

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**RECONSTRUÇÃO DOS PALEOVENTOS DO
GONDUANA NO JURO-CRETÁCEO**

RAQUEL GEWEHR DE MELLO

ORIENTADOR – Prof. Dr. Claiton Marlon dos Santos Scherer

Porto Alegre – 2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**RECONSTRUÇÃO DOS PALEOVENTOS DO
GONDUANA NO JURO-CRETÁCEO**

RAQUEL GEWEHR DE MELLO

ORIENTADOR – Prof. Dr. Claiton Marlon dos Santos Scherer

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Manoela Bettarel Bállico – Departamento de Geociências,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Giorgio Basilici – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas

Prof. Dr. Patrick Francisco Führ Dal'Bó – Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Rio de Janeiro

Dissertação de Mestrado apresentada como
requisito parcial para a obtenção do Título
de Mestre em Ciências.

Porto Alegre – 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora: Jane Fraga Tutikian

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Mello, Raquel Gewehr de

Reconstrução dos paleoventos do Gondwana no Jurocretáceo. / Raquel Gewehr de Mello. – Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2017.

[44 f.] il.

Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2017.

Orientador: Claiton Marlon dos Santos Scherer.

1. Padrão monsonal. 2. Padrão zonal. 3. Dunas eólicas. 4. Bacias brasileiras. 5. Mesozoico. II. Título.

CDU 55

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Sônia Teresinha Duarte de Oliveira

CRB 10/2310

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do sul, ao Instituto de Geociências, à PETROBRAS e ao Programa GEOPETRO PRH-12 da ANP, instituições que possibilitaram a realização deste trabalho.

Agradeço por todo apoio e amor dos meus pais, que enxergam o mestrado como uma etapa de oportunidade e desenvolvimento. Agradeço por toda ajuda e compreensão dos colegas de trabalho diante as minhas lesões nesses dois anos. Principalmente meu orientador, Prof. Claiton Scherer, pela paciência, orientação e pela oportunidade de trabalhar com um assunto tão instigante e que me encanta. Junto com assistência acadêmica e de imagens de Ezequiel Galvão de Souza e João Pedro Formolo Ferronato no curso do trabalho e Carlos Feijó e Rodrigo Theobald pelas facilidades burocráticas e tecnológicas, todos sempre disponíveis e com soluções objetivas. Agradeço pelo entusiasmo dos meus amigos e familiares. E agradeço ao Will por todo apreço pela ciência, por todo incentivo e questionamento e por todo carinho.

Agradeço por essa oportunidade engrandecedora e torço para que esse trabalho sirva de apoio para novas pesquisas.

RESUMO

A passagem de um padrão monsoonal para um padrão de circulação atmosférica zonal ocorreu durante o Cretáceo devido à fragmentação do Supercontinente Gondwana. Essa mudança na direção dos paleoventos é registrada no mergulho de estratos cruzados de dunas eólicas acumuladas em várias bacias de Gondwana. Três mapas de reconstrução de paleoventos foram construídos com a integração de dados paleocorrentes compilados de bacias Fanerozoicas brasileiras, Bacia de Neuquén na Argentina e bacias do Congo e Huab na África. O Gondwana foi dominado por ventos do nordeste ao norte e ventos do sudoeste ao sul, deslocando, assim, a Zona de Convergência Intertropical para 15° a 20° sul do equador durante o Jurássico Tardio até o início do Cretáceo. Por sua vez, os ventos apresentaram uma tendência geral para o oeste-noroeste em latitudes baixas e médias no Gondwana no final do Cretáceo Inicial. Esses resultados apontam para a existência de um padrão monsoonal durante o Jurássico Tardio até o início do Cretáceo Inicial e a entrada do padrão zonal no final do Cretáceo Inicial, associado à fragmentação de Gondwana.

Palavras-Chave: Padrão monsoonal, Padrão zonal, Dunas eólicas, Bacias brasileiras, Mesozoico.

ABSTRACT

The passage of a monsoonal pattern to a zonal atmospheric circulation pattern occurred during the Cretaceous due to fragmentation of Gondwana Supercontinent. This change in the paleowind direction is recorded in cross-strata dip directions of eolian dunes accumulated in various basins of Gondwana. Three maps of paleowind reconstruction were built with integration of compiled paleocurrent data from Phanerozoic basins in Brazil, Neuquén Basin in Argentina and Congo Basin and Huab Basin in Africa. Gondwana was dominated by northeast winds to the north and southwest winds to the south, thus shifting the Intertropical Convergence Zone to 15° to 20° south of the equator during Late Jurassic to the beginning of the Cretaceous. In turn, winds had a general tendency towards west-northwest at low and mid-latitudes in Gondwana at the end of Early Cretaceous. These results point to the existence of a monsoonal pattern during the Late Jurassic to the beginning of Early Cretaceous and the entry of zonal pattern at the end of Early Cretaceous, associated with fragmentation of Gondwana.

Keywords: Monsoonal pattern, Zonal pattern, Eolian dune, Brazilian basins.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. OBJETIVOS.....	10
1.2. ESTADO DA ARTE: SISTEMAS DE VENTOS ATUAIS E DO JURO-CRETÁCEO	10
1.3. SOBRE A ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO	16
2. ARTIGO.....	17
Abstract.....	18
1. Introduction.....	19
2. Background: Zonal and monsoonal wind patterns.....	19
3. Studied basins.....	22
4. Methods	23
5. Results and Discussion	24
6. Conclusions.....	36
Acknowledgments.....	37
References	37
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
4. HISTÓRICO ESCOLAR	43
5. PARECERES DA BANCA EXAMINADORA	44

1. INTRODUÇÃO

A ação do vento em rochas sedimentares é registrada pela observação de depósitos de dunas e interdunas dentro da hierarquia das superfícies limítrofes (Rodríguez-López, de Boer, Meléndez, Soria and Pardo, 2006). Assim, a análise sistemática de paleocorrentes inferidas da direção de mergulho de estratificações cruzadas em diferentes unidades eólicas e fluvio-eólicas permite a reconstrução de padrões de ventos superficiais em diferentes intervalos de tempo. Permite ainda apontar mudanças no padrão da circulação atmosférica de uma área, tanto em função de mudanças paleogeográficas e paleoclimáticas regionais ou globais (Peterson, 1988). Lembrando que no registro geológico ficam gravados com mais clareza os ventos constantes (Parrish & Peterson, 1988).

O intervalo correspondente ao Jurássico Superior-Cretáceo Inferior foi marcado pelo início da fragmentação do Supercontinente Gondwana, gerando uma alteração significativa na distribuição dos continentes e oceanos. Estas alterações paleogeográficas geraram mudança nos padrões de circulação atmosférica conforme demonstram diferentes modelos paleoclimáticos (Moore, Hayashida, Ross, & Jacobson, 1992). Entretanto, existem poucos estudos das paleocorrentes de origem eólica no Gondwana durante o Juro-Cretáceo que permitam a validação dos modelos computacionais. Tais estudos indicam um sistema monsonal de paleoventos durante o início do Mesozoico. Contudo, existem dúvidas sobre em que andar do Cretáceo ocorreu o rompimento do padrão monsonal e o estabelecimento do padrão zonal de ventos existentes hoje.

A fragmentação do supercontinente Gondwana durante o Juro-Cretáceo afetou o sistema de circulação atmosférica geral devido às alterações paleogeográficas. Dessa forma a passagem de um padrão monsonal para um padrão zonal pode ser reconhecida pelo registro de paleocorrentes de origem eólica em ambientes eólicos e fluvio-eólicos.

1.1. OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo reconstruir as direções dos ventos regionais no supercontinente Gondwana durante o Juro-Cretáceo. A partir da compilação sistemática de dados da bibliografia, juntamente com dados coletados no projeto, foi elaborado um banco de dados com informações relativas à localização, características faciológicas e paleocorrente dos depósitos eólicos dos diferentes andares do Jurássico Superior e Cretáceo. Como existem dúvidas sobre em que andar do Cretáceo ocorreu o rompimento do padrão monsoal e o estabelecimento do padrão zonal de ventos existentes hoje, espera-se estabelecer um modelo evolutivo dos padrões de vento.

1.2. ESTADO DA ARTE: SISTEMAS DE VENTOS ATUAIS E DO JURO-CRETÁCEO

No início da década de 60, estudos paleoclimáticos assumiam que o padrão atmosférico geral teria sido sempre o mesmo ao longo do tempo, correspondendo ao padrão zonal moderno (Parrish, 1993). O padrão de circulação zonal é controlado pelo contraste térmico entre a região do equador e os polos e pela velocidade do movimento de rotação da Terra que define o número de zonas, células de circulação de massas de ar, em cada hemisfério (Compagnucci, 2011), atualmente três (Parrish & Peterson, 1988). O percurso dos ventos ocorre da seguinte forma: a incidência dos raios solares é mais efetiva em áreas próximas da linha do equador, assim o ar dos polos é mais frio e denso e acaba fluindo em direção ao equador, onde sobe, condensa e perde umidade, voltando, mais seco em direção aos polos e fechando o ciclo (Figura 1). Compagnucci (2011) deixa claro que mudanças de temperatura do planeta irão resultar em diferenças no gradiente térmico entre os polos e o equador causando alterações no movimento de massas de ar, ou seja, no padrão de circulação atmosférica.

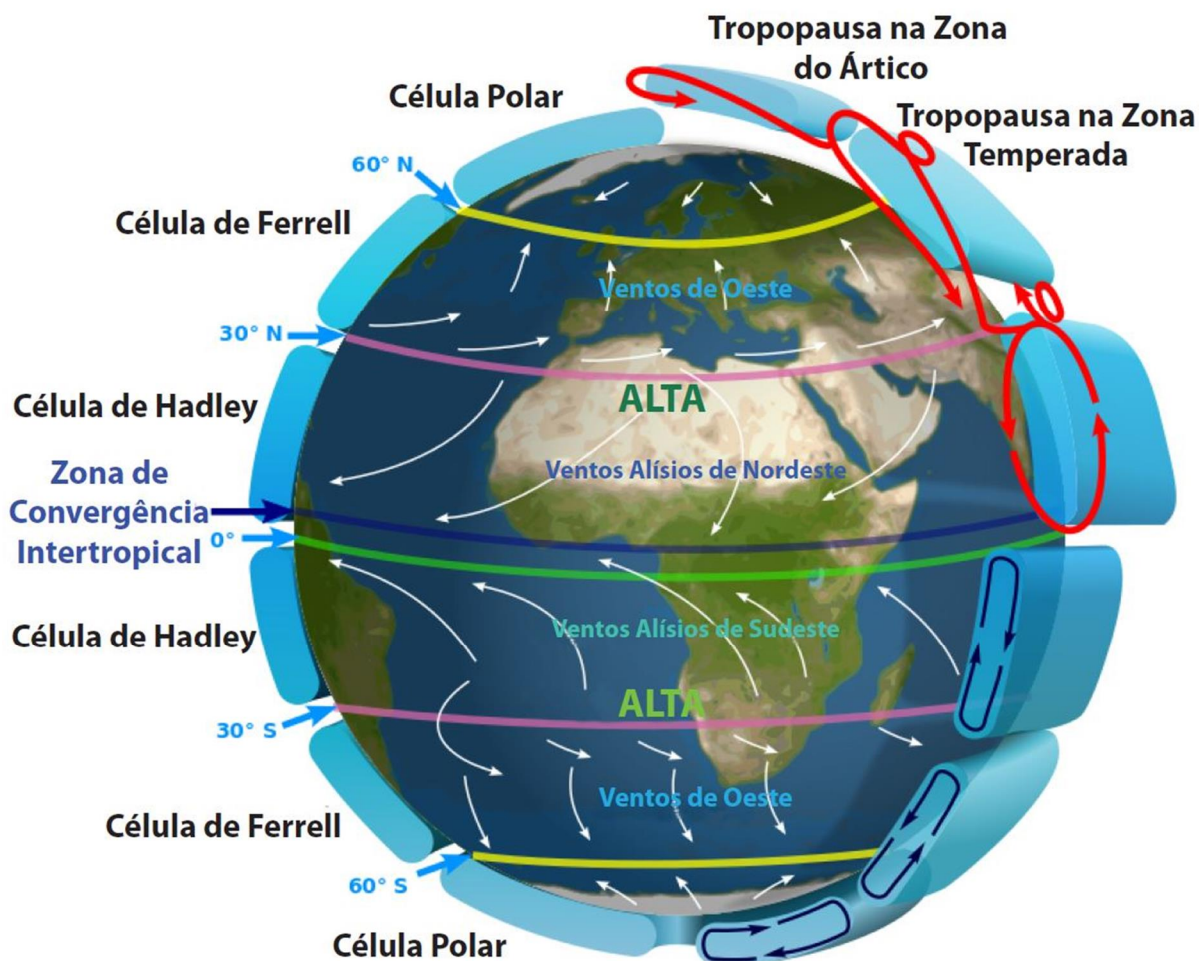


Figura 1. Esquema de representação da circulação atmosférica dentro do padrão zonal. Mostrando três células de movimentação de massas de ar em cada hemisfério, as zonas de alta, baixa pressões e de convergência intertropical e a nomenclatura dos ventos. Modificado de: http://en.wikipedia.org/wiki/Prevailing_winds.

