 343–360, 2004. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/BF02915563>>. .

ANEXO A – TABELA DADOS BRUTOS E DAS RAZÕES ELEMENTARES

Profundidade (m)	Idade	NGR contagens/segundo	Susceptibilidade Magnética X10-5 SI	[Al] mg/kg	[Ca] mg/kg	[Fe] mg/kg	[K] mg/kg	[Ti] mg/kg	Fe/Ca	Ti/Ca	Ti/Al	Fe/Ca
0,606	5050	41,205	11,6	48594,1	8685,7	33532,5	18868,6	2965,27	3,86066	0,3414	0,06102	1,77716
1,004	8366	36,934	21,6	45613,2	39834,1	27469	14107,1	2024,49	0,68959	0,05082	0,04438	1,94718
1,163	9691	30,321	23	45421,9	45165,8	25661,5	14694,6	1949,24	0,56816	0,04316	0,04291	1,74632
1,491	12425	28,318	22,8	49842,2	23525,3	30943,2	17357,2	2674,96	1,31532	0,11371	0,05367	1,78273
1,7	14166	25,454	23,8	49867,1	10506,4	32121,8	17202,4	2555,17	3,05736	0,2432	0,05124	1,86729
1,908	15900	24,064	25,4	49269,9	22836,4	29066,2	15608,2	2325,8	1,2728	0,10185	0,04721	1,86224
2,256	18800	28,403	25,4	50072,3	21403,8	31767,3	17825,4	2619,04	1,48419	0,12236	0,05231	1,78214
2,783	23191	31,103	25,8	46759	21717,4	29355,8	15836,4	2392,97	1,35172	0,11019	0,05118	1,85369
3,18	26500	31,072	25,4	46922,9	19557,2	29257,5	15815,1	2411,52	1,496	0,12331	0,05139	1,84997
3,726	31050	25,779	26,2	59862,1	17312,6	31433	18718,6	2708,72	1,81561	0,15646	0,04525	1,67924
4,144	34533	23,58	24,6	28819,1	13517,5	19137,1	9388,36	1524,43	1,41573	0,11277	0,0529	2,03839
5,803	48358	22,236	23,2	41093,6	10469,9	29066,1	16479,5	2519,19	2,77616	0,24061	0,0613	1,76377
6,032	50266	21,692	22	42919,2	26724,1	24306	14196,8	2079,34	0,90952	0,07781	0,04845	1,71208
6,419	53491	21,939	21,2	43070,4	24439,9	23146,3	13369,4	2333,83	0,94707	0,09549	0,05419	1,73129
7,105	59208	23,272	20,8	58532,8	24870,7	32897,4	18794,3	2795,91	1,32274	0,11242	0,04777	1,75039
8,5	70833	25,268	22,2	53316,8	9484,84	32478,2	19500,2	2841,34	3,42422	0,29957	0,05329	1,66553
8,68	72333	23,481	22,2	47701,4	11577,2	27432,8	15190,3	2363,06	2,36955	0,20411	0,04954	1,80594
9,42	78500	23,428	23,2	49798,6	12844,8	32601,4	18974,3	3176,42	2,5381	0,24729	0,06379	1,71819
10,01	83416	23,838	16,8	53380,5	8302,39	31994	17668	2790,6	3,85359	0,33612	0,05228	1,81084
10,59	88250	22,138	12,6	48692,7	6553,26	47175,1	21942,6	3144,35	7,19872	0,47981	0,06458	2,14993