O padrão de circulação dominante hoje em dia é o padrão zonal (Figura 2), onde as massas continentais estão fragmentadas e a ausência de grandes concentrações de massas de terra faz com que não ocorra um forte contraste barométrico e do gradiente térmico (Parrish & Peterson, 1988). O movimento das massas de ar é influenciado pelo Efeito Coriolis gerado pelo movimento de rotação da Terra entorno do seu próprio eixo, essa força altera o movimento de um corpo que não esteja conectado à Terra para a direita, no hemisfério Norte, e para a esquerda, no hemisfério Sul. Scherer & Goldberg (2007) e Parrish & Peterson (1988) apontam que como o efeito Coriolis é nulo na região equador,

os ventos se orientam de acordo com as zonas de baixa pressão, dando origem a sistemas monsonais menores, como as monções asiáticas.

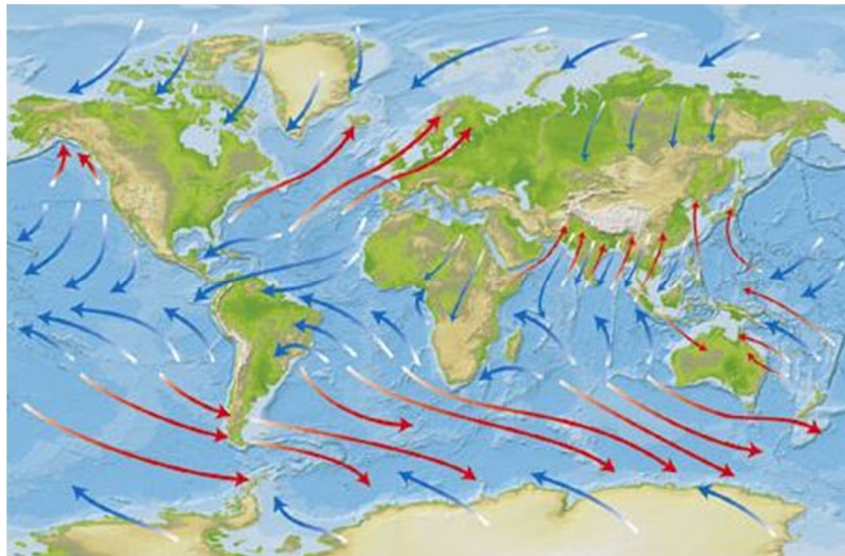


Figura 2. Representação da circulação zonal atual, com padrão monsonal subordinado onde os ventos cortam a linha do equador na região asiática devido ao contraste barométrica. Extraído de http://www.clipart.dk.co.uk/DKImages/sci_earth/image_sci_earth055.jpg.

O modelo numérico de circulação atmosférica geral para o Jurássico indica uma circulação monsonal em baixas latitudes (Moore *et. al.*, 1992). Este padrão é caracterizado por ventos que cortam a linha do equador, próximos à Zona de Convergência Intertropical, onde a movimentação desses ventos é dos centros de altas pressões em um hemisfério durante inverno para os centros de baixas pressões em outro hemisfério durante verão (Webster, 1987).

A circulação zonal é modificada pelo contraste de temperatura entre continentes e oceano estabelecendo uma perturbação no curso dos ventos. A perturbação é o padrão monsonal, esse consiste em zonas de alta e baixa pressão que se alternam com as estações em cada hemisfério (Parrish & Peterson, 1988). Scotese and Summerhayes (1986) afirmam que a mudança de pressão entre massas de terra e oceanos gera ventos geostróficos, ou seja, neste caso ventos controlados por contraste barométrico, que resultam no padrão monsonal.

Um exemplo atual de padrão monsonal, no caso subordinado ao padrão zonal atual, ocorre na Ásia (Figura 3), aqui em baixas latitudes médias o cinturão de alta pressão é rompido e transformado em uma célula de alta

pressão nos oceanos e baixa pressão no continente. Durante o verão no hemisfério norte uma forte zona de baixa pressão ocorre no continente e ventos originados no hemisfério sul cruzam o equador levando umidade até a barreira da Cordilheira dos Himalaias. Já durante o inverno no hemisfério norte, uma zona de alta pressão ocorre no continente e ventos do hemisfério norte cruzam o equador em direção ao oceano Índico, onde se forma uma zona de baixa pressão (Parrish, 1993).

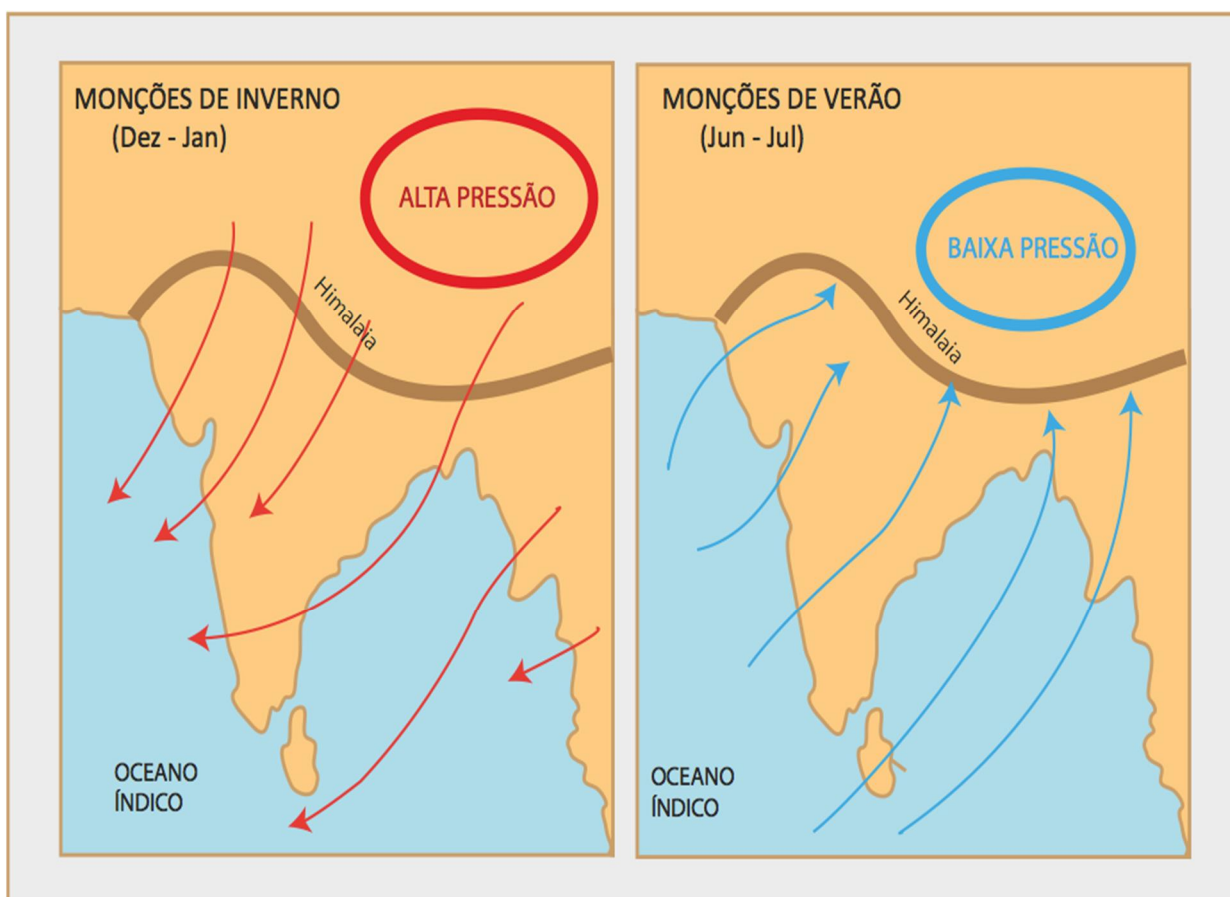


Figura 3. Padrão monsonal asiático, ventos são dirigidos pelas zonas de alta para baixa pressão. Fonte: Modificado de <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter9/lakebreeze.html>.

Contudo, para que o padrão monsonal ocorra como padrão principal é necessário que exista um contraste barométrico alto entre massas de terra e oceanos de ambos hemisférios. Essa situação desenvolveu-se durante a existência do supercontinente Pangeia, onde à medida que foi ocorrendo sua

fragmentação o contraste barométrico foi diminuindo e um padrão zonal desenvolveu-se (Parrish, 1993).

Quando Briden and Irving (1964) plotaram as paleolocalizações de arenitos eólicos e evaporitos que foram depositados durante a existência da Pangeia, observaram que as zonas onde esses se encontravam não encaixavam nas zonas desérticas atuais, que ocorrem próximos às latitudes 30°S e 30°N (McKee, 1979), e sim, que os depósitos desérticos durante a Pangeia se aglomeravam entorno da região do equador (Figuras 4 e 5). O termo padrão monsonal foi usado por Robinson (1973) para descrever a mudança na distribuição de rochas dependentes do clima para sua deposição, levando a crer que o clima era fortemente sazonal durante a Pangeia.

No supercontinente Laurasia, os registros no Jurássico mostram que depósitos de carvão foram aos poucos substituídos por evaporitos em latitudes próximas de 30°N, indicando assim uma entrada do padrão zonal pela passagem de um clima úmido para árido nessa latitude (Parrish, 1993). Todavia o Gondwana, por ser ainda um continente de grandes proporções, conseguiu manter um padrão monsonal até a sua fragmentação no Cretáceo Inferior (Scherer & Goldberg, 2007). Segundo Scotese and Summerhayes (1986) os sistemas de alta ou baixa pressão são mais intensos nos continentes ocorrendo o registro de ventos dominantes devido à estação, por exemplo, durante o verão no hemisfério sul no Gondwana sistemas de baixa pressão se instalavam e os ventos vinham do mar de Tétis.

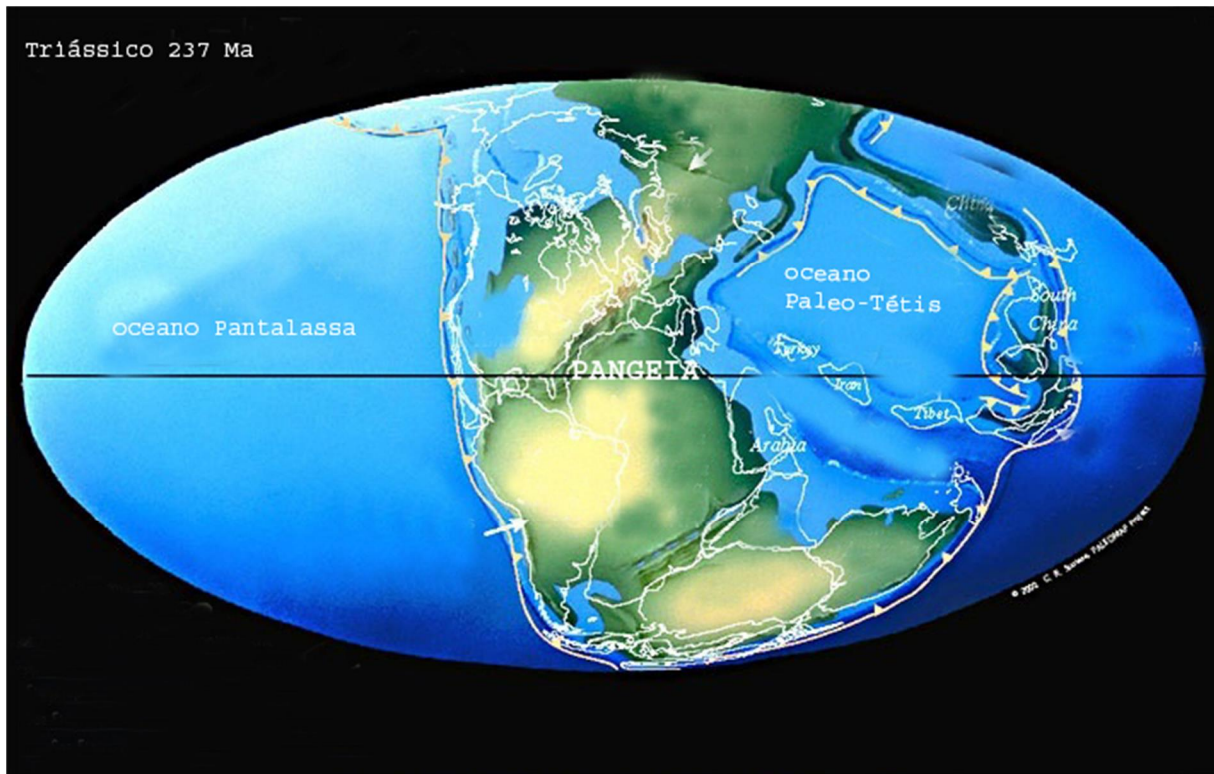


Figura 4. Distribuição de zonas desérticas globais durante o Pangeia. Distribuição no padrão monsonal, devido à aglomeração de massas continentais com áreas desérticas ocorrendo próximos a linha do equador, modificado de: <http://www.scotese.com/newpage8.htm>.



Figura 5. Distribuição de zonas desérticas globais atuais. Mapa atual com distribuição no padrão zonal devido à fragmentação continental, as áreas desérticas ocorrem próximas às latitudes 30°N e 30°S, modificado de: <http://environment.nationalgeographic>.

1.3. SOBRE A ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado está estruturada em torno de artigo submetido em periódico. Conseqüentemente, sua organização compreende as seguintes partes principais:

- a) Introdução sobre o tema e descrição do objeto da pesquisa de mestrado, onde estão sumarizados os objetivos e o estado da arte sobre o tema de pesquisa.
- b) Artigo submetido em periódico com corpo editorial permanente e revisores independentes, escrito pelo autor durante o desenvolvimento de seu Mestrado.
- c) Comprovante eletrônico de submissão do manuscrito ao periódico.
- d) Referências bibliográficas citadas no capítulo 1 desta dissertação.

2. ARTIGO

Paleowind reconstruction in Gondwana during the Late Jurassic-Early Cretaceous

Raquel Gewehr de Mello ^{a,*}

Claiton Marlon dos Santos Scherer ^a

Ezequiel Galvão de Souza ^a

João Pedro Formolo Ferronato ^a

^aInstituto de Geociências, UFRGS, P.O. Box 15001, CEP: 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil.

*Corresponding author. E-mail addresses: raquel_evenstar@hotmail.com (R.G. Mello), claiton.scherer@ufrgs.br (C.M.S. Scherer). Phone: + 55 51 3308-6329.

Palavras: 6152

Figuras: 7

Abstract

The passage of a monsoonal pattern to a zonal atmospheric circulation pattern occurred during the Cretaceous due to fragmentation of Gondwana Supercontinent. This change in the paleowind direction is recorded in cross-strata dip directions of eolian dunes accumulated in various basins of Gondwana. Three maps of paleowind reconstruction were built with integration of compiled paleocurrent data from Phanerozoic basins in Brazil, Neuquén Basin in Argentina and Congo Basin and Huab Basin in Africa. Gondwana was dominated by northeast winds to the north and southwest winds to the south, thus shifting the Intertropical Convergence Zone to 15° to 20° south of the equator during Late Jurassic to the beginning of the Cretaceous. In turn, winds had a general tendency towards west-northwest at low and mid-latitudes in Gondwana at the end of Early Cretaceous. These results point to the existence of a monsoonal pattern during the Late Jurassic to the beginning of Early Cretaceous and the entry of zonal pattern at the end of Early Cretaceous, associated with fragmentation of Gondwana.

Keywords: Monsoonal pattern, Zonal pattern, Eolian dune, Brazilian basins.

1. Introduction

The Late Jurassic-Early Cretaceous interval was marked by the beginning of fragmentation of Gondwana Supercontinent, generating a significant change in the distribution of continents and oceans. These palaeogeographic modifications shifted atmospheric circulation patterns as shown in different paleoclimatic models (Moore et al., 1992). The eolian paleocurrents data enable the validation of computational models that indicate a monsoonal paleowind system operating during the Early Mesozoic. Doubts remain about the timing in the Cretaceous of breaking the monsoonal pattern and establishing the current zonal pattern.

This paper aims to reconstruct the regional regime of prevailing surface winds in Gondwana during the Late Jurassic-Early Cretaceous. The passage of a monsoonal pattern to a zonal pattern can be recognized by the paleocurrent records in eolian and fluvial-eolian environments. A database was developed from systematic compilation of literature, containing information of the location, facies characteristics and paleocurrent of eolian and fluvio-eolian deposits in different ages in the Late Jurassic-Early Cretaceous. We establish an evolutionary model of the surface wind patterns comparing them with wind circulation models as done by Peterson (1988) for the Pennsylvanian through the Middle Jurassic eolian units of the Colorado Plateau, western Interior of the United States.

2. Background: Zonal and monsoonal wind patterns

The modern surface winds are dominated by a zonal pattern flow that is controlled by the thermal contrast between the equator and poles. Near to the equator the sunlight incidence is more effective warming the air that rises, condenses and loses moisture returning drier towards the poles. There it sinks and flows back to the equator, thus closing an atmospheric convection cell (Compagnucci, 2011; Scotese and Summerhayes, 1986).

The movement of air masses is influenced by the Coriolis effect, which is generated by the Earth's rotation movement towards its axis. This force modifies the motion of a body

unconnected to Earth to the right in the Northern Hemisphere and to the left in the Southern Hemisphere. The rotation also determines the number of zones, corresponding presently to three circulation cells in each hemisphere (Compagnucci, 2011; Parrish and Peterson, 1988).

The Hadley cell ascendance limb is near the equator, at the Intertropical Convergence Zone (ITCZ), and the descendant limb occurs close to latitude 30° , the horse latitudes. It represents the surface trade winds or easterlies, which are winds that flow towards the equator converging to the west. The Ferrel cell and the Polar cell ascendance limb occurs near latitude 60° . The Ferrel cell descendant limb occurs in the horse latitudes, representing the surface westerlies, which are winds that flow poleward and are deflected eastward. The Polar cell descendant limb occurs at the poles and flows equatorward deflected westward, representing the polar easterlies (Compagnucci, 2011).

The zonal pattern is also modified by barometric contrast between continents and oceans, this contrast establishes a disturbance in the course of winds in low latitudes. The disturbance is the monsoonal pattern, which consists of winds that cross the equator, near the ITCZ, where the Coriolis effect is null (Scherer and Goldberg, 2007). The wind flow is from a high-pressure center in one hemisphere during winter to the low-pressure center in the other hemisphere during summer (Parrish and Peterson, 1988; Webster, 1987).

Figure 1 shows the prevailing southeast and northeast trade winds that represent the Hadley cell in the zonal pattern. However, a subordinate monsoonal pattern occurs in Asia. A strong low-pressure zone is on the mainland during summer in the Northern Hemisphere and southeast trade winds from the Indian Ocean are reoriented to tropical westerlies when crossing the equator, thus taking moisture to the barrier of the Himalayas mountain range. A high-pressure zone is on the mainland during winter in the Northern Hemisphere, and the northeast trade winds from the Asian continent cross the equator reoriented to tropical westerlies toward the Indian Ocean, which is a low-pressure area (Loope et al., 2004).

During the existence of Pangea the development of a supercontinent caused a high barometric contrast between land masses and oceans and also between hemispheres (Parrish, 1993; Parrish and Peterson, 1988). Consequently, winds were oriented according to cross-

equatorial barometric contrast, low-pressure cell in summer hemisphere and a high-pressure cell in winter hemisphere (Parrish and Peterson, 1988). Thus giving rise to a dominated monsoonal pattern (Fig. 2) such as the Asian monsoon (Fig. 1) (Parrish and Peterson, 1988; Scherer and Goldberg, 2007).

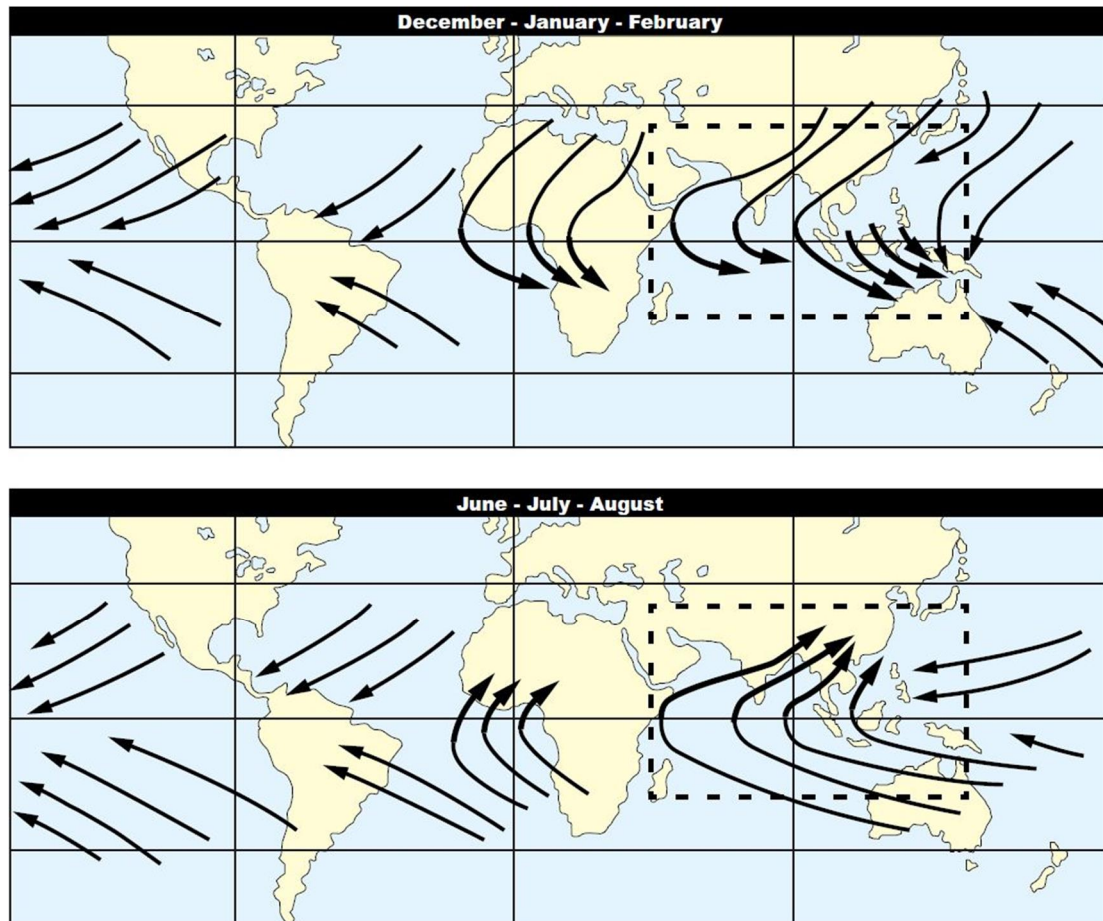


Fig. 1. Modern surface winds with dominant zonal pattern, NE and SE trade winds reoriented to westerlies in a subordinate monsoonal pattern in Asia in the dashed area (Modified from Loope et al., 2004; original from Webster, 1987). A monsoonal pattern also occurs in the northwest coast of Africa.

And during summer in Gondwana Southern Hemisphere, a low-pressure zone was on the mainland. The northeast trade winds from northern Tethys Sea crossed the equator and were reoriented to tropical westerlies towards the central portion of Gondwana, where the low-pressure system was established (Scotese and Summerhayes, 1986). And the Southern Hemisphere winds from the southern Panthalassa Ocean were also reoriented, in this case to southwest winds in order to reach the low-pressure area. Both changes resulted in an ITCZ shifted to the south of the equator.

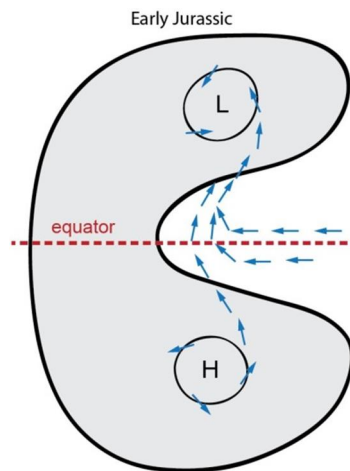


Fig. 2. Cross-equatorial pressure contrast in each hemisphere due to seasons variation and land masses dimension giving rise to a monsoonal pattern during Pangea in Early Jurassic, arrows represent surface winds (Modified from Parrish and Peterson, 1988).

3. Studied basins

Eolian paleocurrents data from various Brazilian Mesozoic sedimentary basins were compiled: Paraná, Jatobá, Almada, Camamu, Recôncavo, Tucano, Iguatu and Parnaíba. The following basins were also investigated: Neuquén in Argetina, Congo in Democratic Republic of Congo and Huab in Namibia. These basins have eolian sandstones deposited during the interval of Jurassic to Cretaceous in Gondwana (Fig. 3).



Fig. 3. World map with surveyed basins, 1. Neuquén, 2. Paraná, 3. Recôncavo, Camamu, Almada, 4. Tucano, 5. Jatobá, 6. Iguatu, 7. Parnaíba, 8. Congo e 9. Huab.

4. Methods

In this work, eolian dunes cross-strata dip directions measured in fieldwork or collected from bibliography were used to reconstruct the paleowind pattern, similar to the research done by Eastwood et al. (2012); Loope (2004); Parrish and Peterson (1988); Peterson (1988); Scherer and Goldberg (2007).