Cont. Anexo A -

Profundidade (m)	Idade	NGR contagens/segundo	Susceptibilidade Magnética X10-5 SI	[Al] mg/kg	[Ca] mg/kg	[Fe] mg/kg	[K] mg/kg	[Ti] mg/kg	Fe/Ca	Ti/Ca	Ti/Al	Fe/Ca
10,91	90916	21,617	18	48192,5	8573,07	32062,3	19168,4	3108,67	3,73989	0,36261	0,06451	1,67266
11,51	95916	21,134	19,4	43397	6371,34	29352,6	16982,3	2748,87	4,60697	0,43144	0,06334	1,72842
11,91	99250	21,01	19,6	41570,7	11601,3	23424,8	13429,5	2690,3	2,01915	0,2319	0,06472	1,74428
12,11	100916	22,256	19	40995,8	11770,2	26708,4	15190,9	2613,75	2,26915	0,22207	0,06376	1,75818
12,41	103416	23,882	19,4	41326,8	11730,2	34035,2	18069,3	2972,45	2,9015	0,2534	0,07193	1,88359
13,01	108416	28,119	19	39532,2	11991,1	31658,3	17295,6	2950,64	2,64015	0,24607	0,07464	1,83043
13,21	110083	29,036	19,2	27169,5	12391,8	31127,2	14591,3	2521,16	2,51192	0,20345	0,09279	2,13327
13,42	111833	28,543	19	60288,4	10596,9	33825,8	20257,1	3309,57	3,19205	0,31231	0,0549	1,66982
17,42	145166	27,939	18,4	45347,2	14489,6	34253,2	17880,5	2835,95	2,36399	0,19572	0,06254	1,91567
17,6	146666	24,139	18,4	21113,7	17795,1	25981,1	13464,5	2104,54	1,46001	0,11827	0,09968	1,9296
18,01	150083	21,658	20	48198,8	21498,2	27414,3	16845,3	2437,17	1,27519	0,11337	0,05056	1,62742
18,19	151583	23,096	22	27607,2	21756,4	30172,2	14548	2432,94	1,38682	0,11183	0,08813	2,07398
18,4	153333	23,39	22	46623	13165,7	35057,7	22250,4	3467,01	2,66281	0,26334	0,07436	1,5756
18,59	154916	23,435	20,8	45381,5	12651,9	29331,8	16040,5	2583,35	2,31837	0,20419	0,05693	1,82861
18,92	157666	22,875	20,8	38716,7	10835,5	27397,9	15818,3	2419,5	2,52853	0,22329	0,06249	1,73204
19,08	159000	22,074	20,8	30500,8	19251,1	26489,9	13749,3	2228,57	1,37602	0,11576	0,07307	1,92664
19,51	162583	22,177	21	40369,2	17890,8	32969,7	18472,7	3254,33	1,84283	0,1819	0,08061	1,78478
19,67	163916	23,486	21,2	45720,7	24852,4	32794,3	18009,6	3053,42	1,31956	0,12286	0,06678	1,82093
19,9	165833	25,27	21,6	44128,7	26585,6	38461,5	18171,8	2866,23	1,4467	0,10781	0,06495	2,11655
20,42	170166	25,819	21,8	59231,3	13000,5	34887,5	20130,3	2885,25	2,68355	0,22193	0,04871	1,73308
20,61	171750	25,075	21	15863,1	7181,04	20154,1	10687	1970,3	2,80657	0,27438	0,12421	1,88585
21,01	175083	23,72	19,8	42663,3	20204,7	28359,3	15547,7	2790,75	1,4036	0,13812	0,06541	1,82402

Cont. Anexo A -

Profundidade (m)	Idade	NGR contagens/segundo	Susceptibilidade Magnética X10-5 SI	[Al] mg/kg	[Ca] mg/kg	[Fe] mg/kg	[K] mg/kg	[Ti] mg/kg	Fe/Ca	Ti/Ca	Ti/Al	Fe/Al
21,18	176500	23,459	19	47703,5	12803	27645,3	16080,3	2272,4	2,15928	0,17749	0,04764	1,7192
21,91	182583	24,9	18,8	39717,2	14634,4	30755,2	16304,8	2694,63	2,10157	0,18413	0,06785	1,88627
22,51	187583	23,852	18	15883,6	11720	24575,9	12567	2369,76	2,09692	0,2022	0,1492	1,95559
22,68	189000	24,918	17,4	26529,7	14594,5	21105,2	11537,5	2414,87	1,44611	0,16546	0,09103	1,82927
23,31	194250	26,355	17,2	39949	15805,5	20763,2	12445,4	2483,79	1,31367	0,15715	0,06217	1,66834
23,43	195250	24,978	17,6	32767,4	12148,1	22725,8	10638,3	2222,12	1,87073	0,18292	0,06781	2,13622
23,83	198583	24,617	18,6	27657,5	17596	25923,4	13810	2824,35	1,47326	0,16051	0,10212	1,87715
24,01	200083	26,151	18,6	32793,2	8202,52	26968,8	15040,6	2495,27	3,28787	0,30421	0,07609	1,79307
24,21	201750	26,15	18,4	49376,7	20773,1	37359,3	21160,7	3406,03	1,79845	0,16396	0,06898	1,7655