Despite the eolian cross-strata dip direction indicates the general direction of the winds, it has some intrinsic uncertainty (Eastwood et al., 2012). First, most wind regimes are multidirectional. Second, the dune size affects the direction component of wind regime. Third, winds are rarely uniform or steady; and fourth, wind is strongly modified by the presence of dunes. However, when we analyzed on a regional scale, the cross-strata dip directions in crescent dunes indicates the general wind direction, although there may be some obliquity between these vectors (e.g., Parrish and Peterson, 1988; Scherer and Goldberg, 2007).

Taking these limiting factors in consideration, paleocurrent measurements are considered valid to infer paleowind directions. Information in this study was organized in a paleocurrent table as number of measurements, age and average wind direction vectors so that maps of three intervals were built. The data were organized into three maps in the following range: (1) Late Jurassic, (2) beginning of the Early Cretaceous and (3) end of Early Cretaceous. Thus, resulting wind directions from the paleocurrent data were compared with patterns set by numerical models.

To undo plate movements after Gondwana fragmentation, all studied basins were plotted in the present geographic distribution of land and ocean. The basins were relocated into their positions during continental drift up to the configuration of Gondwana according to the Late Jurassic and Early Cretaceous paleogeographic maps of Blakey (2008). The South America movement was minimal, but the African plate rotation occurred 30° counterclockwise from the Late Jurassic to the current N-S trend when it drift northeastward, meaning that the paleoazimuth was NE-SW (Lotfy, 2015).

Eolian paleocurrents were thus correctly placed into their original positions using the mean resultant vectors from each formation or group, represented by indicator arrows in the paleowind maps. Wind patterns observed in each interval were compared with numerical models of atmospheric circulation (e.g., General Circulation Models) proposed to Late Jurassic (Moore et al., 1992) and for Late Cenomanian-Early Turonian (Hay and Floegel, 2012).

5. Results and Discussion

Based on collected data and compiled data in the literature, it was possible to define the paleogeographic scenario and the wind pattern of three different time intervals: (1) Late Jurassic; (2) beginning of the Early Cretaceous; (3) end of the Early Cretaceous (Fig. 4).

5.1. Late Jurassic

5.1.1. Paleogeography

In this time interval, fragmentation of Gondwana Supercontinent was beginning and the opening of the Central Atlantic Ocean occurred during movement of Laurasia Continent towards the North (Fig. 5A) (Scotese et al., 1999; Blakey, 2008). Much of Gondwana consisted of a large plateau with elevations above 100 m, so several synclises developed along with eolian and fluvio-eolian accumulation.

In the north-central portion of Gondwana, a large basin developed during the Late Jurassic, linked to the initial stages of fragmentation of this supercontinent, known as the Afro-Brazilian Depression. This basin was filled by fluvio-eolian-lacustrine sediments, whose ostracod biozones indicate the Dom João Stage, corresponding to the end of the Jurassic period (Kuchle et al., 2011). This succession receives different names depending on the analyzed region, standing out the Sergi Formation (Almada, Camamu, Recôncavo and Tucano Basins) (Kuchle et al. 2011). Basically, a granulometric increase and a general north-northeast paleodrainage pattern are observed in the southern portion of the depression (Kuchle et al., 2011), equivalent to the Almada and Camamu Basins, indicating a proximity to the margin of

Age	Country	Basin	Unit	Resultant	n	Unit description	Sources
Lower Cretaceous top	Argentina	Neuquén	Troncoso Fm. ^{Top} _{Bottom}		479 38	Intercalations of ephemeral fluvial channels and eolian deposits which dunes, interdunes and sand sheets predominate at the top.	Strömbäck et al., 2005; Veiga et al., 2005.
	Brazil	Camamu	Almada Gr.		45	Predominantly fluvio-deltaic, with sandstones subordinated to an entire deep lake system and deltaic fan, platform fans along with deposits of compound eolian dunes.	Born et al., 2011.
	Brazil	Iguatu	Lima Campos Fm.		28	Conglomeratic sandstones in the lower portion, and in the upper one, it is essentially pelitic and presenting subordinate eolian sandstones at the top.	Arima, 2007.
	Brazil	Jatobá	São Sebastião Fm.		186	Fluvio-eolian deposits, presenting at its base intercalations of sheet floods and eolian sand sheets, and at its top occurs the predominance of large eolian dunes.	Ferronato, 2016.
Lower Cretaceous base	Argentina	Neuquén	Avilé Mb./Agrio Fm.		32	Eolian deposits with sand sheets and dunes with thicknesses of up to 10 m.	Veiga et al., 2002.
	Brazil	Recôncavo	Água Grande Fm.		39	Fluvial and lacustrine deposits with eolian contribution at the top of the sandy package.	Wiederkehr, 2010.
	Namibia	Huab	Twyfelfontein Fm.		405	Fluvial-eolian unit with 300 m of thickness. Correlated with the Botucatu Sandstone in Brazil with the main eolian unit which represents an erg with dune fields and interdunes with 150 m thicknesses covered by 500 m of the Etendeka lava flow.	Mountney and Howell, 2000; Mountney et al., 1998.
	Brazil	Paraná	Botucatu Norte Fm.		639	Eolian dune deposits, represented by large cross-bedded sets.	Scherer and Goldberg, 2007.
			Botucatu Sul Fm.	Polymodal	500		
Botucatu Centro Fm.				1089			
Democratic Republic of Congo	Congo	Dekese Fm.	W C	221?	Composed of eolian dunes with a maximum thickness of 300m and extends along the southwestern margin of the basin as the Lower Kwango Group, in Namibia.	Linol et al., 2015a.	
Upper Jurassic	Brazil	Parnaíba	Mosquito Fm.		10	Succession of eolian dunes and interdunes, eolian sand sheets, ephemeral fluvial channels and playa lakes, interspersed with volcanic flows.	Ballén et al., 2013.
	Brazil	Almada	Sergi Fm.		19	Basal unit with eolian dunes and eolian sand sheets deposits, interspersed with playa lakes and ephemeral fluvial channels. The top of the unit in turn is marked by the development of an extensive eolian dune field with rare sheet floods deposits.	Scherer et al., 2011.
		Tucano	Sergi Fm.		151		
		Camamu	Sergi Fm.		46		
		Recôncavo	Sergi Fm.		71		
	Brazil	Paraná	Guará Fm.		142	Interlaced fluvial deposits that interdigitate and/or alternate with eolian dune deposits and eolian sand sheets.	Scherer and Lavina, 2005; 2006.
	Argentina	Neuquén	Tordillo Fm.		34	Eolian sandstones with dune fields, interdunes and sand sheets, which formed a great erg in the area.	Zavala et al., 2005; 2008.
Argentina	Neuquén	Quebrada del Sapo Fm.		61 18	Clastic unit in eolian environment characterized by extensive large dune fields and dry interdunes., alluvial to lacustrine and eolian systems.	Veiga and Spalletti, 2007; Zavala et al., 2008.	

Fig. 4. Crossbedding dip vector resultants summary from the compiled units for the three interval ranges. c: resultant was corrected due to the de African plate movement (see section 4.).

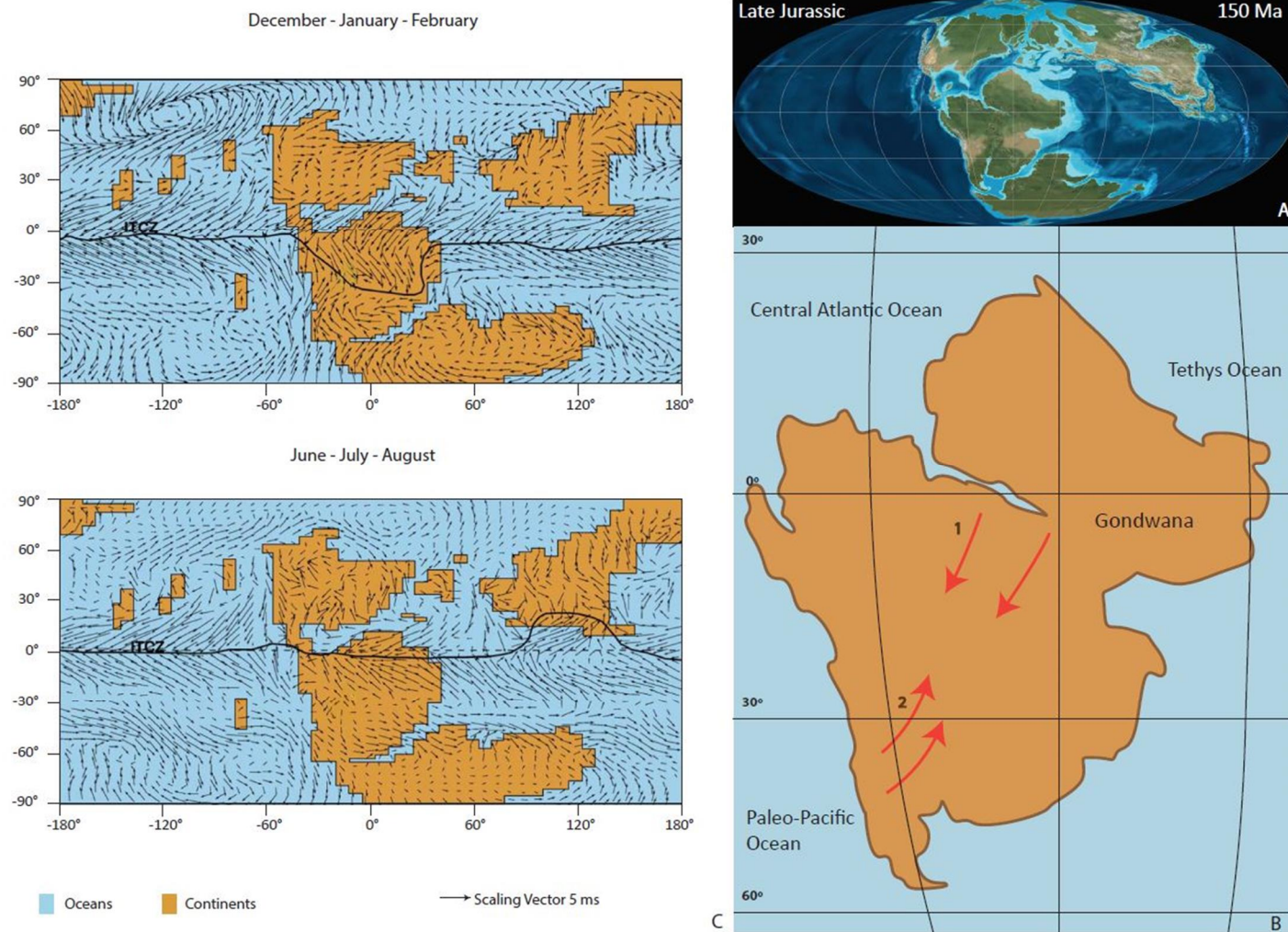


Fig. 5. Late Jurassic wind map. A: Paleogeographic map modified from Blakey (2011). B: Project wind model resultants. 1: Mosquito Fm. and Sergi Fm., 2: Guará Fm., Tordillo Fm. and Quebrada del Sapo Fm.. C: Atmospheric Circulation Model modified from Moore et al. (1992).

the basin, with a structural high that separated the Afro-Brazilian Depression from the Paraná Basin.

The Upper Jurassic sedimentation of the Paraná Basin is registered in the Guará Formation (Scherer et al., 2000; Scherer and Lavina 2005, 2006). This formation from Southern Brazil is characterized by a fluvio-eolian succession. The palaeocurrent data of the fluvial deposits indicate a paleodrainage system flowing from north to south with increase of eolian successions to the south (Scherer and Lavina, 2005). High sediment maturity indicates an erosion of older sedimentary rocks of the Paraná Basin, although the depositional border of the basin remains undefined (Scherer and Lavina, 2005). The southern fluvial paleocurrents corroborate the hypothesis of existence of a topographic high separating the Paraná Basin from the Afro-Brazilian Depression (Scherer and Lavina, 2005).

In the Parnaíba Basin, north of Gondwana, there are deposits of the Upper Jurassic, represented by the eolian dune and interdune deposits of the Macapá Member of the Mosquito Formation (Ballén et al., 2013). This basin was probably isolated from the Afro-Brazilian Depression. Paleocurrents to the southeast of the fluvial systems occur in the northern portion of the Afro-Brazilian Depression and indicate the existence of a structural high. This high separates the depression from the Parnaíba Basin north of the Jatobá Basin, corresponding to the Pernambuco-Paraíba Lineament (Kuchle et al., 2011). History of Upper Jurassic section of the Parnaíba Basin is linked to the evolution of the equatorial margin (fragmentation of Gondwana and Laurasia), as attested by the ages of the interflow basaltic units of the Mosquito Formation. The lower basalt flow is 190 Ma and the upper flow is 130 Ma, with the Macapá Member positioned between the flows (Ballén et al., 2013).

The Neuquén Basin is a foreland basin developed as consequence of plate subduction on Gondwana western margin. Sea level and arc variations influenced the connection between the Paleo-Pacific Ocean and the basin (Veiga et al., 2005). Upper Jurassic deposits are characterized by eolian, fluvial and shallow-marine deposits, where coastal eolian dune fields and fluvial systems developed during progradation in periods of sea level fall (Veiga and Spalletti, 2007). Transgression led marine waves to erode most of the previously-formed eolian facies. This time

span corresponds to the Tordillo Formation and Quebrada del Sapo Formation, which are characterized by sedimentary accumulation as a result of a brief disconnection of the Neuquén Basin from the Paleo-Pacific Ocean (Zavala et al., 2005; Veiga and Spalletti, 2007).

5.1.2. *Cross-strata dip directions*

The direction of the paleocurrents indicates distinct regional domains. Fig. 4 and Fig. 5B show eolian units located in the north-central basins of Gondwana (paleolatitude between 5° and 15° S), corresponding to the Mosquito and Sergi Formations. They present cross-strata mean vectors dipping towards SSW (Born et al., 2011; Ballén et al., 2013). On the other hand, the eolian dune deposits of the Guará Formation and both Tordillo and Quebrada del Sapo Formations, located south of Gondwana (paleolatitude between 30° and 40° S), present consistent prevailing cross-strata mean vectors dipping towards NE (Scherer and Lavina, 2005, 2006; Zavala et al., 2005; Veiga and Spalletti, 2007; Zavala et al., 2008).

5.1.3. *Paleowind Pattern*

A monsoonal pattern during the Late Jurassic is obtained from Global Circulation Models (GCM) (Moore et al., 1992) (Fig. 5C). During summer of the Southern Hemisphere (December-January-February), a low-pressure center developed in Gondwana and a high-pressure center developed in the Northern Hemisphere. These centers generated strong barometric contrasts to allow winds to cross the equator and break the zonal pattern. Trade winds were reoriented towards south-southeast reaching the ITCZ. The ITCZ was characterized by convergence of monsoonal north-northwest winds and southwest winds. Southwest winds flowed due to high-pressure center over the Paleo-Pacific Ocean. In turn, during winter months of Gondwana (June-July-August), barometric contrast between hemispheres was low, not allowing the maintenance of a monsoonal pattern (Moore et al., 1992).

There is good correspondence between the inferred paleocurrents from cross-strata dip directions of eolian dunes and the GCM, corroborating the existence of a monsoonal pattern in low latitudes of Gondwana during Late Jurassic. Paleocurrents from eolian dunes of Mosquito

and Sergi Formations located in paleolatitude of 10° to 15° S are a consequence of northeast trade winds that crossed the equator at low latitudes of Gondwana. Paleocurrents from Guará, Tordillo and Quebrada do Sapó Formations located in paleolatitude of 30° to 40° S represent the westerlies to the south of the ITCZ. The precise position of the ITCZ remains undetermined from paleocurrent data due to lack of preserved eolian units between paleolatitude 15° to 30° S.

5.2. Early Cretaceous beginning

5.2.1. Paleogeography

This time span is not included in existing paleogeographic maps, a gap of 30 Ma between Upper Jurassic and top of Lower Cretaceous (Fig. 6A). However, a physical continuity of eolian dune fields in the southern portion of Brazil (Botucatu Formation) and Namibia (Twyfelfontein Formation) is observed (Scherer and Goldberg, 2007), indicating that continental break-up and marine ingression had not reached the Paraná Basin. Thus, both were still restricted to the southern end of Gondwana at this time. There were no significant paleogeographic variations between the Late Jurassic and the base of Early Cretaceous, so the same paleogeographic map was chosen for these two time intervals.

Large areas of Laurasia were flooded and generated shallow-marine deposits at the base of the Cretaceous in Gondwana. However, marine deposits dominated only the extreme west near the Andes retro-arc and in the extreme south where the marine incursion already existed, fruit of oceanic fragmentation (Scherer and Goldberg, 2007). The Neuquén Basin was connected with the Paleo-Pacific Ocean by a narrow seaway during the Jurassic and Cretaceous, basin sedimentation was controlled by eustasy and tectonics (Strömbäck et al., 2005). In the Hauterivian, a major drop in sea level generated space for shallow-marine and non-marine deposits; as a result, the Avilé Member overlies shallow-marine deposits in the marginal areas of the basin (Veiga et al., 2002).

Continental sedimentation, e.g., Botucatu Formation in the Paraná Basin, predominated in Gondwana interior. Arid climate in the central area of Gondwana allowed the existence of this

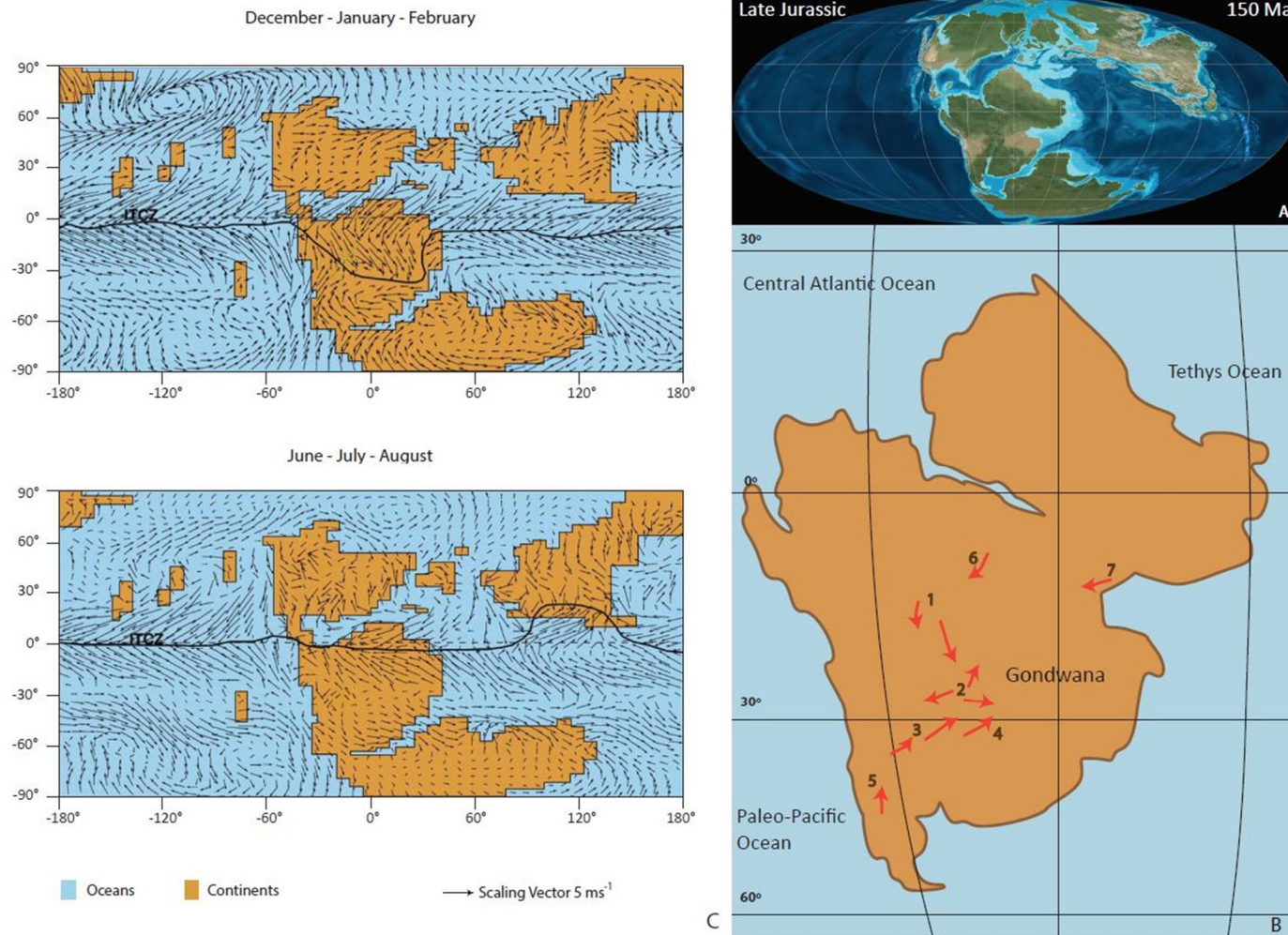


Fig. 6. Beginning of Early Cretaceous wind map. A: Paleogeographic map modified from Blakey (2011). B: Project wind model results. 1: North Botucatu Fm. 2: Central Botucatu Fm., 3: South Botucatu Fm., 4: Main Twyfelfontein Fm., 5: Avilé Mb., 6: Água Grande Fm. and 7: Dekese Fm. C: Atmospheric Circulation Model modified from Moore et al. (1992).

great erg in a cratonic region. This topographic basin led to the accumulation of thick packages of eolian dune deposits. The erg occupied areas in South America and Africa where correlated sandstones are found, such as the Twyfenfontein Formation (Scherer and Goldberg, 2007).

Dekese Formation in Congo Basin is correlated with the erg formations, pointing to the presence of a giant paleoerg in midwest Gondwana (Linol et al., 2015a, 2015b). Nevertheless, the existence of a high topographic area between basins cannot be dismissed.

The Botucatu desert was similar to the present Sahara desert, more than 1,500,000 km² in size, occurring in Brazil, Uruguay, Argentina, Paraguay and Africa, but the original extent of the Botucatu paleoerg is still debated (Scherer and Goldberg, 2007). This unit probably stretched west to the Andean border and east toward the African continent. The southern and northern boundary of the Botucatu paleoerg was probably similar to its current limits. The Botucatu Formation shows a marked decrease in thickness towards the south, indicating that the Sul-Riograndense Shield was a topographic high during eolian accumulation (Scherer, 2000, 2002; Scherer and Goldberg, 2007). No evidence of physical continuity is known between the Botucatu basin and the rift basins of northeastern Brazil, suggesting the existence of high topographies between them.

The Recôncavo Basin is part of an aborted intracontinental rift in Brazilian Northeast, and the Água Grande Formation records the initial development of the half-graben generated by Gondwana rupture (Wiederkehr, 2010). The Água Grande Formation is characterized by deltaic deposits that are overlain by fluvial-eolian strata, defining a general progradational pattern (Wiederkehr, 2010).

The Twyfelfontein Formation corresponds to Cretaceous Etjo Formation (Mountney et al., 1998; Mountney and Howell, 2000) according to Jerram et al. (1999). The Etjo Formation in the central area of Namibia with Jurassic ages is correlated to the Karoo sediments and the Cretaceous Etjo Formation is interleaved with Lower Cretaceous basalts of the Etendeka Group in the Huab Basin. To avoid misunderstanding the Cretaceous Etjo Formation is named Twyfelfontein Formation (Jerram et al., 1999; Stanistreet and Stollhofen, 1999) as here used.

5.2.2. *Cross-strata dip directions*

The direction of the paleocurrents indicates distinct regional domains. Fig. 4 and Fig. 6B show eolian units located in the north-central basins of Gondwana (paleolatitude between 10° and 25° S). They correspond to Água Grande Formation and northern portion of the Botucatu Formation. The units present cross-strata mean vectors dipping towards S, SE and SW (Scherer and Goldberg, 2007; Wiederkehr, 2010). In contrast, Botucatu Formation crossbedded eolian dunes in the southern portion of the basin (Uruguay, Rio Grande do Sul and Santa Catarina) and the Main unit in the Twyfelfontein Formation (paleolatitude 30° S) present cross-strata mean vectors dipping towards NE (Mountney et al., 1998; Scherer and Goldberg, 2007). In turn, the Botucatu Formation in present Paraná State (paleolatitude 26° S) is marked by widely dispersed dip of cross-strata mean vectors culminating in polymodal distribution (Scherer and Goldberg, 2007). In southwest Congo Basin (paleolatitude 15° S), measured paleocurrents of eolian dunes from Dekese Formation are corrected to WSW (Linol et al., 2015a). The Avilé Member (paleolatitude 35° S) presents cross-strata mean vectors dipping towards NNE (Veiga et al., 2002).

5.2.3. *Paleowind Pattern*

The beginning of the Early Cretaceous has no proposed GCM. However, there were no significant paleogeographic changes between the Late Jurassic and beginning of Early Cretaceous to suggest a change in wind patterns for lower latitudes of Gondwana. As shown in Fig. 6B, the SSW paleocurrent of Água Grande Formation and the SSE paleocurrent from northern portion of Botucatu Formation, located in paleolatitude 10° to 25° S, are a consequence of the reorientation of the northeast trade winds that crossed the equator into tropical westerlies in low latitudes of Gondwana. This wind deflection is a consequence of a high-pressure center (Fig. 6C) in the center-eastern portion of Gondwana (Moore et al., 1992).

Paleocurrents to NE of the southern portion of the Botucatu Formation and Twyfelfontein Formation (located in paleolatitude of 30° S), along with paleocurrents to N from the Avilé

Member (located in paleolatitude of 36° S) represent southeast winds to the south of the ITCZ. These winds from the high-pressure center in the Paleo-Pacific Ocean flow to the low-pressure center in the continent. The polymodal paleocurrent data from the central portion of the Botucatu Formation located in paleolatitude 26° S point to the confluence of tropical westerlies and southwest winds, allowing the precise positioning of ITCZ and corroborating GCM.

The WSW paleocurrent of the Dekese Formation, located in paleolatitude 15° S, represents the deflection of the Southern Hemisphere trade winds to west/southwest. The paleocurrent points to the eastern boundary of the influence of monsoonal tropical westerlies during summer of the Southern Hemisphere.

In Figure 6C (December-January-February), the predicted winds in low Northern Hemisphere latitude are northeast trade winds. The predicted winds in low Southern Hemisphere latitude and prevailing measured winds are still the northeast trade winds. However, in mid-low southern latitude 20° S, the predicted and measured winds are tropical westerlies (Loope, 2004), not the expected southeast trade winds from a zonal pattern.

Paleocurrent data suggest that the monsoonal pattern advanced to the beginning of the Cretaceous (Fig. 6B). Thus, the wind map shows a distribution of a well-defined monsoonal atmospheric circulation pattern, because they suggest that the ITCZ shifted to the south of the equator line during summer of the Southern Hemisphere. In this hemisphere, tropical westerlies dominated latitudes near 20° S and southwest winds dominated latitudes near 30° S. In the summer of the Southern Hemisphere, Northern Hemisphere northeast trade winds from the extreme north of Gondwana reached ITCZ, that shifted to the south due to large landmass effect. The winds turned abruptly and flowed as tropical westerlies into the low-pressure zones over central Gondwana, representing 180° flow reversal (Loope, 2004).

5.3. Early Cretaceous end

5.3.1. Paleogeography

In this interval, fragmentation of Gondwana was in progress and an epicontinental sea opened in the south to give rise to the South Atlantic Ocean (Scotese et al., 1999). The Central Atlantic became a mature ocean due to the opening of Gulf of Mexico (Blakey, 2008) (Fig. 7A). The absence of epicontinental seas in the interior of Gondwana, specifically in the center-western portion, was a consequence of a wide plateau in the eastern portion (Scherer and Goldberg, 2007), leaving dry the interior of the continent and reinforcing an arid climate. At this stage, the process of rupturing was intensified and developed a continental rift system, giving rise to half-grabens in the northeast and to the South Atlantic Ocean in the south.

A system of aborted rifts in the interior of the Brazilian northeast was mostly in the final filling phase. These rifts are represented in this study by the Lima Campos Formation (Iguatu Basin), São Sebastião Formation (Jatobá Basin) and Almada Group (Camamu Basin). They have a predominantly alluvial and lacustrine fill, with eolian deposits restricted to sand sheets and small eolian dune fields (Arima, 2007; Rocha and Amaral, 2007; Born et al., 2011). At the same time, another considerable fall in sea level in the Neuquén Basin culminated in the deposition of the Troncoso Member on top of previous Aptian marine deposits (Strömbäck *et al.*, 2005).

5.3.2. *Cross-strata dip directions*

The cross-strata of the eolian dunes of São Sebastião Formation, Lima e Campos Formation and Almada Group record (Fig. 4 and Fig. 7B) eolian paleocurrents to WNW (paleolatitude 5° to 15° S) (Arima, 2007; Ferronato, 2016; Born et al., 2011). In Neuquén Basin, Troncoso Member records cross-strata mean vectors dipping towards NE (paleolatitude 35° S) (Strömbäck et al., 2005; Veiga et al., 2005).

5.3.3. *Paleowind Patterns*

There is no proposed GCM for the end of the Early Cretaceous. However, the paleocurrent data fit the model (Fig. 7C) proposed by Hay and Floegel (2012) for late

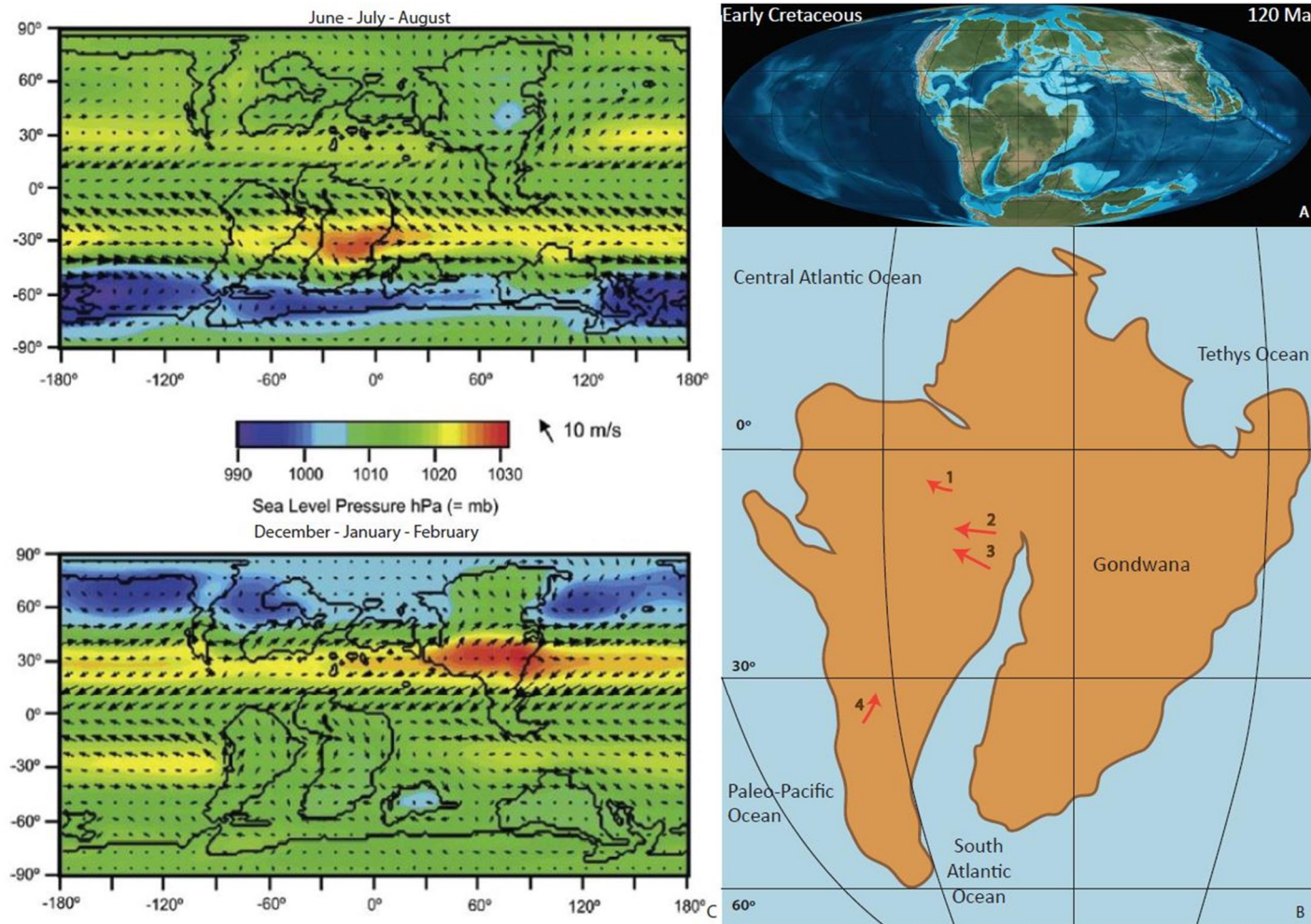


Fig. 7. End of Early Cretaceous wind map. A: Paleogeographic map modified from Blakey (2011). B: Project wind model resultants. 1: Lima e Campos Fm., 2: São Sebastião Fm., 3: Almada Gp. and 4: Troncoso Fm.. C: Atmospheric Circulation Model from Hay and Floegel (2012).

Cenomanian-Early Turonian (beginning of the Late Cretaceous). Paleocurrent data from the São Sebastião and Lima e Campos Formations and Almada Group, located in paleolatitude 5° to 15° S, present paleocurrents to west-northwest, indicating a predominance of trade winds, corroborating with the patterns defined by GCM (Hay and Floegel, 2012). According to GCM, the prevailing winds were winter trade winds, whose speeds reached 4 to 7 m/s (Hay and Floegel, 2012). During summer, winds were weak and did not determine dune migration trend. In the Neuquén Basin in Argentina, paleocurrents of Troncoso Formation, located in paleolatitude 35° S, are in general to northeast, indicating the predominance of summer westerlies according to GCM for the Southern Hemisphere (Fig. 7B and C). Thus, the paleocurrent pattern reinforces the existence of a zonal circulation pattern at the end of the Early Cretaceous, with easterlies (trade winds) dominating low latitudes and westerlies in middle latitudes of South America.

Hadley Cell dimension shrunk during the mid-Cretaceous (Hasegawa et al., 2012). A shift in the position of the descending limb of the Haddley Cell was observed from about 30° N to 15° N in the Northern Hemisphere due to the pCO₂ threshold level about 1000 ppmv (Hasegawa et al., 2012; Hay and Floegel, 2012). However, the lack of eolian data in the area related to the descending limb for that period in the Southern Hemisphere leaves this shift unregistered. Nowadays, CO₂ level is >400 ppm (NOAA, 2017) and rising. As a result, shift of descending limbs brings catastrophic alterations in climate because, among other things, the descending limbs control dry and moist regions at low latitudes (Hasegawa et al., 2012; Hay and Floegel, 2012).

The eolian paleocurrent data reinforce the monsoonal circulation pattern for Gondwana proposed by various authors (Moore et al., 1992; Parrish, 1993). However, contrary to the assertions of Parrish and Peterson (1988), the monsoonal pattern did not go extinct in Jurassic due to fragmentation of Pangea. The pattern was extended to the beginning of the Early Cretaceous in the middle latitudes of Gondwana. Gondwana, similar to Pangea, had the necessary size to configure a monsoonal pattern (Parrish, 1993), weaker than Pangea but still expected to occur.

6. Conclusions

The eolian paleocurrent mean vectors obtained in eolian or fluvial-eolian sandstones of Upper Jurassic to Lower Cretaceous reflect the change from the monsoonal atmospheric circulation pattern to

a zonal pattern only in the end of the Early Cretaceous. As described in this study, from the Late Jurassic to the beginning of the Early Cretaceous, Gondwana was dominated by northeast winds to the north, southwest winds to the south and also polymodal winds in the center during the beginning of the Early Cretaceous, marking the monsoonal atmospheric circulation pattern, given that the ITCZ shifted to south of the equator. However, at end of the Early Cretaceous, winds had a general preference towards west in the low and mid-latitudes, consistent with establishment of the zonal pattern. Therefore, the result is of value for the study of paleowinds derived from eolian strata, because the passage of a monsoonal pattern to a zonal pattern is recognized from eolian paleocurrent records in eolian and fluvial-eolian environments. Also, fragmentation of Gondwana Supercontinent during the Late Jurassic-Early Cretaceous affected the general atmospheric circulation system due to paleogeographic changes.

Acknowledgments

This work was supported by ANP/PRH-12, which provided the first author's Master's Degree scholarship. We thank both Emese Bordy, Bastien Linol, Nigel Mountney and Patricia Colombo Mescolotti for generosity of time answering emails and for sharing reading materials about eolian paleocurrent data on their specific units of study. And we are grateful to Léo Afraneo Hartmann for the helpful grammar review.

References

- Arima, N., 2007. Análise Estratigráfica da Bacia do Iguatu, CE. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Ballén, O.A.R., Góes, A.M., Negri, F.A., Maziviero, M.V., Teixeira, V. Z.S., 2013. Sistema eólico úmido nas sucessões sedimentares interderrames da Formação Mosquito, Jurássico da Província Parnaíba, Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, 43(4): 695-710.
- Blakey, R.C., 2008. Gondwana paleogeography from assembly to breakup -A 500 m.y. odyssey. *The Geological Society of America, Special Paper* 441.
- Blakey, R.C., 2011. Library of Paleogeography. Paleogeographic. Maps of Ron Blakey. <http://cpgeosystems.com/paleomaps.html>. (Accessed 16 May 2015).
- Born, C.C, Scherer, C.M.S., Adegas, F., Filho, M.L., Kuchle, J., 2011. Estratigrafia e tectônica da seção rifte no Gráben de Camamu, porção emersa da Bacia de Camamu, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*. 41(2): 334-354.

- Compagnucci, R.H., 2011. Atmospheric circulation over Patagonia from the Jurassic to present: a review through proxy data and climatic modelling scenarios. *Biological Journal of the Linnean Society*, 2011, 103, 2296249.
- Eastwood, E.N., Kocurek, G., Mohrig, D., Swanson, T., 2012. Methodology for reconstructing wind direction, wind speed and duration of wind events from aeolian cross-strata. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 117, F03035, Doi:10.1029/2012jf002368.
- Ferronato, J.P.F., 2016. Sucessão flúvio-eólica da Formação São Sebastião, Bacia De Jatobá, PE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- Hay, W.W., Floegel, S., 2012. New thoughts about the Cretaceous climate and oceans. *Earth-Science Reviews* 115 (2012) 2626272.
- Hasegawa, H., Tada, R., Jiang, X., Sukanuma, Y., Imsamut, S., Charusiri, P., Ichinnorov, N. & Khand, Y., 2012. Drastic shrinking of the Hadley circulation during the mid- Cretaceous supergreenhouse. *Climate of the Past* 8, 132361337.
- Jerram, D., Mountney, N., Holzfo, F., Stollhofen, H., 1999. Internal stratigraphic relationships in the Etendeka Group in the Huab Basin, NW Namibia: understanding the onset of flood volcanism. *Journal of Geodynamics* 28:3936418.
- Kuchle, J., Scherer, C. M. S. S., Born, C. C., Alvarenga, R. S., Adegas, F. A., 2011. A contribution to regional stratigraphy correlations of the Afro-Brazilian depression-The Dom João Stage (Brotas Group and equivalente units-Late Jurassic) in Northeastern Brazilian sedimentary basins. *Journal of South America Earth Sciences* 32, (2011) 358-371.
- Linol, B., de Wit, M.J., Barton, E., Guillocheau, F., Michile, C.J., Colin, J-P. 2015. Facies analyses, chronostratigraphy and paleo-environmental reconstructions of jurassic to cretaceous sequences of the Congo Basin, in: de Wit, M.J., Guillocheau, F., de Wit, M.C.J. (Eds.), *Geology and Resource Potential of the Congo Basin*, Regional Geology Reviews, Publisher: Springer Berlin Heidelberg, pp.135-161.
- Linol, B., de Wit, M.J., Milani, E., Guillocheau, F., Scherer, C., 2015. New regional correlations between the Congo, Paraná and Cape-Karoo Basins of Southwest Gondwana, in: de Wit, M.J., Guillocheau, F., de Wit, M.C.J. (Eds.), *Geology and Resource Potential of the Congo Basin*, Regional Geology Reviews, Publisher: Springer Berlin Heidelberg, pp.245-268.
- Lofty, H.I., 2015. Early Cretaceous counterclockwise rotation of Northeast Africa within the equatorial zone: Paleomagnetic study on Mansouri ring complex, Southeastern Desert, Egypt. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics* (2015) 4, 1615.
- Loope, D.B., Steiner, M.B., Rowe, C.M., Lancaster, N., 2004. Tropical westerlies over Pangaeian sand seas. *Sedimentology* (2004) 51, 315-322.
- Moore, G.T., Hayashida, D.N., Ross, C.A., Jacobson, S.R., 1992. Palaeoclimate of the Kimmeridgian/Tithonian (Late Jurassic) world. I. Results using a general circulation model. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 93, 1136150.
- Mountney, N.P., Howell, J.A. 2000. Aeolian architecture, bedform climbing and preservation space in the Cretaceous Etjo Formation, NW Namibia. *Sedimentology*, 47: 825-849.
- Mountney, N.P., Howell, J.A., Flint, S.S. and Jerram, D.A., 1998. Aeolian and alluvial deposition within the Mesozoic Etjo Sandstone Formation, NW Namibia. *J. Afr. Earth Sci.*, 27, 175±192.
- NOAA, 2017. Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. Earth System Research Laboratory, Global Greenhouse Gas Reference Network. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> (accessed 13 October 2017).
- Parrish, J.T., 1993. Climate of the supercontinent Pangaea. *J. Geol.* 101, 2156233.
- Parrish, J.T., Peterson, F., 1988. Wind directions predicted from global circulation models and wind directions determined from eolian sandstones of the western United States -- A comparison. *Sedimentary Geology*, 56 (1988) 261-285.

- Peterson, F., 1988. Pennsylvanian to Jurassic eolian transportation systems in the Western United States. *Sediment. Geol.* 56, 207-260.
- Rocha, D.E.G.A., Amaral, C.A., 2007. Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Jatobá: Sistema Aquífero Tacaratu/Inajá. Meta B, Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos. In: Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do nordeste brasileiro. Serviço Geológico do Brasil e Universidade Federal de Pernambuco. Rede Cooperativa de Pesquisa. Ministério de Minas e Energia.
- Scherer, C.M.S., Lavina, E.L.C., Fonseca, M. M., Santos, L. A. O., 2000. Barras em pontal em depósitos fluviais antigos: exemplos no registro geológico sul-rio-grandense. *Pesquisas em Geociências (UFRGS)*, Porto Alegre, v. 27(1), p. 77-88.
- Scherer, C.M.S., 2002. Preservation of aeolian genetic units by lava flows in the Lower Cretaceous of Paraná Basin, Southern Brazil. *Sedimentology (Amsterdam)*, v. 49, p. 97-116.
- Scherer, C.M.S., Goldberg, K., 2007. Palaeowind patterns during the latest Jurassic-earliest Cretaceous in Gondwana: Evidence from aeolian cross-strata of the Botucatu Formation, Brazil. Elsevier, Science Direct, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 250 (2007) 89-100.
- Scherer, C.M.S., Lavina, E.L., 2005. Sedimentary cycles and facies architecture of Aeolian-fluvial strata of the Upper Jurassic Guará Formation, southern Brazil. *Sedimentology* (2005) 52, 1323-1341.
- Scherer, C.M.S., Lavina, E.L., 2006. Stratigraphic evolution of a fluvial-aeolian succession : The example of the Upper Jurassic - Lower Cretaceous Guará and Botucatu formations, Paraná Basin, Southernmost Brazil. *Gondwana Research* 9, 475-484.
- Scotese, C. R., Boucot, A.J., Mckerrrow, W.S, 1999. Gondwana paleogeography and paleoclimatology. Pergamon. *Journal of African Earth Sciences*, vol. 28, no. 1, pp.99-114.
- Scotese, C.R., Summerhayes, C. P., 1986. A computer model of paleoclimate to predict upwelling in the Mesozoic and Cenozoic. *Geobyte*, 1:28-42.
- Stanisstreet, I.G., Stollhoffen, H., 1999. Onshore equivalents of the main Kudu gas reservoir in Namibia. In: Cameron, N. R., Bate, R. H. and Clure, V. S. (eds) *The Oil and Gas Habitats of the South Atlantic*. Geological Society, London, Special Publications, 153, 345-365.
- Strömbäck, A., Howell, J.A, Veiga, G.D., 2005. The transgression of an erg - sedimentation and reworking/ soft-sediment deformation of aeolian facies: the Cretaceous Troncoso Member, Neuquén Basin, Argentina, in: Veiga, G.D, Spalletti, L.A., Howell, J..A., Schwarz. E. (Eds.), *The Neuquén Basin, Argentina: A Case Study in Sequence Stratigraphy and Basin Dynamics*. Geological Society, London, Special Publications, 252, pp. 163-183.
- Veiga, G. D., Spalletti, L.A., 2007. The Upper Jurassic (Kimmeridgian) fluvial-aeolian systems of the southern Neuquén Basin, Argentina. *Gondwana Research* 11(3):286-302.
- Veiga, G.D., Spalletti, L.A., Flint, S., 2002. Aeolian/fluvial interactions and high resolution sequence stratigraphy of a non-marine lowstand wedge: the Avilé Member of the Agrio Formation (Lower Cretaceous), central Neuquén Basin, Argentina. *Sedimentology*, 49, 1001-1019.



PALAEO_2017_910 | Research Paper

Paleowind reconstruction in Gondwana during the Late Jurassic-Early Cretaceous

Raquel Gewehr de Mello | Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

Status: **Under Review (0 days)** | Submitted: **18/Dec/2017**
[Overview](#)


Files



Messages

Other Authors [Show Details](#)

claiton marlon santos scherer (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Ezequiel Galvão de Souza (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), João Pedro Formolo Ferronato (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

[Contact Editorial Team](#)

Abstract

The passage of a monsoonal pattern to a zonal atmospheric circulation pattern occurred during the Cretaceous due to fragmentation of Gondwana Supercontinent. This change in the paleowind direction is recorded in cross-strata dip directions of eolian dunes accumulated in various basins of Gondwana. Three maps of paleowind reconstruction were built with integration of compiled paleocurrent data from Phanerozoic basins in Brazil, Neuquén Basin in Argentina and Congo Basin and Huab Basin in Africa. Gondwana was dominated by northeast winds to the north and southwest winds to the south, thus shifting the Intertropical Convergence Zone to 15° to 20° south of the equator during Late Jurassic to the beginning of the Cretaceous. In turn, winds had a general tendency towards west-northwest at low and mid-latitudes in Gondwana at the end of Early Cretaceous. These results point to the existence of a monsoonal pattern during the Late Jurassic to the beginning of Early Cretaceous and the entry of zonal pattern at the end of Early Cretaceous, associated with fragmentation of Gondwana.

Keywords

Monsoonal pattern; Zonal pattern; Eolian dune; Brazilian basins.

[Additional Information](#)
[View](#)

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Briden, J. C. & Irving, E., 1964. *Paleolatitude spectra of sedimentary paleoclimatic indicators*, in Nairn, A. E. M., ed. *Problems in Paleoclimatology*: London, Wiley, p. 199-224.

Compagnucci, R. H., 2011. Atmospheric circulation over Patagonia from the Jurassic to present: a review through proxy data and climatic modelling scenarios. *Biological Journal of the Linnean Society*, 2011, 103, 229–249.

McKee, E. D., 1979. *Introduction to a study of global sand sea*, in *A study of global sand seas*: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 1052, p. 1-19.

Moore, G.T., Hayashida, D.N., Ross, C.A. & Jacobson, S.R., 1992. *Palaeoclimate of the Kimmeridgian/Tithonian (Late Jurassic) world*. I. Results using a general circulation model. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 93, 113–150.

Parrish, J.T., 1993. *Climate of the supercontinent Pangaea*. *J. Geol.* 101, 215–233.

Parrish, J.T. & Peterson, F., 1988. Wind directions predicted from global circulation models and wind directions determined from eolian sandstones of the western United States -- A comparison. *Sedimentary Geology*, 56 (1988) 261-285.

Peterson, F., 1988. *Pennsylvanian to Jurassic eolian transportation systems in the Western United States*. *Sediment. Geol.* 56, 207–260.

Robinson, P. L., 1973. *Palaeoclimatology and continental drift*, in Tarling, D. H., and Runcom, S. K., eds., *Implications of Continental Drift to the Earth Sciences*, I: London, Academic Press, p. 449-476.

Rodríguez-López, J.P., de Boer, P. L., Meléndez, N., Soria, A.R. & Pardo, G., 2006. Windblown desert sands in coeval shallow marine deposits: a key for the recognition of coastal ergs in the mid-Cretaceous Iberian Basin, Spain. *Terra Nova*, 18, 314–320.

Scherer, C.M.S. & Goldberg, K., 2007. *Palaeowind patterns during the latest Jurassic. earliest Cretaceous in Gondwana: Evidence from aeolian cross-strata of the Botucatu Formation, Brazil*. Elsevier, Science Direct, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 250 (2007) 89-100.

Scotese, C. R. At the end of the Triassic, Pangea began to rift apart. Disponível em: < <http://www.scotese.com/newpage8.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

Scotese, C. R. & Summerhayes, C. P., 1986. A computer model of paleoclimate to predict upwelling in the Mesozoic and Cenozoic. *Geobyte*, 1:28-42.

Webster, P.J., 1987. *The elementary monsoon*. In: Fein, J.S., Stephens, P.L. (Eds.), *Monsoons*. John Wiley & Sons, New York, pp. 3–32.

4. HISTÓRICO ESCOLAR



RAQUEL GEWEHR DE MELLO

191597

Lista das atividades de ensino do aluno avaliadas pelo curso.


HISTÓRICO CURSO
GEOCIÊNCIAS - Mestrado Acadêmico - 01/03/2016


Período Letivo	Código	Disciplina	Créditos	Conceito	Situação
2017/02		Estágio Docência	-	-	Matriculado
2017/02	GEB00128	Redação e submissão de artigo científico	5	-	Matriculado
2017/01	GEB00053	Evolução Costeira	4	A	Aprovado
2017/01	GEB00121	PALEOCLIMATOLOGIA	3	A	Aprovado
2017/01	GEP92-64	TEMAS ESPECIAIS EM GEOQUÍMICA: Intraplate dynamics and sedimentary	1	A	Aprovado
2016/01	GEB00046	Análise estratigráfica	6	A	Aprovado
2016/01	GEB00044	Estratigrafia Avançada	4	A	Aprovado
2016/01	GEB00045	Fácies e Sistemas Depositionais	5	A	Aprovado
		Inglês em 20/12/2016	-	-	-

Totais

Créditos Matriculados neste Ingresso:	5
Créditos Cursados com Aprovação neste Curso:	23
Total:	28

5. PARECERES DA BANCA EXAMINADORA

ANEXO I	
Título da Dissertação/Tese:	
" RECONSTRUÇÃO DOS PALEOVENTOS DO GONDUANA NO JURO-CRETÁCEO "	
Área de Concentração: Estratigrafia	
Autora: Raquel Gewehr De Mello	
Orientador: Prof. Dr. Claiton Marlon dos Santos Scherer	
Examinadora: Profa. Dra. Manoela Bettarel Bállico	
Data: 15/02/2018	
Conceito: A	
PARECER:	
<p>A presente dissertação encontra-se bem estruturada e o tema escolhido pela aluna e seu orientador é de grande interesse científico. É possível observar que a aluna adquiriu uma vasta informação bibliográfica sobre diferentes unidades eólicas ao longo dos períodos Jurássico e Cretáceo em distintas bacias sedimentares do Supercontinente Gondwana, onde a aluna conseguiu expor de forma clara e objetiva a mudança de um padrão monsonal de circulação atmosférica para um padrão zonal no Supercontinente Gondwana no final do Cretáceo.</p>	
Algumas ressalvas:	
<p>(1) As unidades sedimentares foram resumidas em uma tabela. Seria interessante criar um tópico onde as unidades fossem descritas de forma mais extensa;</p> <p>(2) No mapa paleogeográfico modificado por Blakey (2011) seria interessante nomear os continentes (e.g. Gondwana, Laurasia..)</p> <p>(3) No último parágrafo do item 5.3.3. a autora escreve "Gondwana, similar to Pangea, had the...." O Supercontinente Pangea englobava os supercontinentes Gondwana e Laurasia... Na realidade seria o Gondwana similar a Laurasia, em termos de tamanho..</p>	
Ressalvas menores foram modificadas no texto que será entregue para a aluna.	
Assinatura: 	
Data: 15/02/2018	
Ciente do Orientador:	
Ciente do Aluno:	

ANEXO I	
Título da Dissertação/Tese:	
"RECONSTRUÇÃO DOS PALEOVENTOS DO GONDUANA NO JURO-CRETÁCEO"	
Área de Concentração: Estratigrafia	
Autora: Raquel Gewehr De Mello	
Orientador: Prof. Dr. Claiton Marlon dos Santos Scherer	
Examinador: Prof. Dr. Giorgio Basilici	
Data: 9 de fevereiro de 2018	
Conceito: A	
PARECER:	
Veja-se documento anexo.	
	
Assinatura:	Data: 9 de fevereiro de 2018
Ciente do Orientador:	
Ciente do Aluno:	

AVALIAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE RAQUEL GEWEHR DE MELLO
UFRGS - fevereiro de 2018

A aluna de mestrado Raquel Gewehr De Mello, orientada pelo Professor Doutor Claiton Marlon dos Santos Scherer, apresenta uma dissertação para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Geociências, na Área de concentração Estratigrafia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul com título "Reconstrução dos paleoeventos do Gondwana no Juro-Cretáceo".

A parte algumas considerações gerais sobre a escrita e a organização do texto, esta avaliação segue a estrutura da dissertação. Capítulo por capítulo é comentado e avaliado o conteúdo do texto. A última parte desta avaliação é dedicada às considerações gerais e conclusivas.

ESCRITA E ESTRUTURA GERAL DA DISSERTAÇÃO

A escrita é constituída por períodos curtos, assim egregiamente evitando barroquismos literários e repetições inúteis. A gramática é respeitada e a sintaxe usada é extremamente compreensível. As informações resultam assim claras e precisas. De fato, é o que se espera de escritos científicos.

Como tive modo de comentar por outra dissertação de mestrado do mesmo curso, a estrutura com a qual esta é apresentada é amplamente elogiável. Por um lado, a parte introdutória em língua portuguesa introduz o tema e permite a inclusão de algumas explicações, que seriam demais longas para serem inseridas num artigo de revista; por outro lado, o manuscrito em língua inglesa facilita por parte do mestrando a difusão na rede internacional do seu trabalho de pesquisa.

TÍTULO

O título é simples, intuitivo, direto. Ótimo título.

RESUMO e ABSTRACT

O resumo é bem feito. De fato, imediatamente aponta ao tema da pesquisa e explica claramente as principais conclusões do manuscrito. Contudo, dever-se-ia inserir algumas palavras para explicar melhor os métodos usados nessa pesquisa. De fato, parece-me um pouco redutivo falar somente de estratificações cruzadas.

INTRODUÇÃO, OBJETIVOS, ESTADO DA ARTE

Estes itens estão todos no estilo da escrita, como comentado acima: curtos, claros, elucidativos e corretos.

MANUSCRIPT

ABSTRACT

O abstract do manuscrito é análogo ao resumo. Valem as considerações já feitas.

INTRODUCTION AND BACKGROUND

Nas suas linhas gerais esta parte recalca quanto é escrito anteriormente em língua portuguesa. Eu suspeito que a parte do "background" seja um pouco demais prolixa e deveria ser cortadas.

STUDIED BASINS

Achei singular esta sessão do manuscrito. As informações que estão escritas são praticamente só geográficas. De fato, para ser similar a um "Geological Setting" têm poucas informações, mas para ser uma sessão (ou parágrafo) separada é muito parca. Sugiro (mas esta sugestão é só teórica, ... de fato quem vai "bater martelo" serão os referees) incrementar o parágrafo com algumas informações geológicas das bacias que possam se ligar com o tema da pesquisa ou inserir este parágrafo nos "Methods" o na "Introduction".

METHODS

Nada a declarar, se não que são muito claros.

RESULTS AND DISCUSSION

exemplo, eu teria procurado fazer uma descrição crítica dos dados, considerando que a maioria deles é extraída na literatura. Talvez teria provado a me aprofundar, onde e por quanto possível, no tipo de estratificações cruzadas usadas como dados de paleodireção do vento. Outro aspecto que teria enfatizado, sempre onde possível, é a posição dos dados nas diferentes bacias e possivelmente definido a relação destes dados com o sistema ou parte do sistema deposicional interpretado em literatura. A asserção que a direção de imersão dos *foresets* é paralela à paleodireção do vento é correta no caso de dunas transversais, mas nem todas as dunas eram transversais. De fato, acontece que, considerando a dificuldade de interpretar dunas lineares ou oblíquas ou de reconhecer direção de vento em sistemas de draas com dunas superimpostas, muitas vezes as interpretações observadas na literatura são incertas. Provavelmente, se uma descrição mais detalhada dos dados não tivesse sido possível, teria sido importante no texto transmitir esta incerteza.

CONCLUSIONS

As conclusões são lógicas, respeitam quanto escrito antes, não fazem um resumo de quanto escrito, mas expressam somente as principais descobertas da pesquisa.

WRITING

O Inglês é escrito bem. Quero dizer que é muito bem compreensível para nós, não nascido, por sorte, num país anglo-saxão. Contudo, alguns poucos erros de digitação e sintaxe se encontram, mas não achei por isto importante sinalizá-los no texto em pdf. Uma boa releitura ou ... os *referees* servirão para isto tb.

FIGURAS

As figuras são boas, a gráfica é clara e não precisam modificações.

REFERENCES

Controlei só randomicamente. Aquelas que eu verifiquei estão OK.

CONSIDERAÇÕES GERAIS E CONCLUSIVAS

Prefiro dividir esta avaliação como se eu fosse duas pessoas diferentes: um avaliador de dissertação e um avaliador de referee de revista. Embora esta última não é minha incumbência, não posso separar completamente os dois papéis, porque a dissertação como é estruturada gera esta sobreposição e tendo eu mesmo às vezes ambos as funções.

Sendo o avaliador de dissertação avalio esta dissertação excelente. A excelência é devida ao tema tratado, à sua visão inter-regionalista, à maneira clara e sucinta do texto, à ordem com a qual estas ideias são tratadas.

Sendo o avaliador de manuscrito enviado a revista, provavelmente sugeriria de intensificar a descrição e discussão dos dados. Mas geraria uma avaliação positiva do artigo com *minor or moderate revisions*.

Em fim, reforçando quando escrito. Esta dissertação é aprovada com excelência.

Questo é tutto,

Grazie, para ter me permitido avaliar esta dissertação.

Giorgio

ANEXO I
Título da Dissertação/Tese:
" RECONSTRUÇÃO DOS PALEOVENTOS DO GONDUANA NO JURO-CRETÁCEO "
Área de Concentração: Estratigrafia
Autora: Raquel Gewehr De Mello
Orientador: Prof. Dr. Claiton Marlon dos Santos Scherer
Examinador: Prof. Dr. Patrick Francisco Führ Dal'Bó
Data: 09/02/2018
Conceito: A - Excelente
PARECER:
<p>O trabalho proposto pela candidata é de grande relevância ao entendimento das condições de circulação atmosférica materializado em rochas do Jurássico Superior—Cretáceo Inferior no interior do paleocontinente Gonduana. A candidata mostra amplo domínio técnico sobre a temática proposta e capacidade de desenvolver discussão e interpretação baseadas no conjunto de dados disponíveis. A apresentação da dissertação em formato de artigo científico é clara ao leitor e à submissão de um artigo ao corpo editorial de um periódico internacional comprova a importância da temática abordada e o rigor científico no tratamento dos dados.</p> <p>Abaixo, apenas apresento algumas considerações de caráter geral para melhor clarificação de alguns trechos do trabalho e, outras de espectro específico, citando possíveis incorreções. Contudo, nenhum comentário altera o mérito alcançado pelo trabalho e, na forma como está apresentado reservo à candidata o conceito de excelente.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1) Tópico 1.2. O substrato técnico para discussão dos dados climáticos e de padrões de circulação apresenta alguns trechos não muito claros, principalmente em referência ao padrão monçônico e, deveria apresentar mais referências climatológicas e, não apenas de estudos paleoclimatológicos e de reconstruções paleogeográficas. 2) Figura 5. Sugiro a substituição pelo mapa de Meigs (1953) e, a inclusão de um mapa mundial de distribuição das isoietas, que facilitaria a compreensão da distribuição das grandes áreas desérticas subtropicais. 3) Se faz necessária a revisão no uso de termos geocronológicos e cronoestratigráficos formais e informais, bem como no uso de suas respectivas siglas e símbolos. 4) Studied basins. As bacias do Paraná e Parnaíba são bacias paleozoicas e não mesozoicas conforme citado no texto. A cobertura mesozoica é apenas uma parte do preenchimento dessas bacias. 5) Methods. É necessário especificar quais foram os dados coletados em campo por esta pesquisa e quais são exclusivos da compilação

bibliográfica. A autora cita por vezes os dados coletados, mas não especifica qual foi a unidade litoestratigráfica descrita nem a quantidade de medidas realizadas. De forma como está, passa a impressão que todos os dados são provenientes da bibliografia.

- 6) **Late Jurassic Paleogeography.** Dom João é apenas um andar local da Série Recôncavo e sua definição foi realizada por Viana et al. (1971). (...) A sucessão recebe diferentes denominações litoestratigráficas, a depender das áreas em estudo.
- 7) **Figure 4.** De fato é uma tabela, não uma figura! Nesta tabela seria interessante acrescentar o tipo de duna (caso o autor tenha apresentado a reconstrução tridimensional), para facilitar a compreensão das estruturas que foram medidas, porque a descrição das unidades apresentadas não é uniforme e, a discrepância na quantidade de estratos cruzados medidos pelos autores nos releva que, em alguns casos, os estudos não tinham o viés de apresentar análises de paleocorrentes. Ademais, não é especificado a quantidade de afloramentos estudados pelo número de medidas obtidas para evitar tendenciamentos nas medidas.
- 8) **Early Cretaceous beginning paleogeography.** *In the Hauterivian, a major drop in sea level generated space?* Discutindo a eustasia como fator de controle a sedimentação, tal asserção está incorreta, precisa ser revista.
- 9) **The Botucatu desert.** O referido “deserto Botucatu” não ocorre em tais países mencionados, pois não é uma configuração fisiográfica atual. As rochas atribuídas a Formação Botucatu estão distribuídas por tais países e o ambiente ora inferido é eólico.

Outras sugestões apenas se referem a traduções de termos específicos, como *monsoonal* para monçônico e revisões menores de aspectos de citações no corpo do texto – ordenação por ano de produção. De qualquer forma, parabenizo a aluna e seu orientador pelo exemplar trabalho gerado.

Referências

Meigs, P., 1953. World distribution of arid and semi-arid homoclimates. In: Reviews of research on arid zone hydrology. Paris, United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, Arid Zone Programme, 1, p. 203-209.

Viana, C.F.; Gama Júnior, E.G.; Simões, I.A.; Moura, J.A.; Fonseca, J.R.; Alves, R.J., 1971. Revisão estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. Boletim Técnico da Petrobras 14(3/4), 157-192.

Assinatura:

Data: 09/02/2018

Ciente do Orientador:

Ciente do Aluno: