



Á

Á

Á

Á

Á

Á

Á

Á

Á

RECONSTRUÇÃO DOS PALEOEVENTOS DO CENTRO-OESTE DO GONDUANA NO JURO-CRETÁCEO

Á

Á

Á

Á

Á

Á

Á

Á

Á

Úl i q Á q * i ^ É G e F í Á

Á

RAQUEL GEWEHR DE MELLOÁ

Á
Á
Á
Á
Á
Á
Á
Á

RECONSTRUÇÃO DOS PALEOVENTOS DO CENTRO-OESTE DO GONDUANA NO JURO-CRETÁCEOÁ

Á
Á

V!ææ@ Á^ÁÔ } &•ë[Á[ÁÔ!•[Á^ÁÔ^ [[*æÁ[ÁQ•æ ç Á^Á
Õ^ [&ã } &æ ÁæÁM, ç^!•ææ^ÁÇ^á^!æÁ[ÁÜq ÁÔ!æ á^Á[ÁÜ |Ë
Oq |^•^} æ[Á æ[|{ æÁ^Á [] [*!ææÁ } ç ÁÁã &ç |ç æÁ[| ç Á
V^ { | ç[Á{ ÁÔ^ [[*æÁQÆ [{ [Á^~ á æ[Á æ&æÁ ææ[àç } æ[Á
á[Á!æ Á^Áó&ç^|Á{ ÁÔ^ [[*æÁ

Á

Orientador: Á[-ËÖ|ËÖ|æ[} Á æ[] } Á[•ÁJæ ç •ÁJ&@!^!Á

Supervisor: Á •ËÖ: ^~ a|Á^Á[~ : æÖæç[Á

Á
Á
Á
Á
Á
Á
Á
Á
Á
Á
Á

Ú[|ç Áç^!^ËçÉí Á

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: André Sampaio Mexias

Vice-Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Mello, Raquel Gewehr de

Reconstrução dos paleoventos do centro-oeste do Gondwana no Juro-Cretáceo . / Raquel Gewehr de Mello. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2015.
[86 f.] il.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso).- Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2015.

Orientador(es): Claiton Marlon dos Santos Scherer

1. Paleoventos 2. Dunas Eólicas 3. Juro-Cretáceo 4. Gondwana I.
Título.

CDU 55

Catálogo na Publicação

Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS

Veleida Ana Blank

CRB 10/571

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso “**RECONSTRUÇÃO DOS PALEOVENTOS DO CENTRO-OESTE DO GONDUANA NO JURO-CRETÁCEO**”, elaborado por “**RAQUEL GEWEHR DE MELLO**”, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Karin Goldberg

Prof. Dr. André W. de Borba

Dr. Anderson Maraschin

Para o mundo, um pouquinho mais sobre o passado.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas da Barra 10, que sempre tiveram tempo para ficar na escadinha dividindo idéias, sonhos e reclamações ou tomar aquela cerveja em algum dia perdido da semana. À Jade e ao Rafael, por lá no começo do curso se mostrarem os amigos mais parceiros para qualquer indiada. Ao grupo das gurias "Amigas da mãe da Mari", que sempre foi um meio de carinho, amizade e ajuda emocional 24h. E ao grupo de colegas que nesse final de etapa se uniu para se encontrar sempre que possível para aproveitar os últimos meses de graduação. Aos veteranos que no início do curso me acolheram com muita alegria e dicas, valeu pelo escalímetro Pajaque e Gepeto!

A três pessoas que sempre pararam tudo que estavam fazendo para me ajudar: Pelo sexto sentido do Zazá que já sabia que eu chegava na sala da Chapada para dúvidas com o Illustrator e Arc Gis e sempre me auxiliou nesses programas com toda paciência do universo. Pela paciência para dúvidas e dedicação na discussão de temas do Adriano. E pela ajuda com dúvidas de mega básicas a tri complexas do João, sem esquecer das dicas de sons incríveis. Agradeço pela companhia e ajuda do pessoal da sala do Rift, à Camila que me ajudou nos perfis, à Fran pelos momentos de intervalo de vídeos no youtube ou idas ao Chiques e ao Erik que trocava idéias malucas de coisas da internet. Aos antigos do Rift também, Nati e Olavo. E ao Carlinhos por organizar o universo da estratigrafia e ao Rodrigo por manter meu computador sempre funcionando. Aos amigos Andreas e LaMestre, sempre prontos para discussões produtivas, conversas fiadas e para comer algum lanches.

À Manu que sempre acreditou que eu chegaria lá e ao meu orientador Claiton pela segunda chance, paciência e melhor didática!

A minha família, principalmente meus pais pela dedicação e apoio. Minha mãe, por aprender com ela a acordar cedo todos dias com energia indenpendete do dia anterior e ao meu pai, pela persistência e foco. Aos meus irmãos pela companhia nos finais de semana, à Marcia por todos almoços e jantas mais gostosos do mundo e ao meu primo Rael, aos meus avós, ao Andrade, à Thaíse e ao Mike por sempre ouvirem sobre meu trabalho com empolgação e curtirem história do planeta.

Finalmente, gostaria de agradecer ao Adrian von Ziegler pela trilha sonora da maior parte do trabalho "2 Hours of Celtic Music" (youtube) e aos álbuns mais ouvidos durante o processo: Earth Warrior de Omnia, Rush (1974), Stoneage Romeos do Hoodoo Gurus (que escuto neste momento), Ill do Stoner Train e o live do Huun-Huur-Tu, sem eles o ato de fazer figuras e escrever seria desgastante.

Agradeço ao universo por essa oportunidade. Não consigo listar todos, mas agradeço do fundo do coração a todos envolvidos. Obrigada!

“Para ver o mundo em um grão de areia...” William Blake



"All we have to decide is what to do with the time that is given us."

Gandalf

RESUMO

A passagem de um padrão monsonal para um padrão zonal de circulação atmosférica ocorreu no Juro-Cretáceo devido à fragmentação do supercontinente Gonduana. Um padrão predominantemente monsonal é caracterizado por ventos que cortam o equador, próximos à Zona de Convergência Intertropical, quando existe um contraste barométrico muito forte entre massas continentais e oceanos. Esse contraste existiu no Juro-Cretáceo entre o Gonduana e os oceanos na sua volta. Após a fragmentação, à medida que ocorria a separação de massas continentais, o contraste barométrico foi diminuindo e ocorreu o desenvolvimento do padrão zonal de ventos existentes hoje. Essa mudança de direções dos paleoventos ficou registrada nas paleocorrentes de arenitos eólicos depositados nesse intervalo de tempo. Com uma ampla integração dos dados adquiridos e compilados foi possível visualizar três mapas de reconstrução dos paleoventos (Jurássico Superior, base do Cretáceo Inferior e topo do Cretáceo Inferior), que apontaram a existência do padrão monsonal no Jurássico Superior à base do Cretáceo Inferior e a entrada do padrão zonal no topo do Cretáceo Inferior, possibilitando comprovar a hipótese de que fragmentação de um supercontinente afeta o sistema de circulação atmosférico geral com dados físicos e indicar aproximadamente quando essa quebra de padrões de paleoventos ocorreu. As bacias visadas para estudo de paleocorrentes são as bacias sedimentares Fanerozóicas do Brasil depositadas no centro-oeste do Gonduana, desde que apresentem arenitos eólicos durante o intervalo do Jurássico Superior ao Cretáceo Inferior. Por existirem poucos dados de paleocorrentes nos arenitos eólicos da Formação Tacuarembó na Bacia do Paraná, Uruguai e da Formação São Sebastião na Bacia Jatobá, Pernambuco, essas formações foram escolhidas para completar o projeto com práticas de aquisição de medidas de paleocorrentes.

Palavras-Chave: Paleoventos, Dunas Eólicas, Juro-Cretáceo, Gonduana, Bacias Brasileiras.

ABSTRACT

The passage of a monsoonal pattern to a zonal atmospheric circulation pattern occurred during the Juro-Cretaceous due to fragmentation of the Gondwana Supercontinent. A predominantly monsoonal pattern is characterized by winds that cross the equator, near the Intertropical Convergence Zone, when there is a very strong barometric contrast between land masses and oceans. This contrast existed in the Juro-Cretaceous among Gondwana and oceans around it. After fragmentation, as the continental masses were being separated, the barometric contrast was decreasing and the development of the zonal pattern of the present winds took place. This change in the paleowinds direction was recorded in paleocurrents of aeolian sandstones deposited in this interval. With a broad integration of acquired and compiled data it was possible to visualize three maps of paleowinds reconstruction (Upper Jurassic, base of the Lower Cretaceous and top of the Lower Cretaceous), which pointed to the existence of monsoonal pattern during the Upper Jurassic to the base of the Lower Cretaceous and the entry of zonal pattern in the top of the Lower Cretaceous, proving the hypothesis that the fragmentation of a supercontinent affects the overall atmospheric circulation system with physical data and indicating approximately when occurred the breaking of the paleowinds patterns. The targeted basins for this paleocurrents study are the Brazilian Phanerozoic sedimentary basins, as long as they present aeolian sandstones deposits during the Upper Jurassic to Lower Cretaceous interval. Because there were few paleocurrent data of the aeolian sandstones of the Tacuarembó Formation in the Paraná Basin, Uruguay, and São Sebastião Formation in the Jatobá Basin, Pernambuco, these formations have been chosen to complete the project with paleocurrent measures acquisition practices.

Key words: Paleowinds, Aeolian Dunes, Juro-Cretaceous, Gondwana, Brazilian Basins.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- 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](http://en.wikipedia.org/wiki/Prevailing_Winds)..... 19
- 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](http://www.clipart.dk.co.uk/DKImages/sci_earth/image_sci_earth055.jpg)..... 20
- 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](http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter9/lakebreeze.html)..... 21
- 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](http://www.scotese.com/newpage8.htm)..... 22
- 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.COM/ENVIRONMENT/HABITATS/DESERT-MAP/](http://environment.nationalgeographic.com/environment/habitats/desert-map/)..... 23
- FIGURA 6. BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS: BACIA DO PARANÁ, BACIA DO ARARIPE, BACIA JATOBÁ, BACIA ALMADA, BACIA CAMAMU, BACIA DO RECÔNCAVO, BACIA SERGIPE-ALAGOAS, BACIA TUCANO CENTRAL, BACIA TUCANO NORTE, BACIA TUCANO SUL, BACIA DO SÃO FRANCISCO, BACIA DOS PARECIS, BACIA BAURU, BACIA IGUATU E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE. MODIFICADO DE CPRM [HTTP://WWW.CPRM.GOV.BR/GIS/TECT_FANEROZOICAS.HTM](http://www.cprm.gov.br/gis/tect_fanerozoicas.htm) 24
- FIGURA 7. CARTA ESTRATIGRÁFICA DAS BACIAS FANEROZÓICA. A: BACIA DO PARANÁ, ARENITOS DO JURO CRETÁCEO DA FORMAÇÃO TACUAREMBÓ/BOTUCATU E B: BACIA JATOBÁ, ARENITOS CRETÁCEO INFERIOR DA FORMAÇÃO SÃO SEBASTIÃO. FONTE: A: BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS. MILANI ET AL., 2007, B: COSTA *ET AL.* IN: BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS. MILANI *ET AL.*, 2007. 25
- FIGURA 8. FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA DESENVOLVIDO PARA REPRESENTAR AS ETAPAS DESTE ESTUDO. 27
- FIGURA 9. DADOS DE PALEOCORRENTES EÓLICAS LEVANTADOS NO CAMPO DA FORMAÇÃO TACUAREMBÓ, URUGUAI. 28
- FIGURA 10. ESQUEMA DE UMA DUNA, DIREÇÃO DO VENTO. MODIFICADO DE: [HTTP://WEB.NCF.CA/JIM/SAND/OVERVIEW](http://web.ncf.ca/jim/sand/overview)..... 29
- FIGURA 11. EXEMPLO DE CORREÇÃO USANDO O PROGRAMA STERIONET. 30
- FIGURA 12. DADOS BACIA CONTENDO NOME, ESTADO, PAÍS E O TIPO DE BACIA. 31
- FIGURA 13. DADOS DE TOPO E BASE DA IDADE DA FORMAÇÃO DE ACORDO COM A BIBLIOGRAFIA. 31

FIGURA 14. DISTRIBUIÇÃO DOS DADOS EM FUNÇÃO DE SER APENAS UM AFLORAMENTO OU A RESULTANTE DE UMA ÁREA.....	32
FIGURA 15. DADOS DE LOCALIZAÇÃO EM UTM PARA LOCALIZAR E PLOTAR OS DADOS EM MAPAS.....	32
FIGURA 16. DADOS DAS ESTRUTURAS EM QUE FORAM MEDIDAS AS PALEOCORRENTES EÓLICAS.....	33
FIGURA 17. VETOR MÉDIO E NÚMERO DE MEDIDAS E SEUS SISTEMAS DE POSICIONAMENTO E ASSOCIAÇÕES DE FÁCIES.....	33
FIGURA 18. INDICADORES DE PALEOCLIMA APRESENTADOS NA BIBLIOGRAFIA.....	33
FIGURA 19. FONTE DO DADO PARA, SE PRECISO, ACESSAR O DADO NOVAMENTE.....	34
FIGURA 20. COMENTÁRIOS QUE SÃO IMPORTANTES, MAS NÃO SE ENCAIXAM NOS TÓPICOS ANTERIORES.....	34
FIGURA 21. DIAGRAMA DE ROSETA, PROGRAMA ROCKWORKS15. N: NÚMERO DE MEDIDAS.....	35
FIGURA 22. UTILIZAÇÃO DE DIAGRAMAS DE ROSETA EM MAPAS COMO, POR EXEMPLO, EM SCHERER E GOLDBERG (2010). N: NÚMERO DE MEDIDAS, MÉDIA: VETOR MÉDIO. MODIFICADO DE SCHERER E GOLDBERG (2010).....	36
FIGURA 23. MAPA-ESQUEMA COM DADOS DE PALEOCORRENTES DA BASE DO CRETÁCEO INFERIOR, DA BACIA DO PARANÁ, BACIAS RIFTES DO NORDESTE. FEITO NO ARCGIS, USANDO COMO BASE AS BACIAS SEDIMENTARES DO BRASIL. AVIÃO INDICA DIREÇÃO DA PALEOCORRENTE EÓLICA.....	38
FIGURA 24. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA PARNAÍBA: ITP = ITAPECURU, COD = CODÓ, COR = CORDA, GRA = GRAJAU, SAR = SARDIHA, PSB = PASTOS BONOS, MOS = MOSQUITO, SAM = SAMBAÍBA, MOT = MOTUCA, PEF = PEDRA DE FOGO, PIA = PIAUÍ, POT = POTI, LON = LONGÁ, CAB = CABEÇAS, PIM = PIMENTEIRAS, ITM = ITAIM, JAI = JAICÓS, TIA = TIANGUÁ. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE VAZ ET AL. IN: BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: BÁLLEN ET AL. 2013.....	41
FIGURA 25. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA DO PARANÁ: SGL = SERRA GERAL, BOT = BOTUCATU, GUA = GUARÁ, SM = SANTA MARIA, PIR= PIRAMBÓIA, RRT= RIO DO RASTRO, SCB= SANGA DO CABRAL, CBT= CORUMBATA, TRS= TERESINA, IRT= IRATI, SAL= SERRA ALTA, PLM= PALERMO, DRD= DOURADOS, RBN= RIO BONITO, TAC= TACIBA, AQU= AQUIDAUANA, CMO= CAMPOS MOURÃO, ITA= ITARARÉ, RSL= RIO DO SUL, LAZ= LAGOA AZUL, ORT= DIAMICTITO ORTIGUEIRA, SDM= SÃO DOMINGOS, PGR= PONTA GROSSA, TBJ= TIBAGI, FUR= FURNAS, JGR= JAGUARIAÍVA, VLM= VILA MARIA, IAP= IAPÓ, ALG= ALTO GARÇAS. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE MILANI ET AL. 2007. FONTE DO PERFIL: SCHERER & LAVINA, 2006.....	42
FIGURA 26. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA SERGIPE-ALAGOAS: BAR = BAR, MRT = MARITUBA, MOS = MOSQUITO, CAL = CALUMBI, SAP = SAPUCARI, COT = COTINGUIBA, AJU = ARACAJU, ANG = ANGICO, MAR = MARUM, RIA= RIACHUELO, TQR = TAQUARI, MUR = MURIBECA, CPS = CARMOPOLIS, IBU = IBURA, OIT = OITEIRINHOS, RPT = RIO PITINGA, MAC= MACEIÓ, MCH = MORRO DO CHAVES, CSO = COQ. SECO, PDO = PENEDO, BIT = BARRA DE ITIÚBA, FLD = FELIZ DESERTO, SER= SERRARIA, BAN = BANANEIRAS, CAN = CANDEEIRO. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE	

CAMPOS NETO <i>ET AL.</i> <i>IN:</i> BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011.	43
FIGURA 27. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA ALMADA: RD = RIO DOCE, CAR = CARAVELAS, URU = URUCUTUCA, ALG = ALGODÕES, GER = GERMÂNIA, QUI = QUIPE, IGR = IGRAPIÚNA, SRH = SERIPIÚNA, ITC = ITACARÉ, TM = TAIPUS-MIRIM, MUT = MUTÁ, RDC = RIO DE CONTAS, ILH = ILHÉUS, TIN = TINHARÉ, MDB = MORRO DO BARRO, JBT = JIRIBATUBA, ITA = ITAPARICA, SER = SERGI. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE GONTIJO <i>ET AL.</i> <i>IN:</i> BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011.	44
FIGURA 28. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA CAMAMU: RD = RIO DOCE, CAR = CARAVELAS, URU = URUCUTUCA, ALG = ALGODÕES, GER = GERMÂNIA, QUI = QUIPE, IGR = IGRAPIÚNA, SRH = SERIPIÚNA, ITC = ITACARÉ, TM = TAIPUS-MIRIM, MUT = MUTÁ, RDC = RIO DE CONTAS, ILH = ILHÉUS, TIN = TINHARÉ, MDB = MORRO DO BARRO, JBT = JIRIBATUBA, AG = ÁGUA GRANDE, TA = TAUÁ, ITA = ITAPARICA, SER = SERGI, BP = BOIPEBA, ALI = ALIANÇA, CG = CAPIANGA. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE CAIXETA <i>ET AL.</i> <i>IN:</i> BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011.	45
FIGURA 29. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA RECÔNCAVO: BAR = BARREIRAS, SAB = SABIÁ, MAZ = MARIZAL, SS = SÃO SEBASTIÃO, TAQ = TAQUIPE, POJ = POJUCA, MAR = MARACANGALHA, SI = SESMARIA, MAF = MARFIM, PIT-CAR = PITANGA-CARUAÇU, GO = GOMO, TA = TAUÁ, AG = ÁGUA GRANDE, ITA = ITAPARICA, SER = SERGI, ALI = ALIANÇA, BP = BOIPEBA. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE SILVA <i>ET AL.</i> <i>IN:</i> BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011.	46
FIGURA 30. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA TUCANO: BAR = BARREIRAS, MAZ = MARIZAL, PV = POÇO VERDE, SS = SÃO SEBASTIÃO, IS = ILHAS, POJ = POJUCA/TAQUIPE, SAV = SALVADOR, MAF = MARFIM, CAN = CANDEIAS, AG = ÁGUA GRANDE, TA = TAUÁ, ITA = ITAPARICA, SER = SERGI, CG = CAPIANGA, ALI = ALIANÇA, BP = BOIPEBA. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE COSTA <i>ET AL.</i> <i>IN:</i> BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011.	47
FIGURA 31. MAPA DAS BACIAS DO PARANÁ, PARNAÍBA E RIFTES COM SUAS BORDAS ATUAIS RELOCADAS NO JURÁSSICO SUPERIOR, MAPA BASE MODIFICADO DE BLAKEY (2011). MUDAR. COLOCAR A DEPRESSÃO AFRO-BRASILEIRA.	48
FIGURA 32. DIAGRAMA DE CORRELAÇÃO DA ESTRATIGRAFIA DAS BACIAS QUE POSSUEM UNIDADES CORRESPONDENTES. MODIFICADO DE KUCHLE <i>ET AL.</i> , 2011.	49
FIGURA 33. MAPA DE PONTOS COMPILADOS DURANTE O PROJETO DAS BACIAS COM DEPÓSITOS EÓLICOS OU FLUVIO-EÓLICOS NO JURÁSSICO SUPERIOR.	52
FIGURA 34. . MAPA DOS VENTOS. A: MAPA GERAL MODIFICADO DE BLAKEY (2011). B: MAPA DE MODELO DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA MOORE <i>ET AL.</i> (1992). C: MODELO DOS VENTOS CONSTRUÍDO COM BASE NOS DADOS ADQUIRIDOS NO PROJETO.	53

- FIGURA 35. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA DO PARANÁ: SGL = SERRA GERAL, BOT = BOTUCATU, SM = SANTA MARIA, PIR= PIRAMBÓIA, RRT= RIO DO RASTRO , SCB= SANGA DO CABRAL,CBT= CORUMBATA, TRS= TERESINA, IRT= IRATI, SAL= SERRA ALTA, PLM= PALERMO, DRD= DOURADOS, RBN= RIO BONITO, TAC= TACIBA, AQU= AQUIDAUANA, CMO= CAMPOS MOURÃO, ITA= ITARARÉ, RSL= RIO DO SUL, LAZ= LAGOA AZUL, ORT= DIAMICTITO ORTIGUEIRA, SDM= SÃO DOMINGOS, PGR= PONTA GROSSA , TBJ= TIBAGI, FUR= FURNAS, JGR= JAGUARIAÍVA , VLM= VILA MARIA, IAP= IAPÓ, ALG= ALTO GARÇAS. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE MILANI *ET AL.* 2007. FONTE DO PERFIL: SCHERER (2002)..... 55
- FIGURA 36. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA RECÔNCAVO: BAR = BARREIRAS, SAB = SABIÁ, MAZ = MARIZAL, SS = SÃO SEBASTIÃO, TAQ = TAQUIPE, POJ = POJUCA, MAR = MARACANGALHA, SI = SESMARIA, CT = ?, MAF = MARFIM, PIT-CAR = PITANGA-CARUAÇU, GO = GOMO, TA = TAUÁ, AG = ÁGUA GRANDE, ITA = ITAPARICA, SER = SERGI, ALI = ALIANÇA, BP = BOIPEBA. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE SILVA *ET AL.* *IN:* BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011. 56
- FIGURA 37. MAPA DAS BACIAS DO PARANÁ E RIFTES COM SUAS BORDAS ATUAIS RELOCADAS NA BASE DO CRETÁCEO INFERIOR, MAPA BASE MODIFICADO DE BLAKEY (2011)..... 59
- FIGURA 38. MAPA DE PONTOS COMPILADOS DURANTE O PROJETO DAS BACIAS COM DEPÓSITOS EÓLICOS OU FLUVIO-EÓLICOS NA BASE DO CRETÁCEO INFERIOR. 61
- FIGURA 39. MAPA DOS VENTOS. A: MAPA GERAL MODIFICADO DE BLAKEY (2011). B: MAPA DE MODELO DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA MOORE ET AL. (1992). C: MODELO DOS VENTOS CONSTRUÍDO COM BASE NOS DADOS ADQUIRIDOS NO PROJETO..... 62
- FIGURA 40. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA CAMAMU: RD = RIO DOCE, CAR = CARAVELAS, URU = URUCUTUCA, ALG = ALGODÕES, GER = GERMÂNIA, QUI = QUIPE, IGR = IGRAPIÚNA, SRH = SERIPIÚNA, ITC = ITACARÉ, TM = TAIPIUS-MIRIM, MUT = MUTÁ, RDC = RIO DE CONTAS, ILH = ILHÉUS, TIN = TINHARÉ, MDB = MORRO DO BARRO, JBT = JIRIBATUBA, ITA = ITAPARICA, SER = SERGI. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE GONTIJO *ET AL.* *IN:* BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011. 64
- FIGURA 41. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA JATOBÁ: MAZ = MARIZAL, SAV = SALVADOR, SS = SÃO SEBASTIÃO, IS = ILHAS, CAN = CANDEIAS, ITA = ITAPARICA, SER = SERGI, CG = CAPIANGA, ALI = ALIANÇA, BP = BOIPEBA. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE COSTA *ET AL.* *IN:* BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: UFRGS, 2011. 65
- FIGURA 42. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA BAURU/BACIA DO PARANÁ: CAI = CAIUÁ, TRB = SGL = SERRA GERAL, BOT = BOTUCATU, SM = SANTA MARIA, PIR= PIRAMBÓIA, RRT= RIO DO RASTRO, SCB= SANGA DO CABRAL,CBT= CORUMBATA, TRS= TERESINA, IRT= IRATI, SAL= SERRA ALTA, PLM= PALERMO, DRD= DOURADOS, RBN= RIO BONITO, TAC= TACIBA, AQU= AQUIDAUANA, CMO= CAMPOS MOURÃO,

ITA= ITARARÉ, RSL= RIO DO SUL, LAZ= LAGOA AZUL, ORT= DIAMICTITO ORTIGUEIRA, SDM= SÃO DOMINGOS, PGR= PONTA GROSSA , TBJ= TIBAGI, FUR= FURNAS, JGR= JAGUARIAÍVA , VLM= VILA MARIA, IAP= IAPÓ, ALG= ALTO GARÇAS. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE MILANI <i>ET AL.</i> 2007 <i>IN</i> : BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: FERNANDES E COIMBRA, 1994.	66
FIGURA 43. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA SÃO FRANCISCO: URU= URUCUIA. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE ZALÁN E SILVA <i>IN</i> : BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: SPIGOLON E ALVARENGA, 2002.	67
FIGURA 44. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA SÃO FRANCISCO: TRB = FORMAÇÃO TRÊS BARRAS. CARTA CRONO MODIFICADADO DE ZALÁN E SILVA <i>IN</i> : BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, 2007. FONTE DO PERFIL: FRAGOSO <i>ET AL.</i> 2011.....	68
FIGURA 45. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA DO IGUATU:: LCS = FORMAÇÃO LIMA CAMPOS. CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA MODIFICADA DE PONTE <i>ET AL.</i> <i>IN</i> : ARIMA (2007). FONTE DO PERFIL: ARIMA (2007).....	69
FIGURA 46. RESUMO DAS PALEOCORRENTES ADQUIRIDAS NESTE TRABALHO COM CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA BACIA PARECIS MODIFICADADA DE BOLETIM DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS, NO.1, VOL.8, 1994. FONTE DO PERFIL: BATEZELLI <i>ET AL.</i> 2014.	70
FIGURA 47. MAPA DAS BACIAS DO BAURU/PARANÁ, SÃO FRANCISCO, IGUATU E RIFTES COM SUAS BORDAS ATUAIS RELOCADAS NO TOPO DO CRETÁCEO SUPERIOR, MAPA BASE MODIFICADO DE BLAKEY (2011)..	73
FIGURA 48. MAPA DE PONTOS COMPILADOS DURANTE O PROJETO DAS BACIAS COM DEPÓSITOS EÓLICOS OU FLUVIO-EÓLICOS NO TOPO DO CRETÁCEO INFERIOR.	75
FIGURA 49. MAPA DOS VENTOS. A: MAPA GERAL MODIFICADO DE BLAKEY (2011). B: MAPA DE MODELO DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA HAY AND FLOEGEL(1992). C: MODELO DOS VENTOS CONSTRUÍDO COM BASE NOS DADOS ADQUIRIDOS NO PROJETO.....	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
Princípio	16
1.1 Características do Problema e Hipóteses	17
Problema	17
Hipótese.....	17
1.2 Objetivos	18
1.3 Estado da Arte	18
Revisão Bibliográfica Geral dos Paleoventos	18
1.4 Localização da área de investigação.....	23
2. METODOLOGIA	26
2.1 Coletas de Dados	27
Publicações: Artigos e Projetos	27
Campo.....	27
2.2 Tabela Principal	30
2.3 Diagrama de Roseta.....	35
2.4 Mapas.....	36
3. RESULTADOS	39
UNIDADES ESTUDADAS	39
3.1 Jurássico Superior	39
Paleogeografia	47
Paleoventos	50
3.2 Base do Cretáceo Inferior	54
Paleogeografia	57
Paleoventos	60
3.3 Topo do Cretáceo Inferior	63
Paleogeografia	71
Paleoventos	74
4. SÍNTESE E CONCLUSÃO	77
5. REFERÊNCIAS	79
6. APÊNDICES	86

1. INTRODUÇÃO

Princípio

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 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, 1987).

1.1 Características do Problema e Hipóteses

Problema

O intervalo correspondente ao Jurássico Superior-Cretáceo Inferior foi marcado pelo início da fragmentação do 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. Para tal fim, o estudo concentra-se na aquisição e observação de paleocorrentes dos sistemas eólicos Juro-Cretáceos das bacias sedimentares brasileiras, buscando estabelecer o regime de ventos predominante, bem como a sua evolução temporal.

Hipótese

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.

1.2 Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo reconstruir as direções dos ventos regionais no centro-oeste do supercontinente Gondwana durante o Juro-Cretáceo. A partir compilação sistemática de dados da bibliografia, juntamente com dados coletados no projeto, será 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 monsonal e o estabelecimento do padrão zonal de ventos existentes hoje, espera-se estabelecer um modelo evolutivo dos padrões de vento.

1.3 Estado da Arte

Revisão Bibliográfica Geral dos Paleoventos

No início da década de 60, estudos paleoclimáticos assumiam que o padrão atmosférico geral sempre 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). 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 circulação atmosférica.

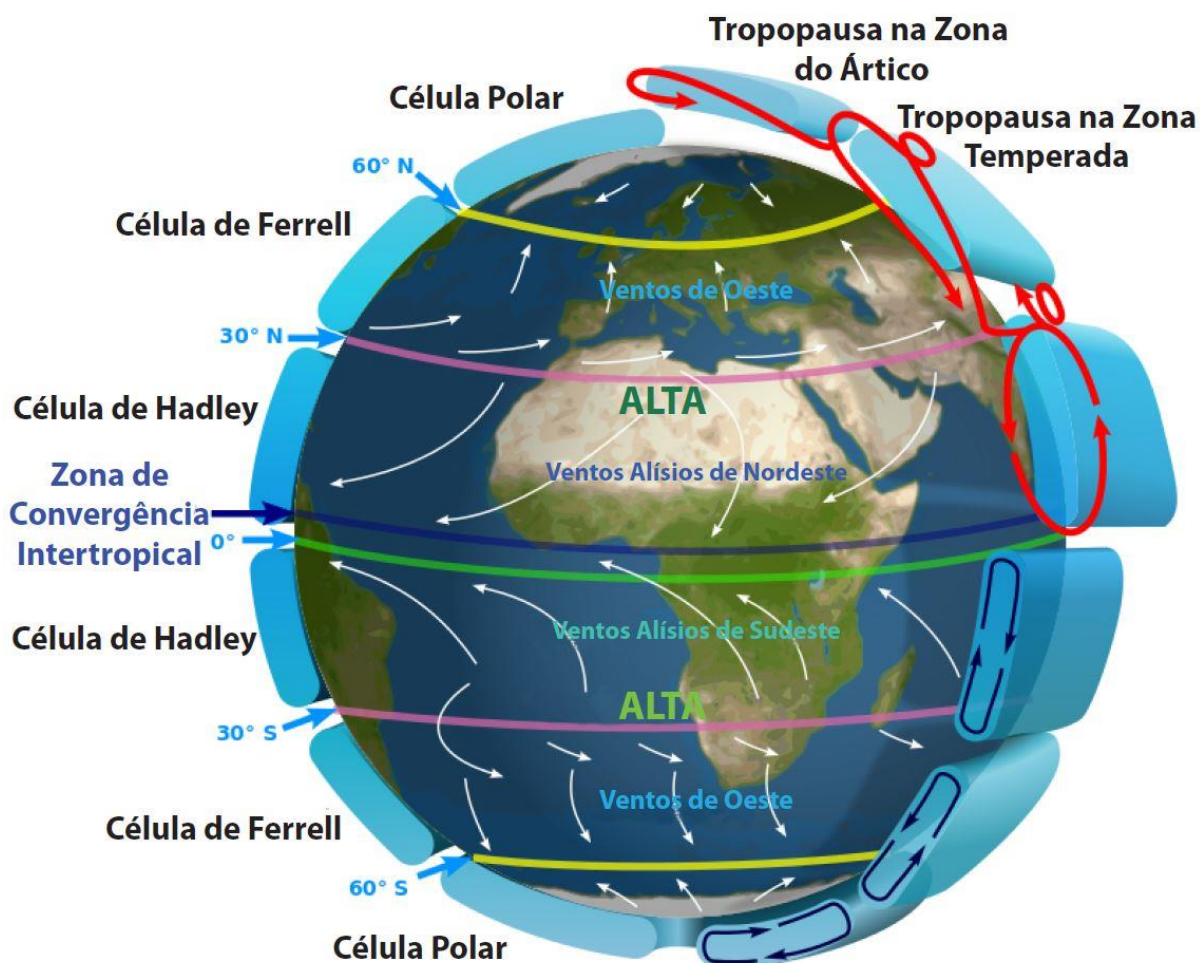


Figura 1. Esquema de representação da circulação atmosférica dentro do padrão zonal. Mostrando três células de movimentação de massas de ar em cada hemisfério, as zonas de alta, baixa pressões e de convergência intertropical e a nomenclatura dos ventos. Modificado de: http://en.wikipedia.org/wiki/Prevailing_winds.

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, 1987). O movimento das massas de ar é influenciado pelo Efeito Coriolis gerado pelo movimento de rotação da Terra em torno 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 e Goldberg (2007) 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.

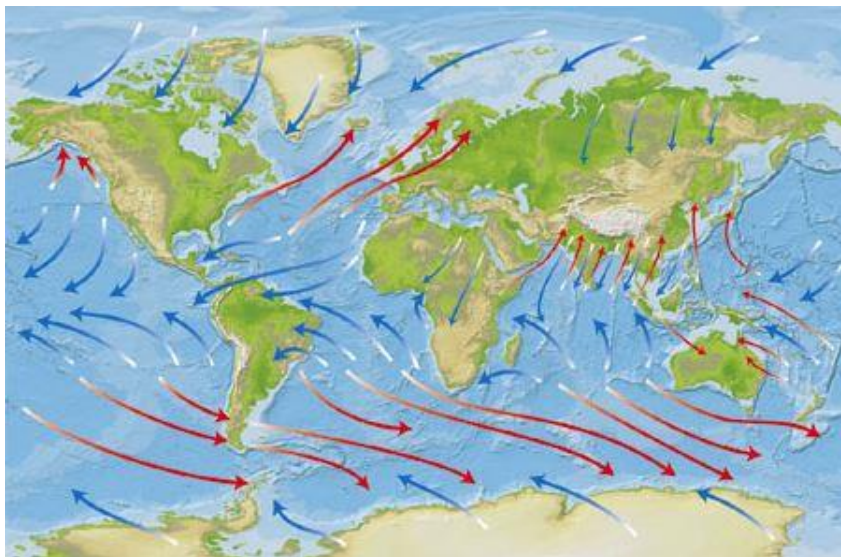


Figura 2. Representação da circulação zonal atual, com padrão monsonal subordinado onde os ventos cortam a linha do equador na região asiática devido ao contraste barométrico. Extraído de http://www.clipart.dk.co.uk/DKImages/sci_earth/image_sci_earth055.jpg.

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).

O padrão monsonal consiste em zonas de alta e baixa pressão que se alternam com as estações (verão e inverno) em cada hemisfério (Parrish & Peterson, 1987). 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), onde 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).

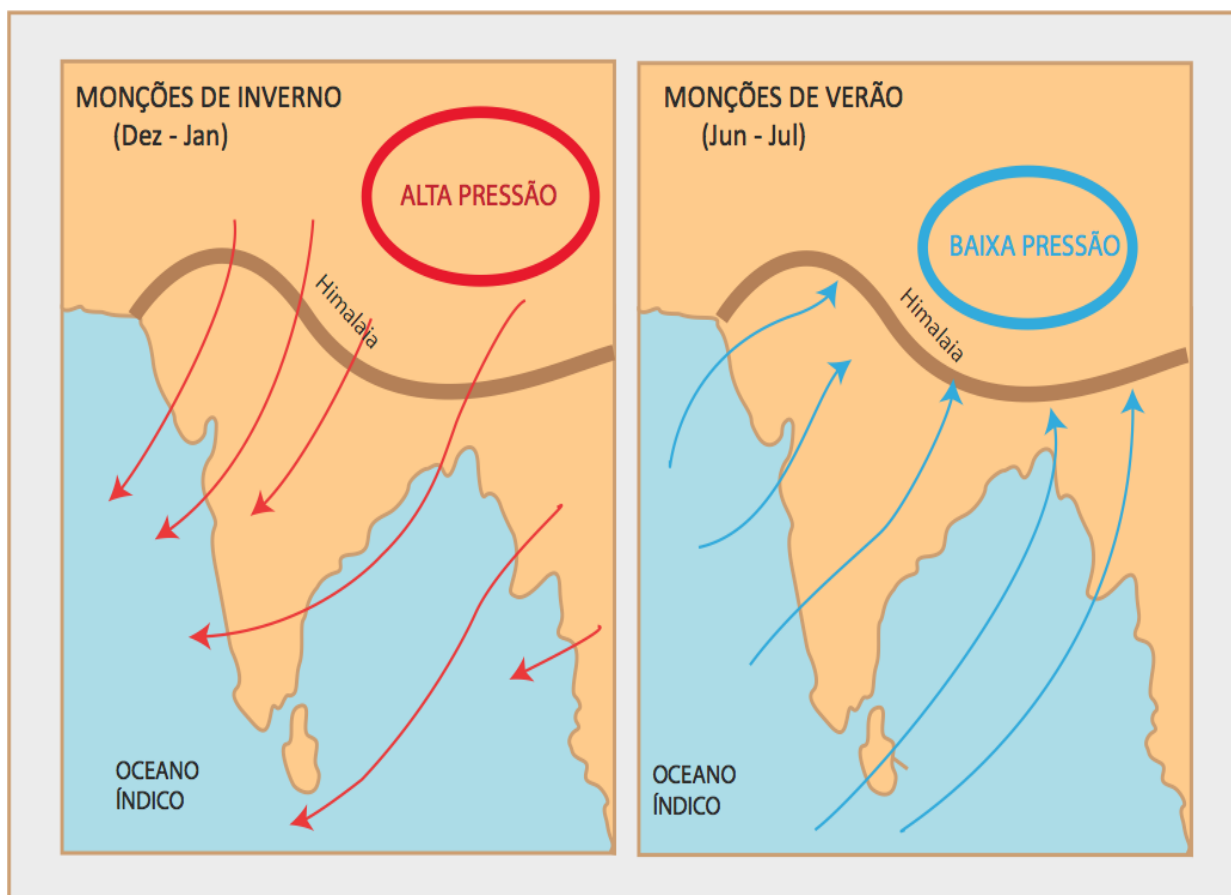


Figura 3. Padrão monsonal asiático, ventos são dirigidos pelas zonas de alta para baixa pressão. Fonte: Modificado de <http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter9/lakebreeze.html>.

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 no 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 o 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 o Pangea.

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.

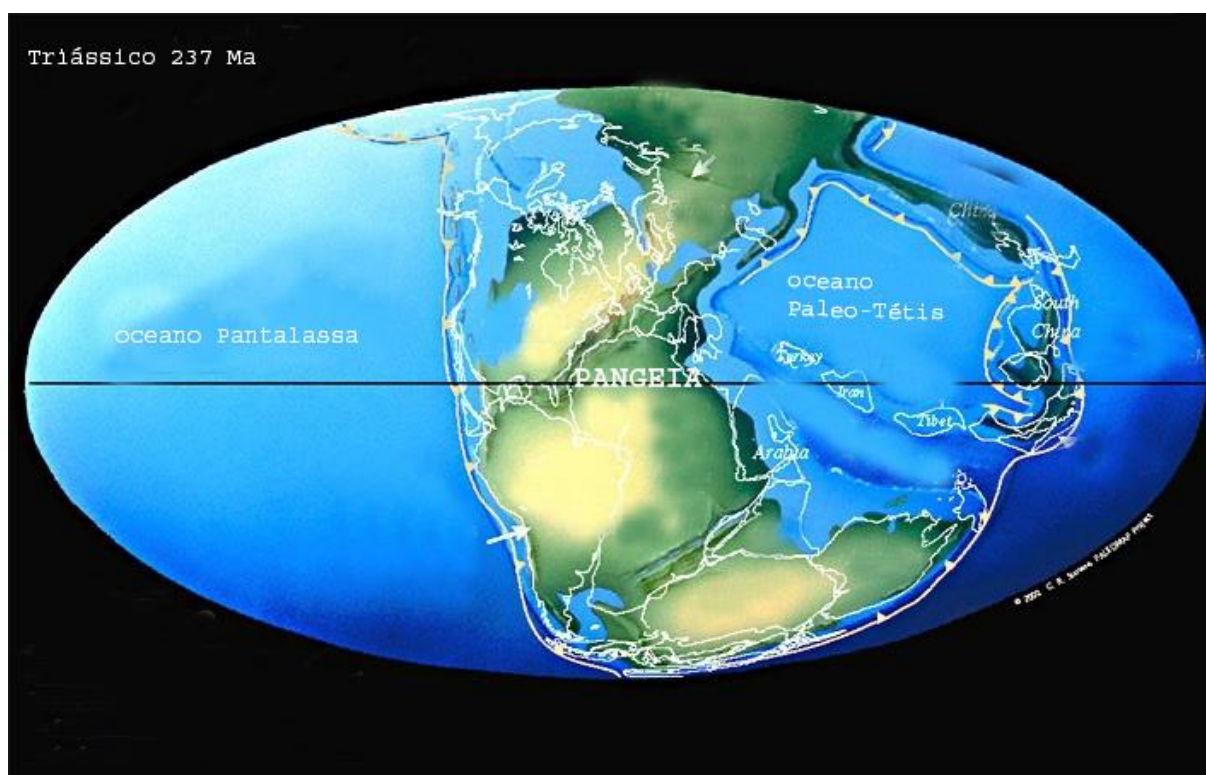


Figura 4. Distribuição de zonas desérticas globais durante o Pangeia. Distribuição no padrão monsonal, devido à aglomeração de massas continentais com áreas desérticas ocorrendo próximos a linha do equador, modificado de: <http://www.scotese.com/newpage8.htm>.



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.com/environment/habitats/desert-map/>.

1.4 Localização da área de investigação

O presente estudo compilou dados de paleocorrente eólicos de várias bacias sedimentares fanerozóicas do Brasil: Bacia do Paraná, Bacia Jatobá, Bacia Almada, Bacia Camamu, Bacia do Recôncavo, Bacia Sergipe-Alagoas, Bacia Tucano Central, Bacia Tucano Norte, Bacia Tucano Sul, Bacia do São Francisco, Bacia dos Parecis, Bacia Bauru, Bacia Iguatu e bacias interiores do Nordeste, estas são bacias que apresentam depósitos de arenitos eólicos durante o intervalo do Jurássico Superior ao Cretáceo Inferior (Figura 6). Além da compilação de dados, foram também coletados dados sedimentológicos e de paleocorrentes de duas formações: Formação Tacuarembó, na Bacia do Paraná no Uruguai, e Formação São Sebastião, na Bacia Jatobá, na figura 7 são apresentadas as cartas estratigráficas destas bacias, onde podem ser visualizados os depósitos eólicos.

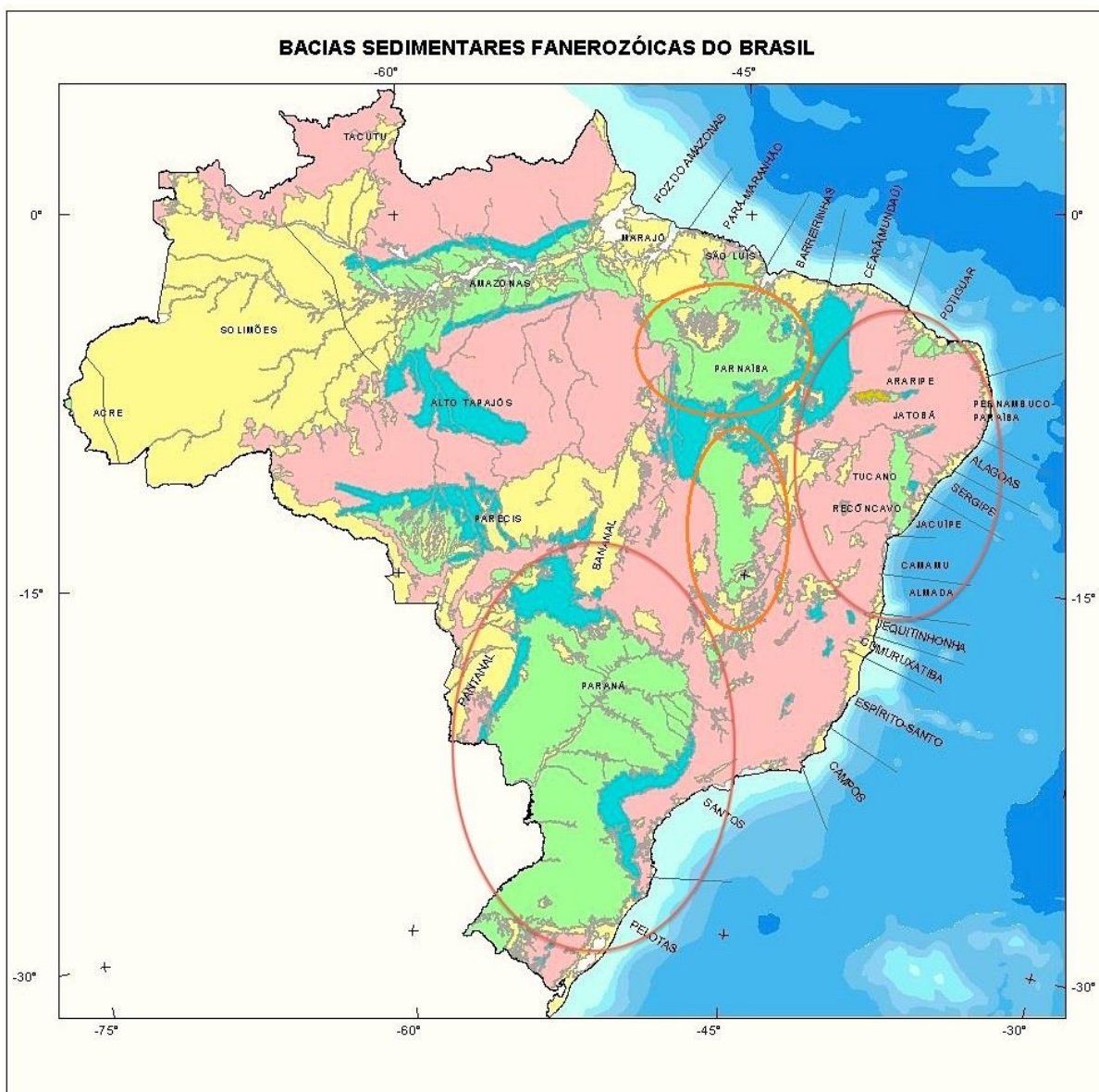
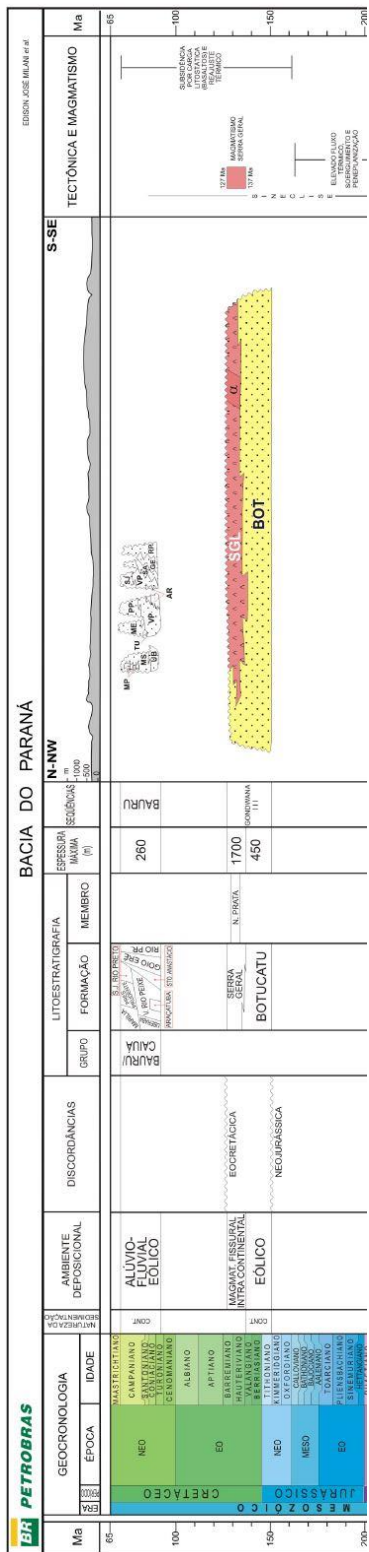
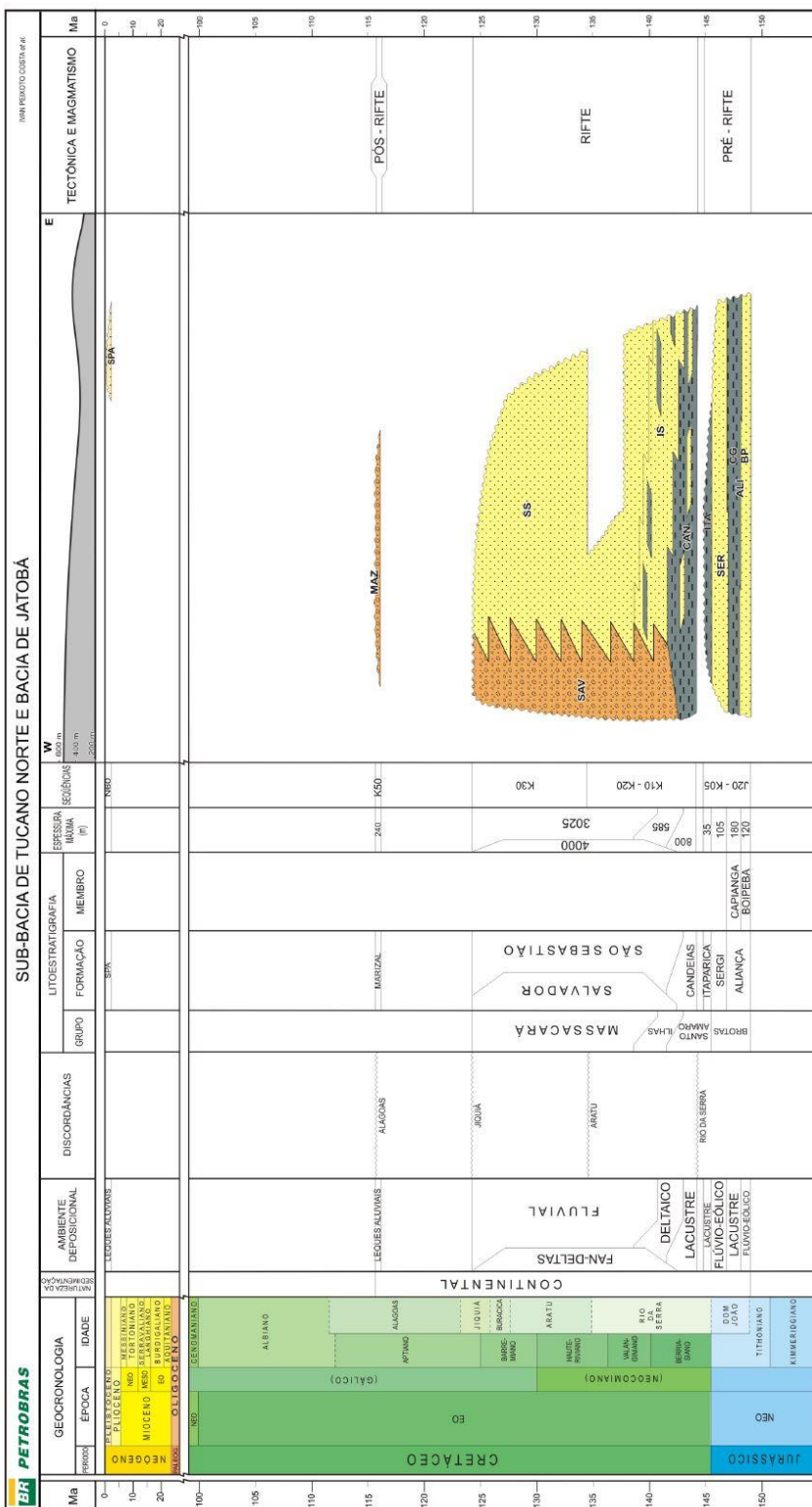


Figura 6. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia do Paraná, Bacia do Araripe, Bacia Jatobá, Bacia Almada, Bacia Camamu, Bacia do Recôncavo, Bacia Sergipe-Alagoas, Bacia Tucano Central, Bacia Tucano Norte, Bacia Tucano Sul, Bacia do São Francisco, Bacia dos Parecis, Bacia Bauru, Bacia Iguatu e bacias interiores do Nordeste. Modificado de CPRM http://www.cprm.gov.br/gis/tect_fanerozoicas.htm



A



B

Figura 7. Carta Estratigráfica das Bacias Fanerozóica. A: Bacia do Paraná, Arenitos do Juro Cretáceo da formação Tacuarembó/Botucatu e B: Bacia Jatobá, Arenitos Cretáceo Inferior da Formação São Sebastião. Fonte: A: Boletim de Geociências da Petrobras. Milani et al., 2007, B: Costa et al. in: Boletim de Geociências da Petrobras. Milani et al., 2007.

2. METODOLOGIA

Para facilitar o entendimento da metodologia um fluxograma do percurso para o resultado foi gerado a partir dos métodos utilizados no estudo (Figura 8). Iniciando com a revisão bibliográfica sobre reconstrução de paleoventos, circulação atmosférica e sobre as formações eólicas ou fluvio-eólicas nas bacias brasileiras. A coleta de dados de paleocorrentes é base para reconstruir o padrão dos ventos e neste trabalho a compilação destes foi feita de duas maneiras: dados de artigos e dados de campo em duas formações. As informações adquiridas foram organizadas em uma tabela principal (Apêndice A - Tabela de Dados de Paleocorrentes) como número de medidas e vetores médios do sentido dos ventos por formação ou por área para construir os mapas de cada uns dos três intervalos.

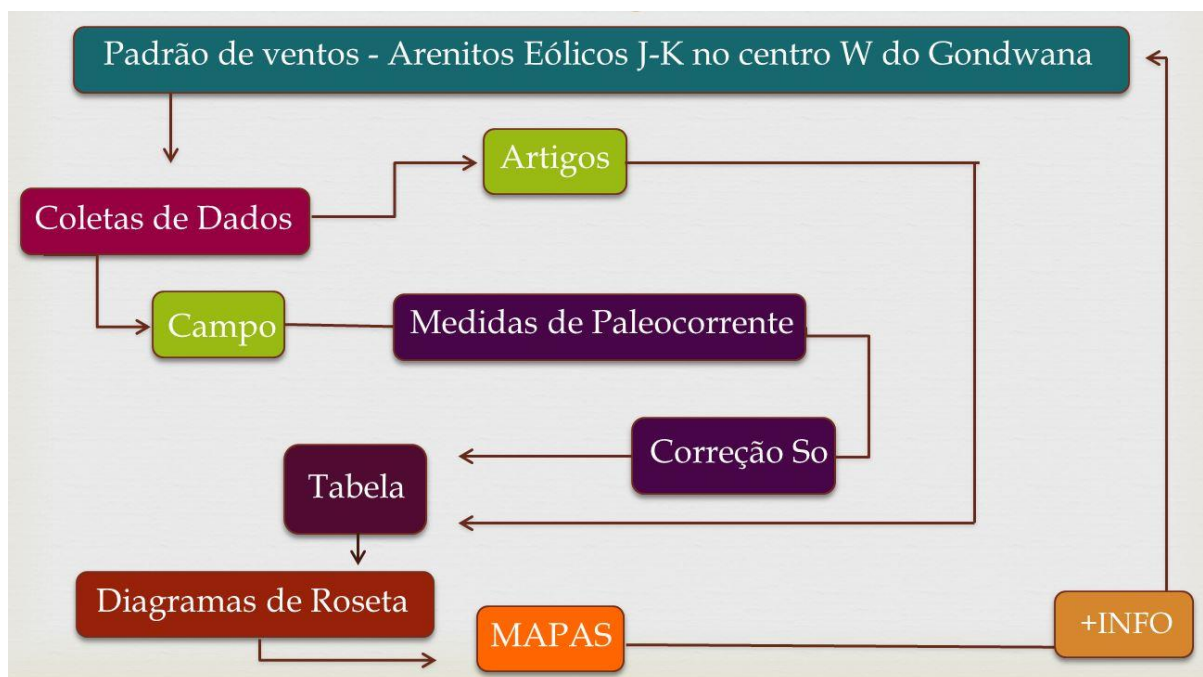


Figura 8. Fluxograma da metodologia desenvolvido para representar as etapas deste estudo.

2.1 Coletas de Dados

O trabalho é primeiramente uma compilação de dados disponíveis de estudos sedimentológicos e estratigráficos de depósitos de arenitos eólicos com idades do Juro-Cretáceo ao Cretáceo Superior de diferentes bacias juro-cretáceas do Brasil e Uruguai. Além disso, foram realizadas coletas de dados de campo em diferentes unidades, em duas formações de idades e bacias distintas, Formação Tacuarembó na Bacia do Paraná e Formação São Sebastião na Bacia Jatobá

Publicações: Artigos e Projetos

Para a compilação de dados de paleocorrentes de origem eólica foram lidos artigos, dissertações e projetos disponíveis sobre as formações que se encaixam no

tempo e no espaço abordado no trabalho, incluindo dados de vetor médio e número de medidas – e outras informações que são descritas no ponto 2.2. Tabela de Dados de Paleocorrentes e podem ser vista no apêndice A.

Campo

O trabalho de compilação de dados de campo envolveu o levantamento de seções colunares e medidas de paleocorrentes nas formações Tacuarembó na Bacia do Paraná e São Sebastião na Bacia Jatobá. A seguir detalharemos estes itens.

→ Levantamento de Seções

Para localizar os dados de paleocorrentes de origem eólica foram levantadas seções colunares de cada ponto onde foram feitas medidas, usando o *software Adobe Illustrator CS5* (Figura 9).

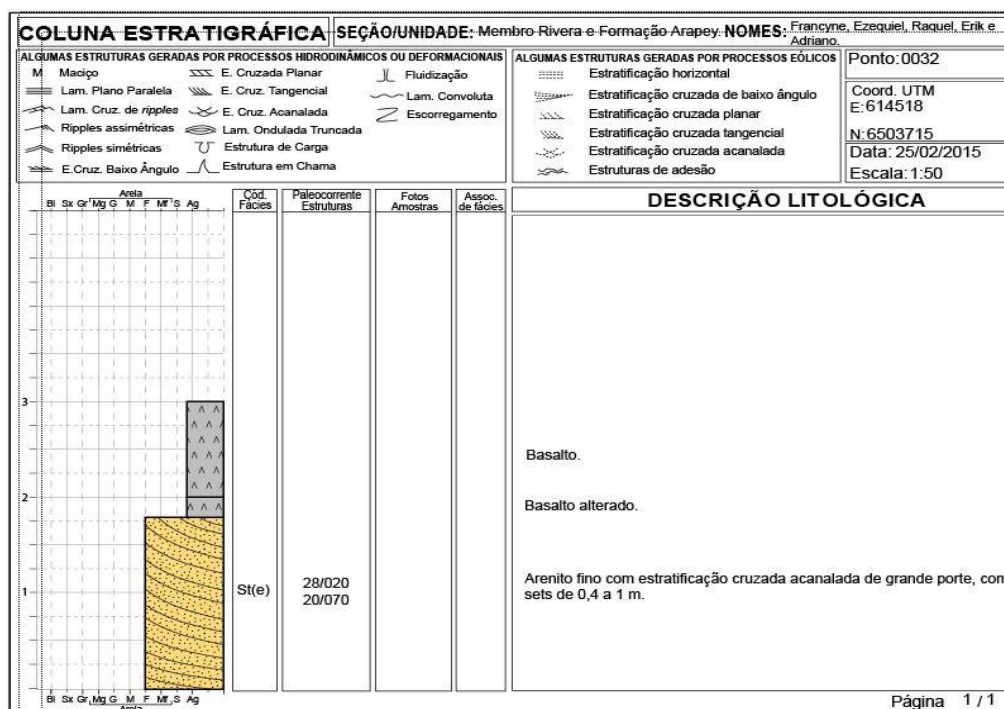


Figura 9. Dados de paleocorrentes eólicas levantados no campo da Formação Tacuarembó, Uruguai.

→ Medidas de Paleocorrente

As medidas de paleocorrentes foram tomadas com base no sentido de mergulho de estratos cruzados eólicos, que indicam o sentido de migração das dunas eólicas (Figura 10). Além disso, se a S_0 (plano de acamamento original) medida teve um ângulo de mergulho maior que 10° , foi calculado o basculamento ocorrido e os dados de paleocorrentes foram reposicionados horizontalmente usando o programa *Stereonet* (Figura 11), onde as direções de mergulho das paleocorrentes são plotadas junto com a atitude da S_0 para que seja feita a correção de cada uma. A bússola usada no campo foi uma bússola *Brunton 5010 Geo Pocket Transit* com as devidas declinações.

Os dados de paleocorrentes medidos foram agrupados em áreas de aproximadamente 100 km^2 de acordo com as formações e são representados por um vetor médio resultante, gerado pelo menos por 10 medidas, ou por dados pontuais. Em alguns dos dados compilados o fator de consistência para cada um das áreas analisados foi gerado pelo autor. Esse fator também é conhecido como relação de consistência ou vetor força média, é uma medida da dispersão das medições individuais e varia entre zero (totalmente aleatório) e um (todas as medidas apontam uma direção).

Contudo, neste trabalho foram apenas utilizadas as médias de rumo de mergulho por área (no máximo 100 km^2) ou por formação dependendo da dimensão e da quantidade de dados da mesma.

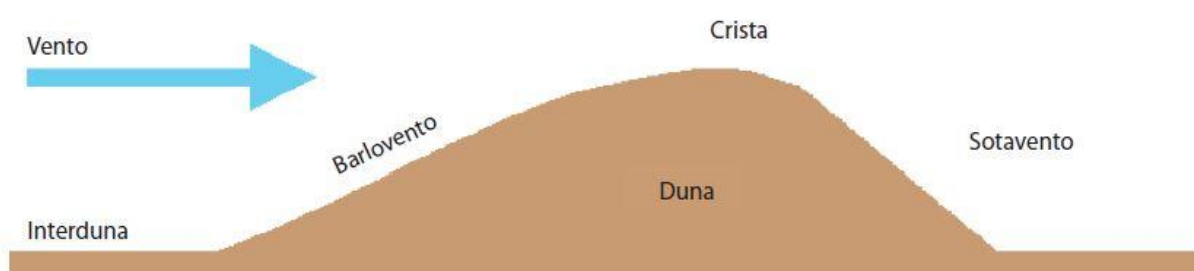


Figura 10. Esquema de uma duna, direção do vento. Modificado de: <http://web.ncf.ca/jim/sand/overview>

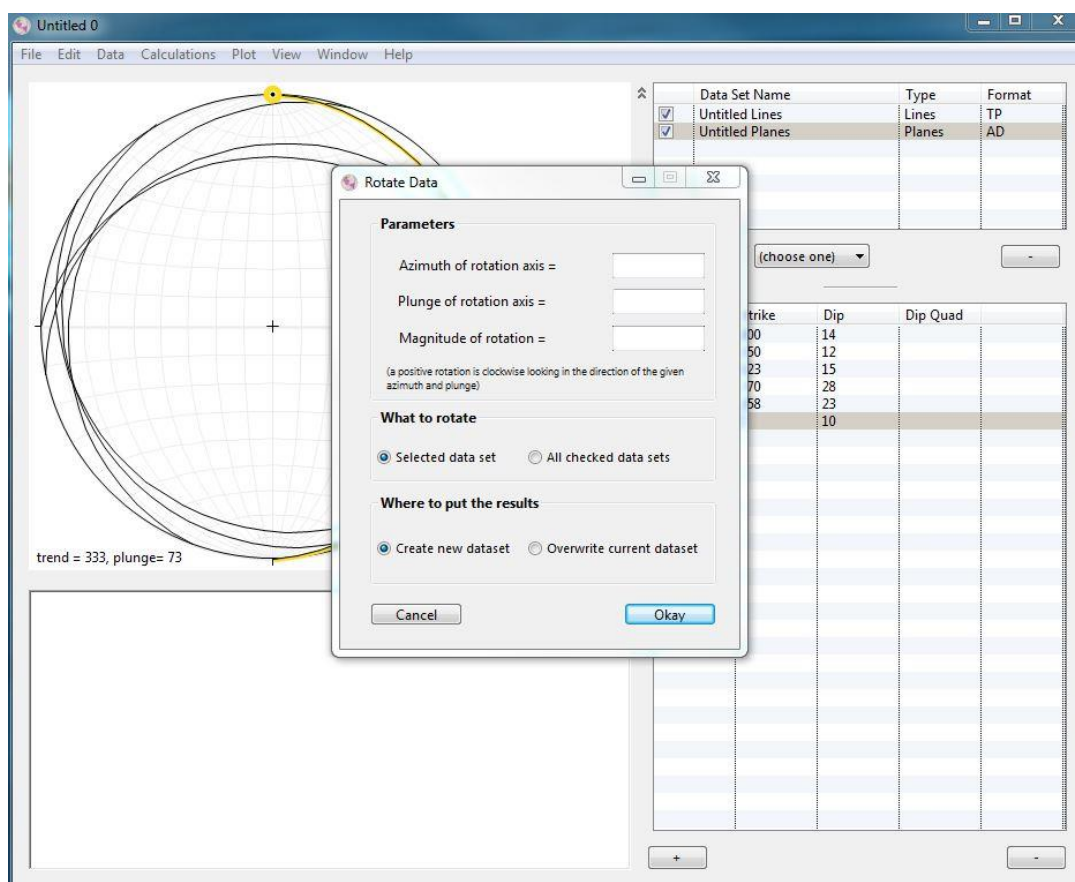


Figura 11. Exemplo de correção usando o programa Stereonet.

2.2 Tabela Principal

A metodologia envolve análise bibliográfica de artigos e projetos anteriores na região de estudo para a compilação de dados de paleocorrentes de origem eólica. Para produzir um banco de dados que funciona como uma planilha de informações sobre os pontos onde foram tomadas as medidas de paleocorrentes. Os parâmetros catalogados de cada ponto são: nome, estado, país e tipo de bacia; nome, idade topo, idade base e espessura da unidade estratigráfica; distribuição, localização em coordenadas UTM, litologia, estrutura sedimentar, vetor médio, número de medidas, sistema deposicional e associação de fácies do tipo de dado de paleocorrente; indicador paleoclimático; referência bibliográfica, nome do ponto e se possui seção

colunar das fontes do dado; comentários do dado. Todas as descrições a seguir fazem parte da Tabela dos Dados de Paleocorrentes (Apêndice A), sendo destacados os seguintes itens:

- 1) Dados sobre a bacia, para saber da origem do dado e entender melhor como ocorreu a mudança do padrão de ventos a partir de dados de diferentes bacias (Figura 12).

BACIA				
PLATE ID	NOME	ESTADO	PAÍS	TIPO DE BACIA
	Almada	Bahia	Brasil	Rift
	Almada	Bahia	Brasil	Rift
	Almada	Bahia	Brasil	Rift
	Camamu	Bahia	Brasil	Rift
	Camamu	Bahia	Brasil	Rift
	Camamu	Bahia	Brasil	Rift
	Camamu	Bahia	Brasil	Rift

Figura 12. Dados Bacia contendo nome, estado, país e o tipo de bacia.

- 2) Dados da idade das formações, membros ou grupos (dependente de bibliografia) onde as medidas foram obtidas para que seja garantida uma melhor aproximação do andar em que a mudança do padrão dos ventos ocorreu (Figura 13).

NOME	UNIDADE ESTRATIGRÁFICA			
	IDADE TOPO	IDADE DE BASE		
	NOMINAL	NUMÉRICA	NOMINAL	NUMÉRICA
Fm. Sergi	Berriasiano	144 Ma	Tithoniano	148 Ma
Fm. Sergi	Berriasiano	144 Ma	Tithoniano	148 Ma
Fm. Sergi	Berriasiano	144 Ma	Tithoniano	148 Ma
Fm. Sergi	Berriasiano	144 Ma	Tithoniano	148 Ma
Fm. Sergi	Berriasiano	144 Ma	Tithoniano	148 Ma

Figura 13. Dados de topo e base da idade da formação de acordo com a bibliografia.

- 3) Dados da distribuição das medidas, se é pontual, ou seja, um afloramento, ou se é um conjunto de medidas que gerou um vetor médio numa dada

área (a dimensão dessa área é parte do preenchimento da tabela) (Figura 14).

DISTRIBUIÇÃO	
PONTUAL (Afloramento/Poço)	AREAL (km ² /m ²)
Afloramento	
Afloramento	
Afloramento	
Afloramento	

Figura 14. Distribuição dos dados em função de ser apenas um afloramento ou a resultante de uma área.

- 4) Dados da localização das medidas em UTM e o fuso para plotar as paleocorrentes em mapas possibilitando o entendimento regional das direções de paleoventos com a construção de mapas para a apresentação dos resultados (Figura 15).

Fuso	COORDENADAS	
	X	UTM Y
24L	492452	8386286
24L	479777	8380540
24L	479831	8379616
24L	520614	8578644
24L	521730	8577590
24L	521440	8577800

Figura 15. Dados de localização em UTM para localizar e plotar os dados em mapas.

- 5) Dados sobre em que tipo de estrutura foram medidas as paleocorrentes para certificar a origem eólica do dado. Nos artigos onde os autores descrevem as estruturas nas quais os dados foram medidos foi possível preencher essa informação que garante a origem eólica do dado (Figura 16).

TIPO DE DADO	
LITLOGIA	ESTRUTURA SEDIMENTAR
Arenito Eólico	Estratificação cruzada acanalada de grande porte
Arenito Eólico	Estratificação cruzada acanalada de grande porte, de baixo ângulo e plano-paralela.
Arenito Eólico	Estratificação cruzada de grande porte.
Arenito Eólico	Estratificação cruzada acanalada de grande porte.
Arenito Eólico	Estratificação cruzada de baixo ângulo e estratificação cruzada tangencial.

Figura 16. Dados das estruturas em que foram medidas as paleocorrentes eólicas.

- 6) Dados de vetor médio e número de medidas para gerar os Diagramas de Roseta de cada intervalo previsto, o sistema deposicional e associação de fácies para a reconstrução de paleoventos (Figura 17).

PALEOCORRENTE	SISTEMA DEPOSICIONAL		ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES
VETOR MÉDIO	Nº DE MEDIDAS		
233	11	Flúvio-Eólico	EDUN
247	3	Flúvio-Eólico	EDUN
207	5	Flúvio-Eólico	EDUN
245	5	Flúvio-Eólico	EDI

Figura 17. Vetor médio e número de medidas e seus sistemas deposicionais e associações de fácies.

- 7) Dados que possam indicar o paleoclima que foram discutidos nas bibliografias lidas para descrição futura sobre mudanças paleoclimáticas (Figura 18).

INDICADOR PALEOCLIMÁTICO
Ocorrência de pelitos no topo - Planície de inundação e Canais fluviais.
Ocorrem também algumas porções com fluidizações (indicando condições úmidas do substrato).
Depósitos residuais de dunas eólicas simples e compostas, com interdunas por vezes úmidas.

Figura 18. Indicadores de paleoclima apresentados na bibliografia.

- 8) Dados sobre a origem das medidas, a referência do dado para que se precise da fonte do mesmo ela poderá ser novamente acessada para outras informações ou para correção de algum erro indevido (Figura 19).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	PONTO	PÁGINAS(S)	FONTE DO DADO	
			CONFIABILIDADE (5)	SEÇÃO COLUNAR (SIM/NÃO)
Rift I	PR_UFRGS-1017			SIM
Rift I	PR_UFRGS-1020			SIM
Rift I	PR_UFRGS-1047			SIM
Rift I	PR_UFRGS-1002			SIM
Rift I	PR_UFRGS-1004			SIM
Rift I	PR_UFRGS-1006			SIM
Rift I	PR_UFRGS-1010			SIM

Figura 19. Fonte do dado para, se preciso, acessar o dado novamente.

- 1) Por último, dados sedimentológicos e/ ou estratigráficos gerais que não foram contemplados nos itens anteriores. Por exemplo, em “Base e topo: depósitos residuais de dunas eólicas simples. Meio: lençol de areia eólico.”, são informações sobre a formação de onde a medida foi feita que descrevem como foi a ocorrência desses arenitos eólicos para uma melhor correlação de dados (Figura 20).

COMENTÁRIOS
Os arenitos bem-selecionados com cruzadas de grande porte são interpretados como depósitos residuais de dunas eólicas.
Nessas fácies foram observadas estruturas dômicas com laminação cruzada ondulada, que se assemelham a estruturas de adesão
Base e topo: depósitos residuais de dunas eólicas simples. Meio: lençol de areia eólico.

Figura 20. Comentários que são importantes, mas não se encaixam nos tópicos anteriores.

2.3 Diagrama de Roseta

Com os dados organizados na tabela principal vão ser construídos Diagramas de Roseta para simplificar a visualização dos resultados. Esses diagramas serão dos seguintes intervalos em cada bacia: Jurássico Superior, Base do Cretáceo Inferior e Topo do Cretáceo Inferior. Os Diagramas de Roseta são feitos no programa *RockWokrs15*, onde os dados de sentido de mergulho dos estratos cruzados eólicos de uma mesma área de uma bacia são plotados e o programa gera o diagrama com informações como vetor médio e número de medidas (Figura 21). Um exemplo de uso dos diagramas é no trabalho de Scherer e Goldberg (2010) na figura 22, onde os Diagramas de Roseta são ligados ao mapa para mostrar a direção da paleoventos na região apontada.

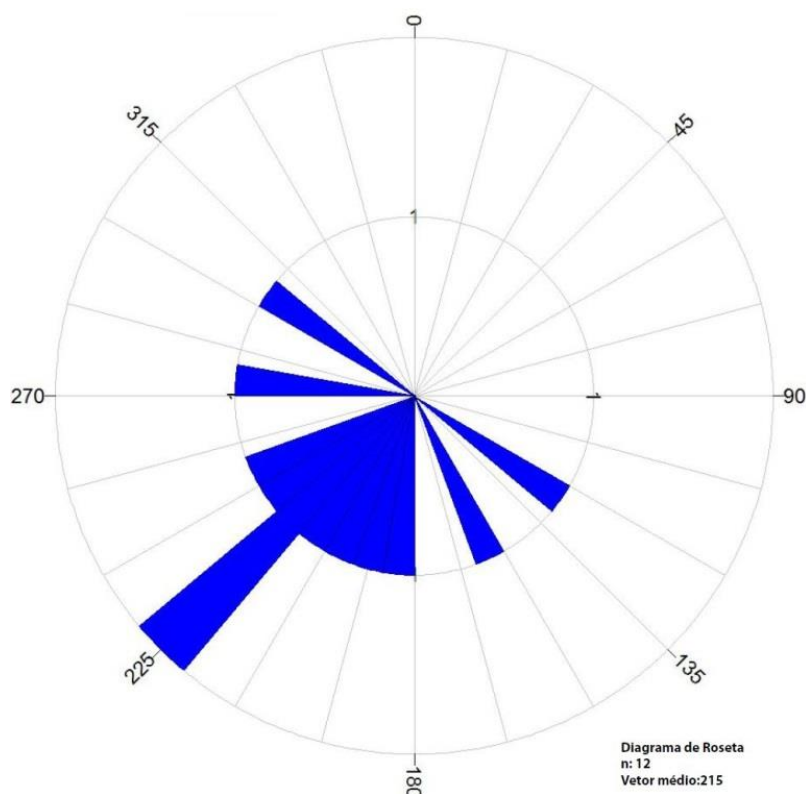


Figura 21. Diagrama de Roseta, programa RockWorks15. n: número de medidas.

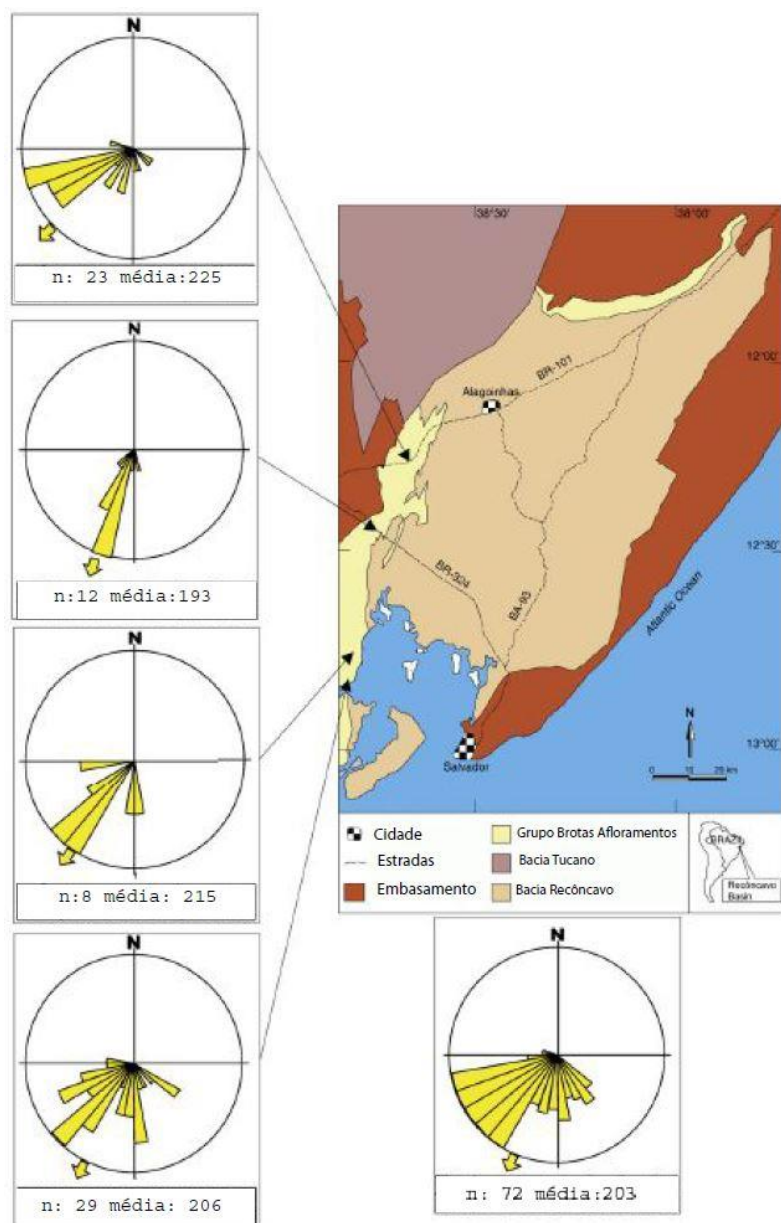


Figura 22. Utilização de Diagramas de Roseta em mapas como, por exemplo, em Scherer e Goldberg (2010). n: número de medidas, média: vetor médio. Modificado de Scherer e Goldberg (2010).

2.4 Mapas

Para poder comparar as direções de ventos resultantes dos dados de paleocorrentes eólicas com padrões previstos por modelos numéricos, os dados de paleocorrentes foram organizados em mapas, por bacia, dos seguintes intervalos:

Jurássico Superior, Base do Cretáceo Inferior e Topo do Cretáceo Inferior. Como já existe um estudo que aponta um padrão monsonal durante a deposição do *paleoerg* Botucatu foram procurados depósitos eólicos ou fluvio-eólicos com idades próximas da Formação Botutuca tanto um pouco mais antigos para corroborar com o dado de apenas uma formação e com idades mais recentes, mais próxima da fragmentação do Gondwana para apontar a mudança.

Esses três mapas de todas as bacias brasileiras que foram organizadas na Tabela de Dados de Paleocorrentes tiveram seus dados compilados, usando vetores médios resultantes de cada área medida, plotados em mapas paleogeográficos, e corrigidos em função da movimentação no sentido horário que a Placa Sul-Americana sofreu com a fragmentação do Supercontinente Gondwana.

A correção foi feita de acordo com os mapas paleogeográficos desenvolvidos por Blakey (2008) e na sua versão online “Global Paleogeography”. Cada bacia com suas formações (ou grupo) pertencentes a cada um destes intervalos foi desenhada no mapa atual do país e relocada no mapa do seu respectivo intervalo desfazendo o movimento que a placa da sul-americana realizou pós-fragmentação do Gondwana. Junto com as bacias foram plotadas as flechas indicadoras do paleoventos registrados na tabela de compilação. Estes dados de paleocorrentes também foram rotacionados para acompanhar a movimentação da placa sul-americana. Posteriormente os padrões de ventos observados em cada intervalo foram comparados com modelos numéricos de circulação atmosférica existentes na bibliografia, Modelos de Circulação Geral (GCMs), onde são usadas leis da física e o conhecimento da paleogeografia para simular respostas climáticas (Sellwood & Valdes, 2006), são modelos que predizem como um fluxo atmosférico se comporta numa esfera aquecida por radiação solar ao realizar o movimento de rotação (Compagnucci, 2011). Sellwood and Valdes, (2006) explicam que esses modelos são objetivos e necessitam de supercomputadores para lidar com muitos cálculos, já que as condições de contorno (condições que o programa se baseia como limite) consistem em dados de configurações continentais de placas tectônicas, topografia, batimetria, vegetação, distribuição de oceanos, sedimentos climaticamente sensíveis (Sewall *et al.* 2007).

Na figura 23 foram plotados apenas os dados da Base do Cretáceo Inferior da Bacia do Paraná, das Bacias Ríftes do Nordeste, no caso, o avião indica a direção dos ventos ali registrados.

Uma observação, o uso padrão da direção dos ventos é referido como a direção da fonte do mesmo, por exemplo, ventos de oeste, são ventos que sopram de oeste para leste.

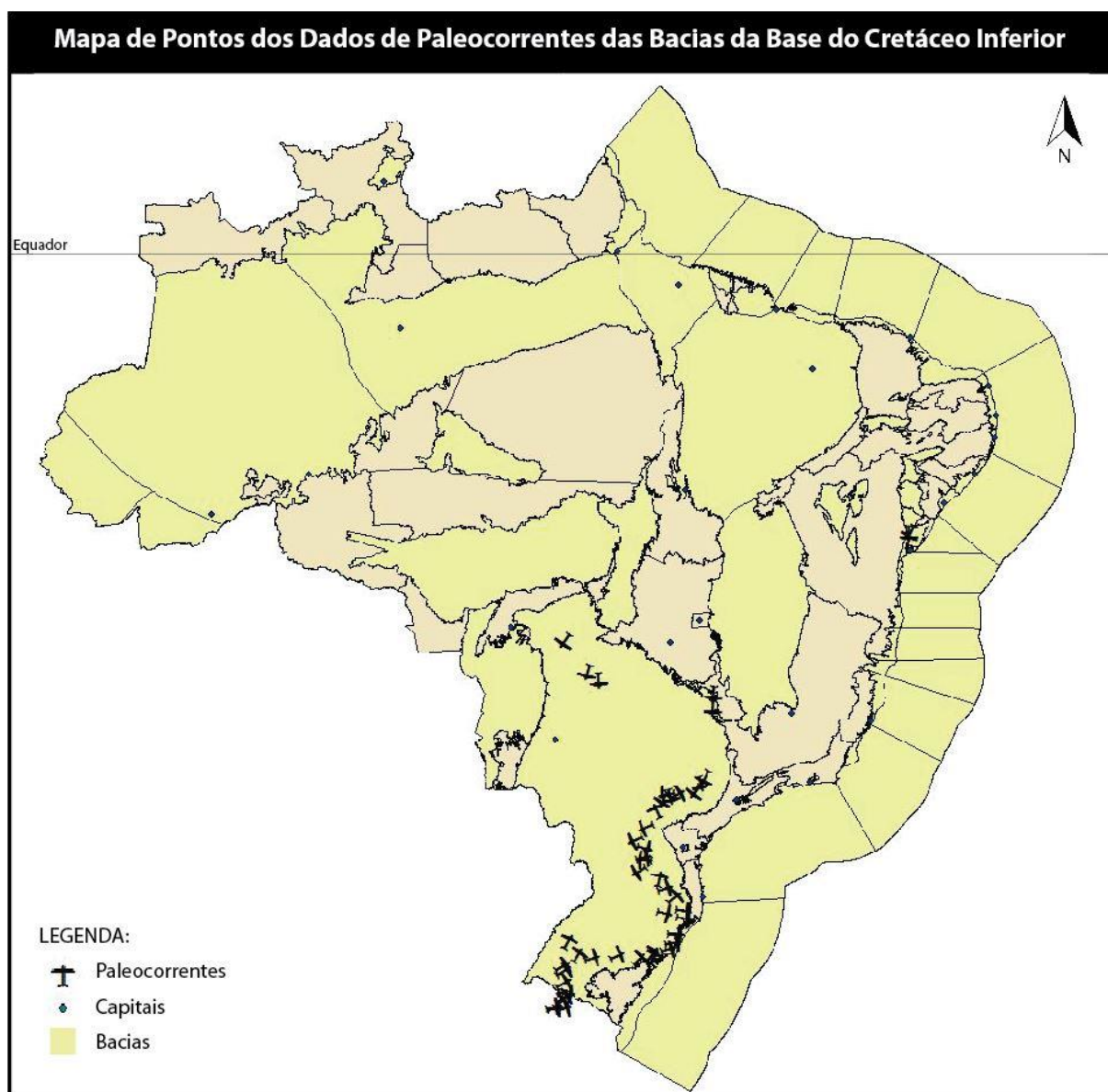


Figura 23. Mapa-esquema com dados de paleocorrentes da Base do Cretáceo Inferior, da Bacia do Paraná, Bacias Ríftes do Nordeste. Feito no ArcGis, usando como base as Bacias Sedimentares do Brasil. Avião indica direção da paleocorrente eólica.

3. RESULTADOS

Unidades estudadas

3.1 Jurássico Superior

Depósitos eólicos do Jurássico Superior são encontrados em diferentes bacias brasileiras, sendo caracterizados pelo Membro Macapá da Formação Mosquito (Bacia do Parnaíba) (Figura 24), Formação Guará (Bacia do Paraná) (Figura 24), Formação Serraria (Bacia de Sergipe-Alagoas) (Figura 26) e Formação Sergi que ocorre em diferentes bacias do nordeste brasileiro, incluindo neste trabalho as bacias de Almada, Camamu, Recôncavo, Tucano e Jatobá (Figura 27-30). As figuras 24-30 apresentam uma síntese das informações de cada formação ou grupo de onde os dados de paleocorrentes eólicas foram compilados no intervalo do Jurássico Superior, contendo a carta cronoestratigráfica da bacia a qual pertencem, um perfil composto dos mesmos e um diagrama de roseta construído a partir dos dados da Tabela dos Dados de Paleocorrentes (Apêndice A) apresentando a direção média geral ou por área da formação ou grupo.

O Membro Macapá (Formação Mosquito) é caracterizado por uma sucessão de dunas e interdunas eólicas, lençóis de areia eólicos, fluviais efêmeros e *playa lakes*, intercalados com derrames vulcânicos (Ballén, Góes, Negri, Maziviero & Teixeira, 2013). A Formação Guará é caracterizada por depósitos fluviais entrelaçados que se interdigitam e/ou se alternam com depósitos de dunas e lençóis de areia eólicos (Scherer & Lavina, 2006; Scherer & Lavina, 2005). A Formação Serraria é composta predominantemente por depósitos de canais fluviais entrelaçados, perenes ou efêmeros, com raras intercalações de depósitos de dunas e lençóis de areia eólicos (UFRGS, 2011). A Formação Sergi, por sua vez, é caracterizada na base por depósitos de dunas e lençóis de areia eólicos, intercalados *playa lakes* e canais fluviais efêmeros. O topo da unidade, por sua vez é marcado pelo desenvolvimento de um extenso campo de dunas eólicas, com raros depósitos de inundações em lençóis (UFRGS, 2011).

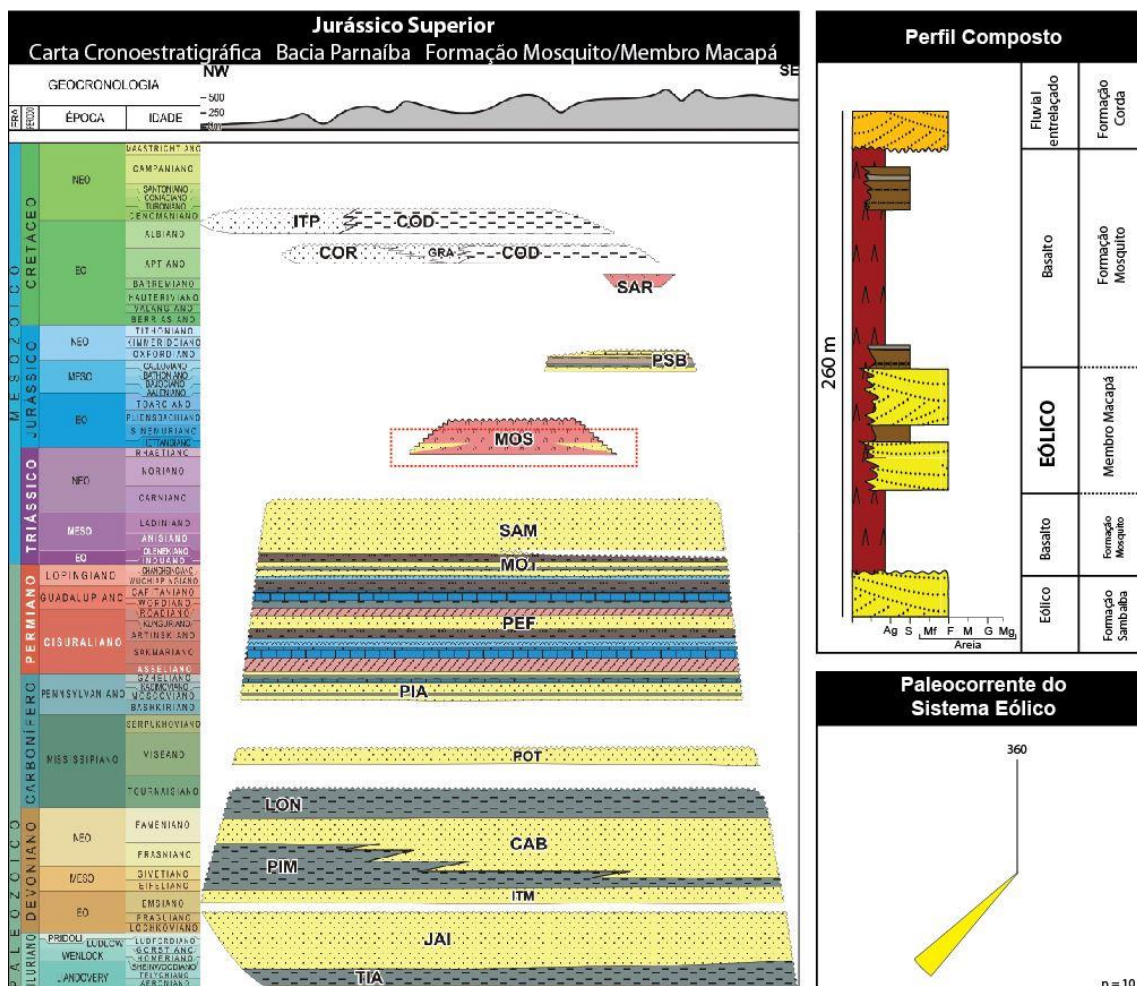


Figura 24. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Parnaíba: ITP = Itapecuru, COD = Codó, COR = Corda, GRA = Grajaú, SAR = Sardiha, PSB = Pastos Bons, MOS = Mosquito, SAM = Sambaíba, MOT = Motuca, PEF = Pedra de Fogo, PIA = Piauí, POT = Poti, LON = Longá, CAB = Cabeças, PIM = Pimenteiras, ITM = Itaim, JAI = Jaicós, TIA = Tianguá. Carta Cronoestratigráfica modificada de Vaz *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: Bállen *et al.* 2013.

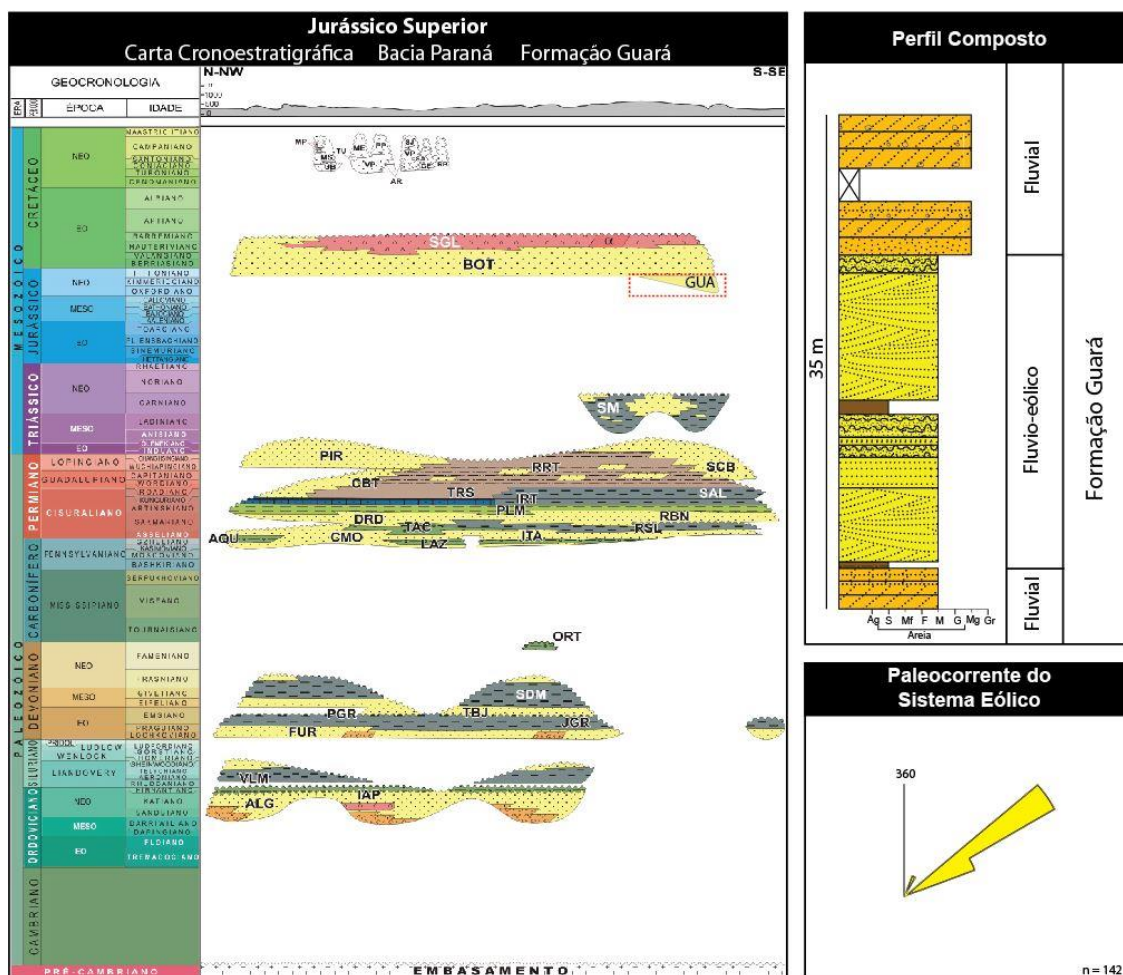


Figura 25. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia do Paraná: SGL = Serra Geral, BOT = Botucatu, GUA = Guará, SM = Santa Maria, PIR= Pirambóia, RRT= Rio do Rastro, SCB= Sanga do Cabral, CBT= Corumbata, TRS= Teresina, IRT= Irati, SAL= Serra Alta, PLM= Palermo, DRD= Dourados, RBN= Rio Bonito, TAC= Taciba, AQU= Aquidauana, CMO= Campos Mourão, ITA= Itararé, RSL= Rio do Sul, LAZ= Lagoa Azul, ORT= Diamictito Ortigueira, SDM= São Domingos, PGR= Ponta Grossa , TBJ= Tibagi, FUR= Furnas, JGR= Jaguariaíva , VLM= Vila Maria, IAP= Iapó, ALG= Alto Garças. Carta cronoestratigráfica modificada de Milani *et al.* 2007. Fonte do Perfil: Scherer & Lavina, 2006.

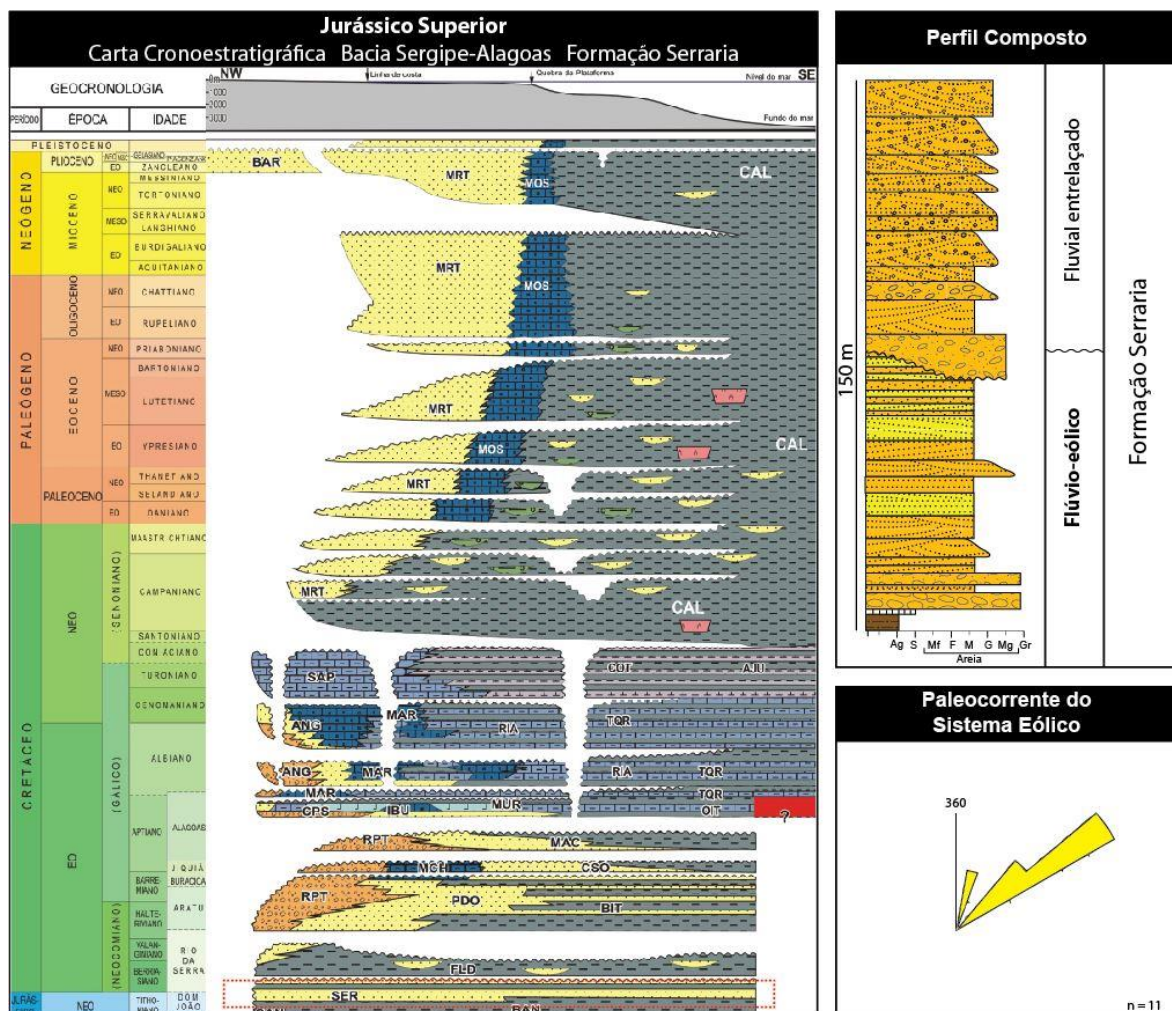


Figura 26. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Sergipe-Alagoas: BAR = Bar, MRT = Marituba, MOS = Mosqueito, CAL = Calumbi, SAP = Sapucari, COT = Cotinguiba, AJU = Aracaju, ANG = Angico, MAR = Marum, RIA= Riachuelo, TQR = Taquari, MUR = Muribeca, CPS = Carmopolis, IBU = Ibura, OIT = Oiteirinhos, RPT = Rio Pitinga, MAC= Maceió, MCH = Morro do Chaves, CSO = Coq. Seco, PDO = Penedo, BIT = Barra de Itiúba, FLD = Feliz Deserto, SER= Serraria, BAN = Bananeiras, Can = Candeeiro. Carta cronoestratigráfica modificada de Campos Neto *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

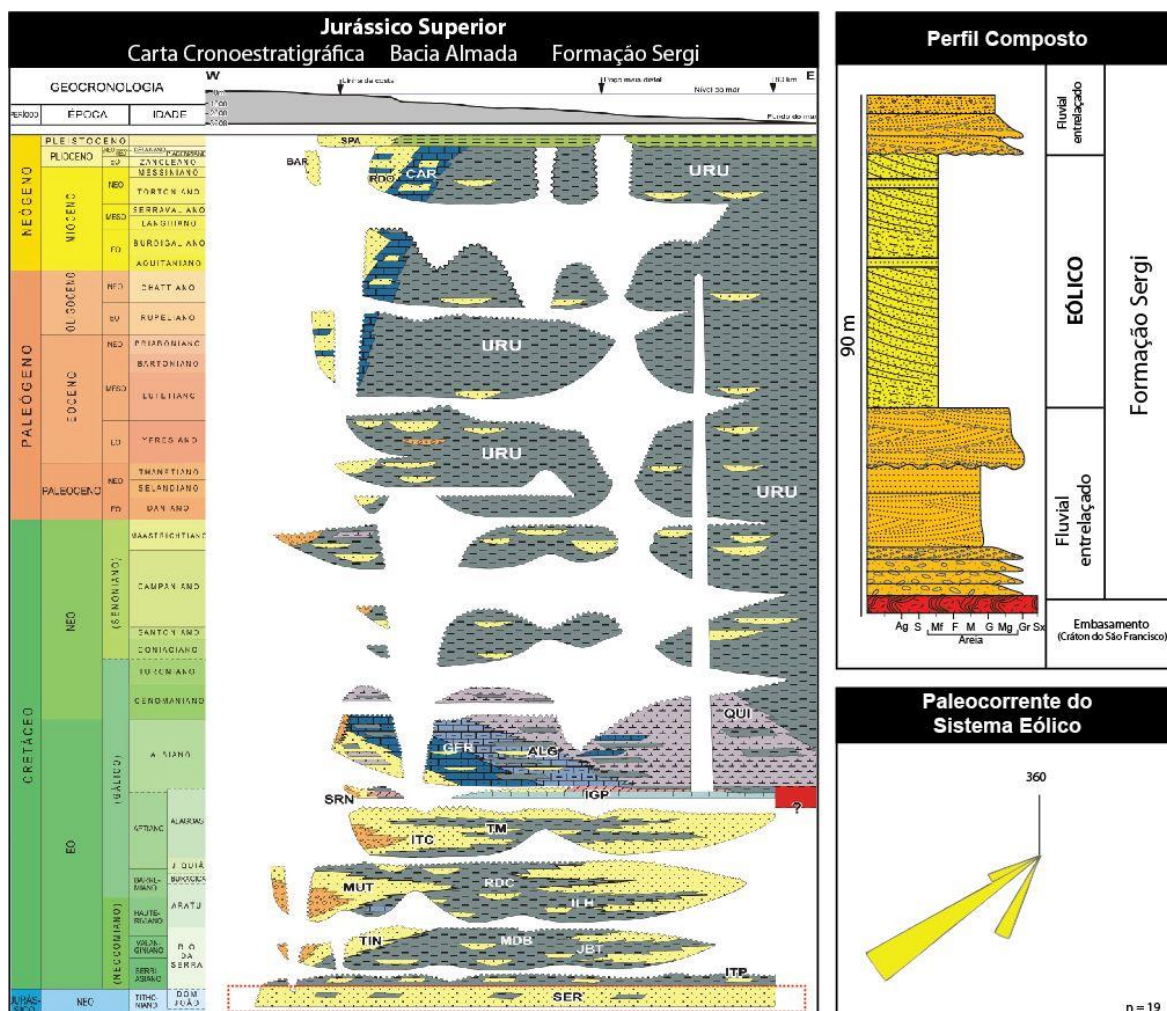


Figura 27. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Almada: RD = Rio Doce, CAR = Caravelas, URU = Urucutuca, ALG = Algodões, GER = Germânia, QUI = Quipe, IGR = Igrapiúna, SRH = Seripiúna, ITC = Itacaré, TM = Taipus-Mirim, MUT = Mutá, RDC = Rio de Contas, ILH = Ilhéus, TIN = Tinharé, MDB = Morro do Barro, JBT = Jiribatuba, ITA = Itaparica, SER = Sergi. Carta cronestratigráfica modificada de Gontijo *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

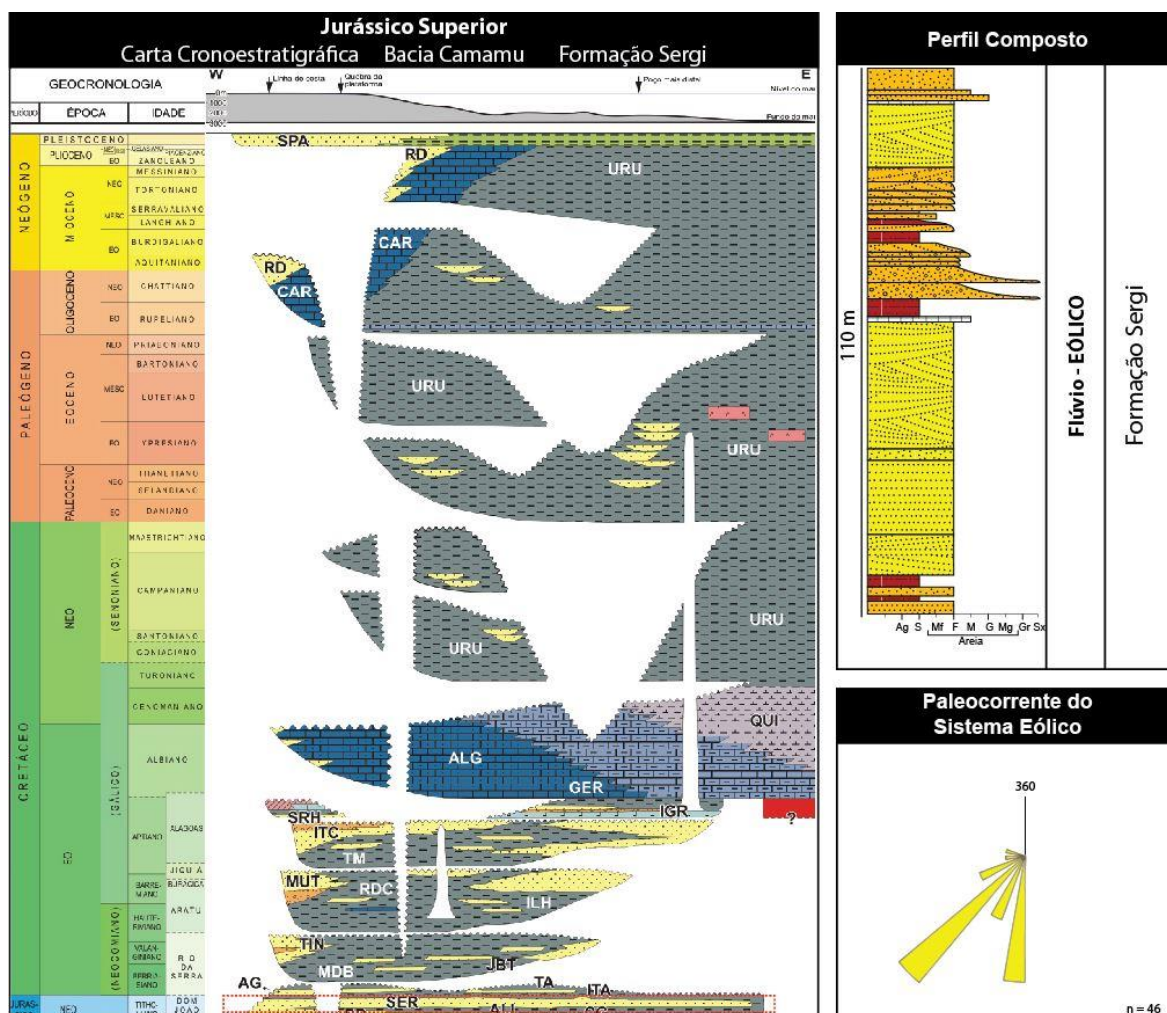


Figura 28. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Camamu: RD = Rio Doce, CAR = Caravelas, URU = Urucutuca, ALG = Algodões, GER = Germânia, QUI = Quipe, IGR = Igrapiúna, SRH = Seripiúna, ITC = Itacaré, TM = Taipus-Mirim, MUT = Mutá, RDC = Rio de Contas, ILH = Ilhéus, TIN = Tinharé, MDB = Morro do Barro, JBT = Jiribatuba, AG = Água Grande, TA = Taua, ITA = Itaparica, SER = Sergi, BP = Boipeba, ALI = Aliança, CG = Capianga. Carta cronoestratigráfica modificada de Caixeta *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

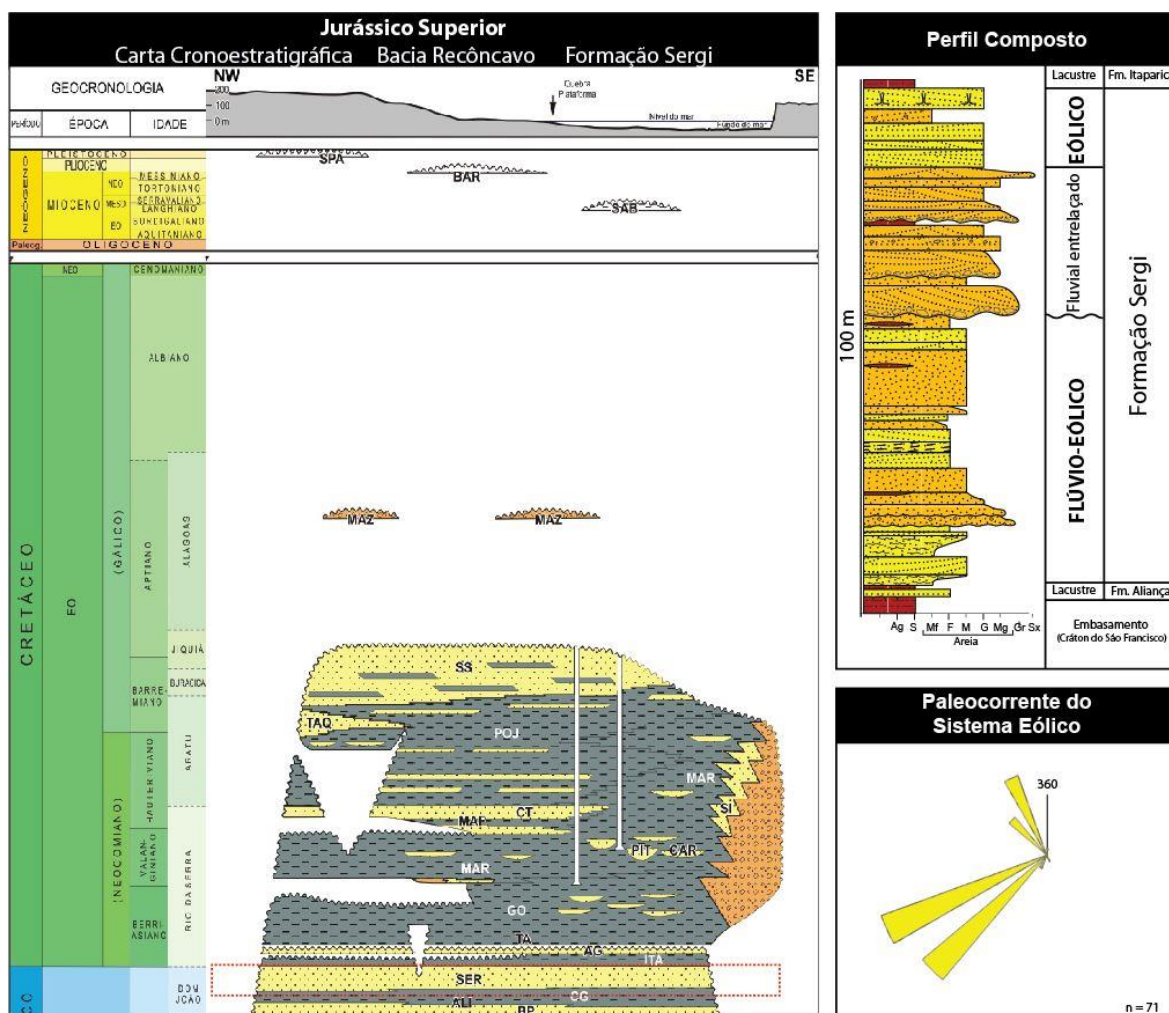


Figura 29. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Recôncavo: BAR = Barreiras, SAB = Sabiá, MAZ = Marizal, SS = São Sebastião, TAQ = Taquipe, POJ = Pojuca, MAR = Maracangalha, SI = Sesmaria, MAF = Marfim, PIT-CAR = Pitanga-Caruauçu, GO = Gomo, TA = Tauá, AG = Água Grande, ITA = Itaparica, SER = Sergi, ALI = Aliança, BP = Boipeba. Carta cronoeestratigráfica modificada de Silva *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

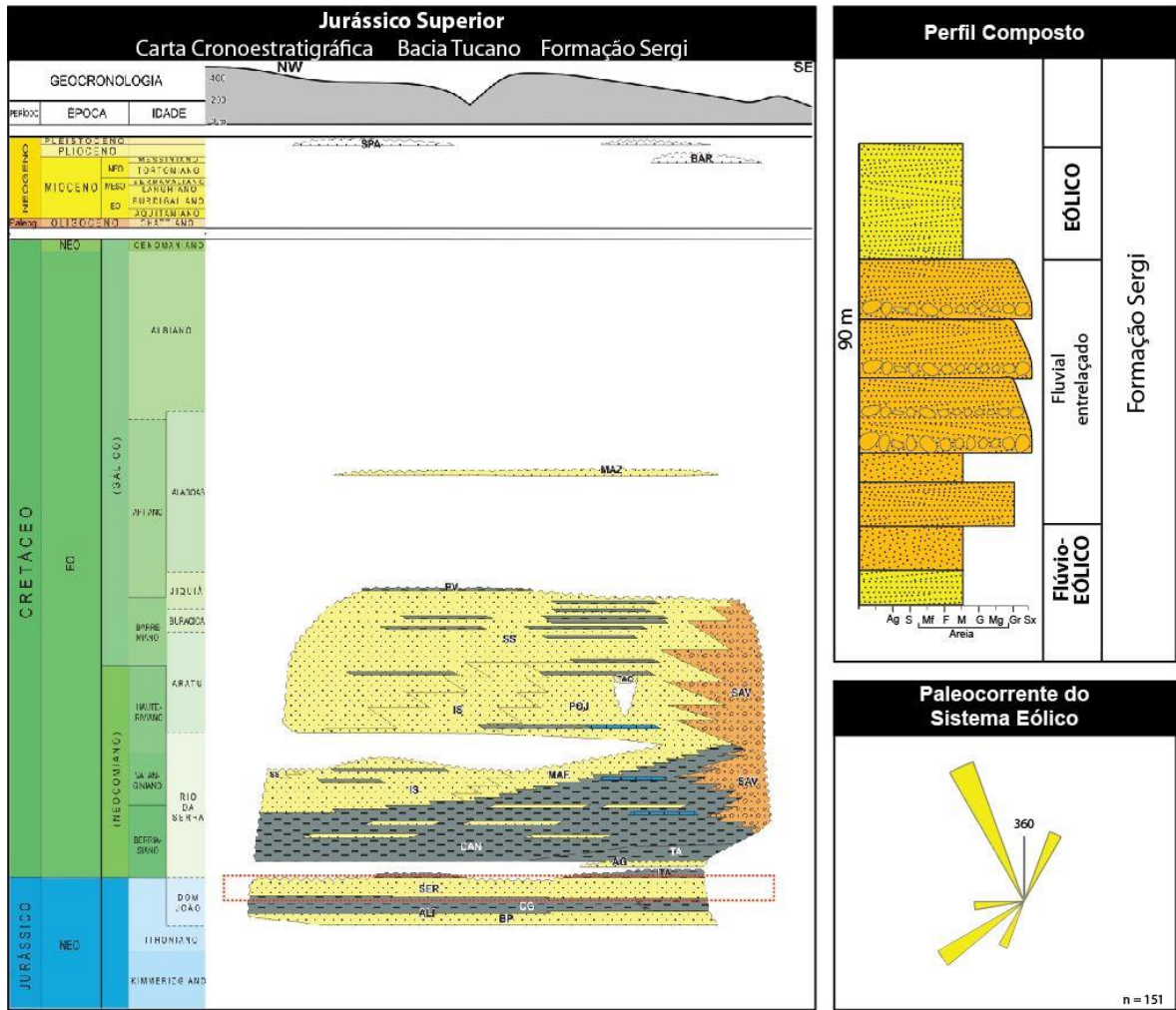


Figura 30. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Tucano: BAR = Barreiras, MAZ = Marizal, PV = Poço Verde, SS = São Sebastião, IS = Ilhas, POJ = Pojuca/Taquipe, SAV = Salvador, MAF = Marfim, CAN = Candeias, AG = Água Grande, TA = Tauá, ITA = Itaparica, SER = Sergi, CG = Capianga, ALI = Aliança, BP = Boipeba. Carta cronoestratigráfica modificada de Costa *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

Paleogeografia

No contexto geral, neste intervalo a fragmentação do supercontinente Gondwana estava apenas começando e a abertura do Oceano Atlântico Central se dava à medida que o continente Laurasia se afastava em direção ao Norte (Scotese *et al.*, 1999). Scotese, Boucot and McKerrow (1999) ainda aponta para a existência de uma cadeia de montanhas de direção norte-sul próxima do que veria ser o rifte entre África e América do Sul na região sul do Gondwana. Grande parte do

Gondwana consistia em um amplo com elevação de no mínimo 100 m, sob a qual se desenvolveram diferentes síneclises com acumulação eólica ou fluvio-eólica (Figura 31).



Figura 31. Mapa das bacias do Paraná, Parnaíba e Rifites com suas bordas atuais relocadas no Jurássico Superior, mapa base modificado de Blakey (2011). Mudar. Colocar a depressão afro-brasileira.

Na porção centro-norte do Gondwana se desenvolveu uma ampla bacia durante o Jurássico Superior, vinculado aos estágios iniciais de fragmentação desse supercontinente, chamada de Depressão Afro-Brasileira. Esta bacia foi preenchida por sedimentos fluvio-eólico-lacustre, cujas biozonas de ostracodes indicam o Andar Dom João, correspondente ao final do período Jurássico (Kuchle, Scherer, Born, Alvarenga & Adegas, 2011). Esta sucessão recebe diferentes nomes conforme a região analisada (Figura 32). Entre as principais unidades, destacam-se as formações Serraria (Bacia Sergipe-Alagoas) e Sergi (bacias de Almada, Camamu, Recôncavo e Tucano), correspondente aos estágios finais de preenchimento da Depressão Afro-Brasileira (Kuchle *et al.*, 2011). De uma forma geral observa-se um aumento granulométrico e um padrão geral de drenagem para Norte-Nordeste na porção sul da depressão (Kuchle *et al.*, 2011), equivalente as bacias de Almada e Camamu, o que indica uma proximidade da borda da bacia, com um alto estrutural que possivelmente separou a Depressão Afro-brasileira da Bacia do Paraná.

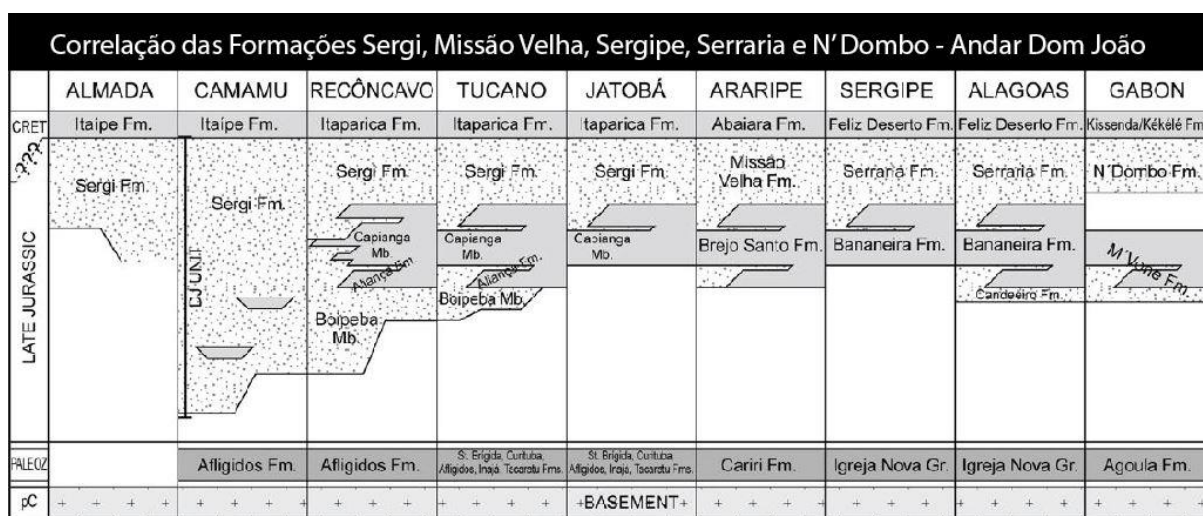


Figura 32. Diagrama de correlação da estratigrafia das bacias que possuem unidades correspondentes. Modificado de Kuchle *et al.*, 2011.

A sedimentação Jurássica Superior da Bacia do Paraná corresponde a Formação Guará, descrita por Scherer, Lavina, Fonseca e Santos (2000); Scherer e Lavina (2005, 2006) no Estado do Rio Grande do Sul. A Formação Guará, na Bacia do Paraná no Sul do Brasil, é caracterizada por uma sucessão fluvio-eólica, onde

sistemas fluviais entrelaçados percorrem a bacia de norte para sul com o aumento de sucessões eólicas para o sul (Scherer & Lavina, 2005; 2006). A alta maturidade dos sedimentos sugere uma erosão de rochas sedimentares mais antigas da Bacia do Paraná, sendo, contudo ainda impossível definir a borda deposicional da bacia (Scherer & Lavina 2005). De qualquer forma as paleocorrentes fluviais para sul corroboram a hipótese da existência de um alto topográfico separando a Bacia do Paraná da Depressão Afro-brasileira.

Na Bacia do Parnaíba, norte do Gondwana, também ocorrem depósitos do Jurássico Superior, representados pelos depósitos de dunas e interdunas eólicas do Membro Macapá da Formação Mosquito. Provavelmente esta bacia encontrava-se isolada da Depressão Afro-Brasileira. A paleocorrente para sudeste dos sistemas fluviais que ocorrem na porção norte da Depressão Afro-Brasileira, indica a existência de alto estrutural que a separava da Bacia do Parnaíba, posicionado possivelmente a Norte da Bacia de Jatobá (Kuchle et al., 2011), podendo corresponder ao Lineamento Pernambuco-Paraíba. A seção Jurássica Superior da Bacia do Parnaíba tem a sua história vinculada a evolução da margem equatorial (separação entre Gondwana e Laurasia), conforme atestam as idades dos interderrames basálticos de unidades da Formação Mosquito, basalto inferior de idade 190 Ma e basalto superior de 130 Ma, onde o Membro Macapá ocorre entre esses derrames (Ballén *et al.*, 2013).

Paleoventos

O sentido das paleocorrentes eólicas indicam dois domínios distintos de paleoventos. As unidades eólicas posicionadas nas bacias mais a norte do Gondwana, correspondendo às formações Mosquito (Bacia do Parnaíba) e Sergi (Depressão Afro-Brasileira), apresentam ventos dominante de nordeste, com exceção de dados pontuais da Formação Serraria, que registra ventos de sudoeste. Por sua vez, os depósitos de dunas eólicas da Formação Guará (Bacia do Paraná), posicionada mais a sul do Gondwana, apresenta ventos consistentes de sudoeste (Figura 33 e Figura 34). Esta configuração de paleocorrentes indica uma convergência de ventos na porção central do Gondwana durante o Jurássico

Superior. Se comparados os ventos dominantes com o modelo numérico previsto (Figura 34B) eles se comportam como o calculado, apontando para a existência de um padrão de circulação atmosférica monsonal já que a zona de convergência intertropical encontrava-se mais ao sul da linha do equador durante o verão no hemisfério sul, isto é, ventos do hemisfério norte cruzavam a linha do equador em função do contraste barométrico (Moore *et al.*, 1992). Há o registro de uma direção de vento subordinada na área central do Gondwana, marcadas pelos estratos eólicos da Formação Serraria, que provavelmente marca a existências de ventos subordinados durante o inverno no hemisfério sul, ventos para o norte, sua preservação pode ter sido atribuída a algum alto topográfico na região.

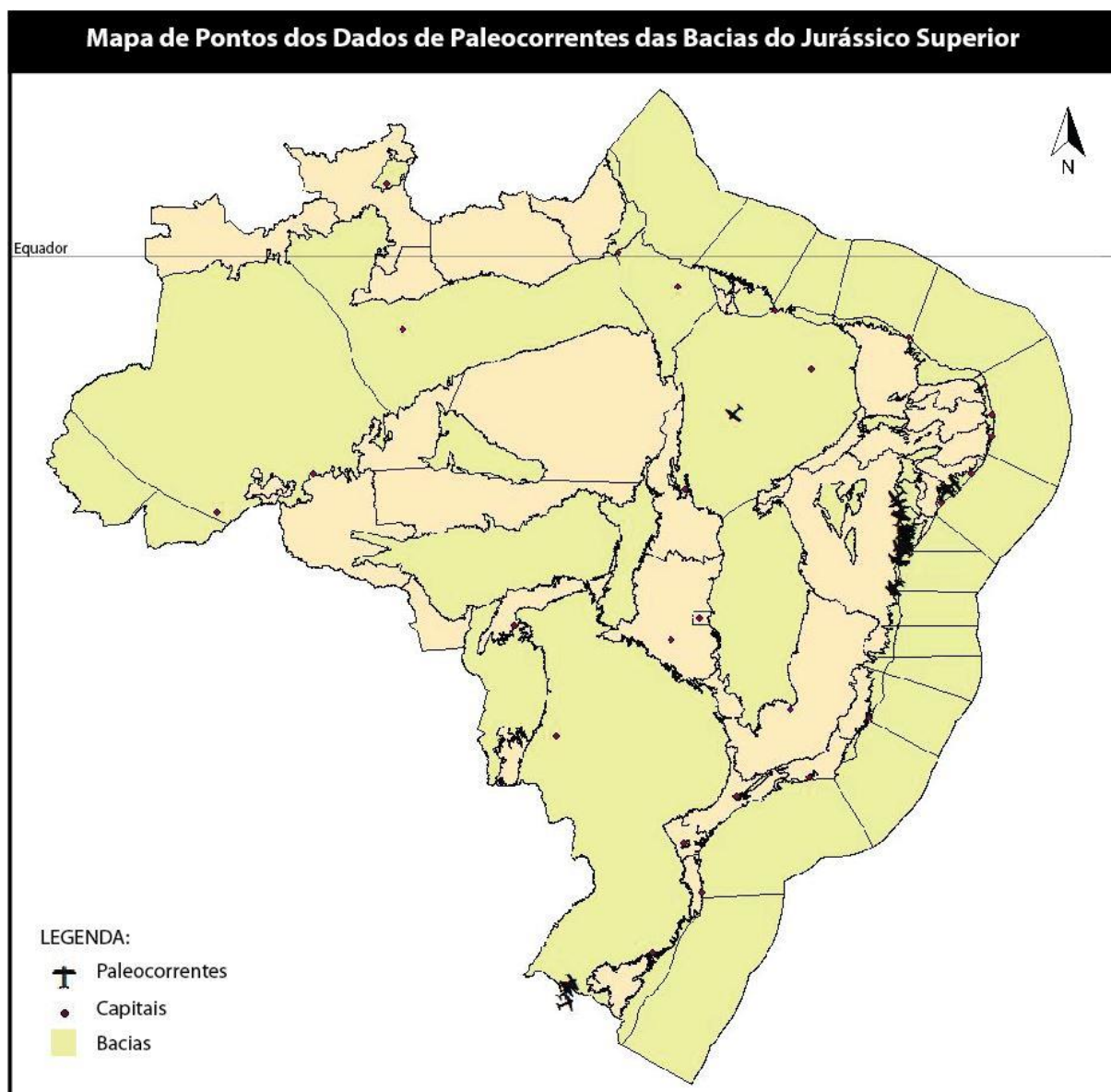


Figura 33. Mapa de pontos compilados durante o projeto das bacias com depósitos eólicos ou fluvio-eólicos no Jurássico Superior.

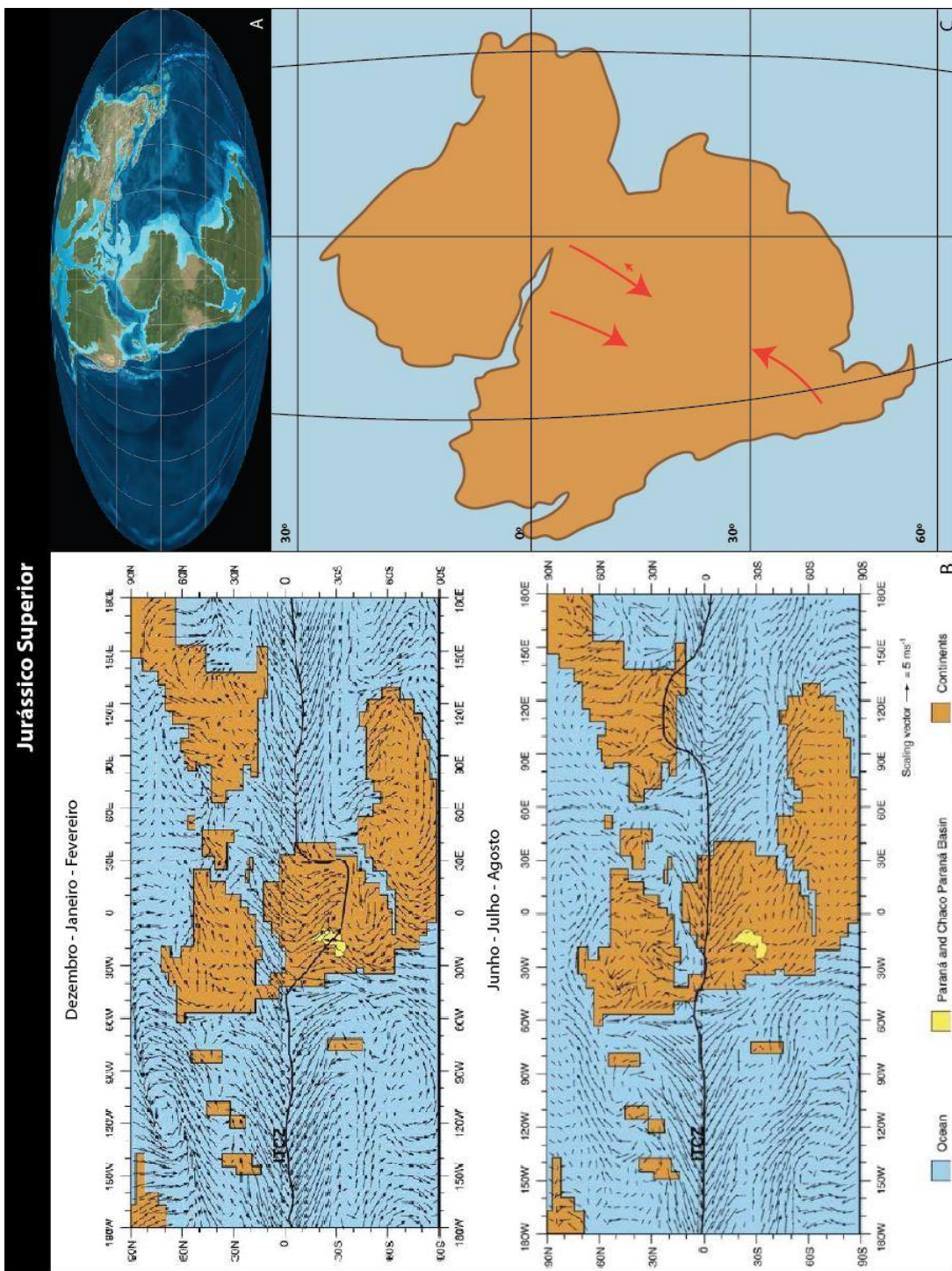


Figura 34. Mapa dos ventos. A: mapa geral modificado de Blakey (2011). B: mapa de modelo de circulação atmosférica Moore *et al.* (1992). C: modelo dos ventos construído com base nos dados adquiridos no projeto.

3.2 Base do Cretáceo Inferior

Os depósitos com registro eólico dentro do intervalo da base do Cretáceo Inferior são os arenitos da Formação Botucatu na Bacia do Paraná, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Uruguai (Scherer & Goldberg, 2007; Bigarella & Oliveira, 1966; Bigarella and Oliveira, 1961; Silva & Scherer, 2000; Scherer, 2000) (Figura 35) e da Formação Água Grande na Bacia do Recôncavo (Wiederkehr, 2010) (Figura 36). As figuras 35-36 apresentam uma síntese das informações de cada formação ou grupo de onde os dados de paleocorrentes eólicas foram compilados no intervalo da Base do Cretáceo Inferior, contendo a carta cronoestratigráfica da bacia a qual pertencem, um perfil composto dos mesmos e um diagrama de roseta construído a partir dos dados da Tabela dos Dados de Paleocorrentes (Apêndice A) apresentando a direção média geral ou por área da formação ou grupo.

A Formação Botucatu é caracterizada por depósitos de dunas eólicas, representados por sets de estratificação cruzada de grande porte (Scherer & Goldberg, 2007). A Formação Água Grande é caracterizada por depósitos fluviais e lacustres com contribuição eólica no topo do pacote arenoso (Wiederkehr, 2010).

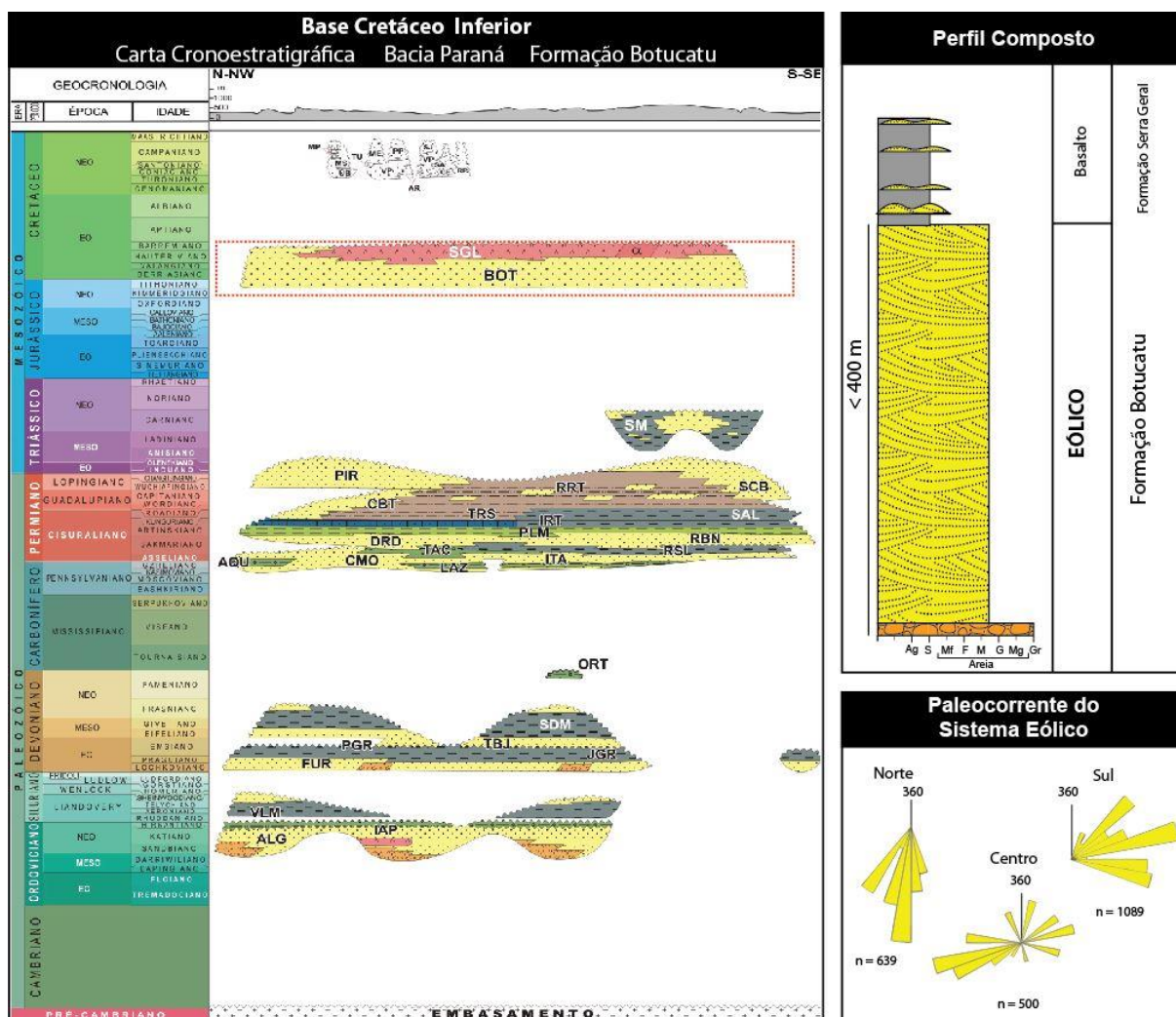


Figura 35. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia do Paraná: SGL = Serra Geral, BOT = Botucatu, SM = Santa Maria, PIR= Pirambóia, RRT= Rio do Rastro , SCB= Sanga do Cabral,CBT= Corumbata, TRS= Teresina, IRT= Irati, SAL= Serra Alta, PLM= Palermo, DRD= Dourados, RBN= Rio Bonito, TAC= Taciba, AQU= Aquidauana, CMO= Campos Mourão, ITA= Itararé, RSL= Rio do Sul, LAZ= Lagoa Azul, ORT= Diamictito Ortigueira, SDM= São Domingos, PGR= Ponta Grossa , TBJ= Tibagi, FUR= Furnas, JGR= Jaguaiaíva , VLM= Vila Maria, IAP= Iapó, ALG= Alto Garças. Carta cronoestratigráfica modificada de Milani *et al.* 2007. Fonte do Perfil: Scherer (2002).

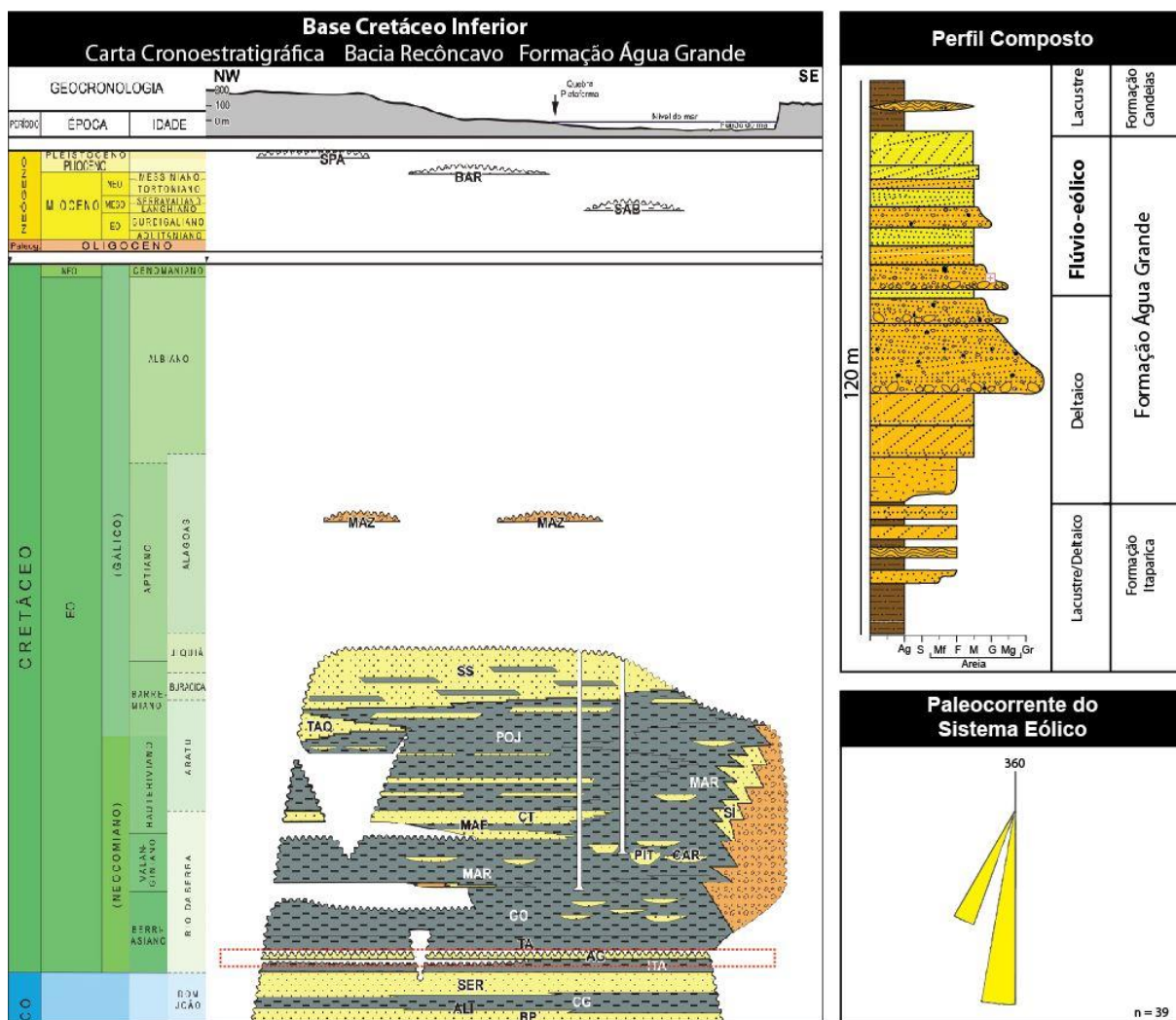


Figura 36. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Recôncavo: BAR = Barreiras, SAB = Sabiá, MAZ = Marizal, SS = São Sebastião, TAQ = Taquipe, POJ = Pojuca, MAR = Maracangalha, SI = Sesmaria, CT = ?, MAF = Marfim, PIT-CAR = Pitanga-Caruauçu, GO = Gomo, TA = Tauá, AG = Água Grande, ITA = Itaparica, SER = Sergi, ALI = Aliança, BP = Boipeba. Carta cronoestratigráfica modificada de Silva *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

Paleogeografia

Os mapas paleogeográficos existentes não abrangem este intervalo de tempo, pulando do Jurássico Superior, diretamente para mapas do topo do Cretáceo Inferior, um pulo de 30 Ma. Entretanto, Scherer e Goldberg (2007) demonstram uma continuidade física de campos de dunas eólicas na porção sul do Brasil (Formação Botucatu) e na Namíbia (Formação Twyfenfontein), indicando que a abertura continental e a ingressão marinha não tinham atingido a bacia de Pelotas, estando restrita ainda ao extremo sul do Gondwana neste momento. Isto evidencia que não ocorreram variações paleogeográficas significativas entre o Jurássico Superior e a base do Cretáceo Inferior, tendo-se optado, no presente trabalho, pela utilização do mesmo mapa paleogeográfico para estes dois intervalos de tempo.

Enquanto que grandes áreas da Laurasia foram inundadas gerando depósitos marinhos rasos na base do Cretáceo, no Gondwana, contudo, depósitos marinhos dominaram apenas o extremo oeste próximo da região de retro-arco do Andes e no extremo sul do onde já existia a incursão marinha fruto da fragmentação oceânica (Scherer & Goldberg, 2007) (Figura 37). No interior do continente predominava a sedimentação continental como a da Formação Botucatu na Bacia do Paraná. Essa formação foi um grande *erg* resultante do clima árido na área central do Gondwana, que por ser uma região cratônica resultou em uma bacia topográfica acumulando espessos pacotes de depósitos de dunas eólicas, ocupando áreas na América do Sul e na África, onde são encontrados arenitos correlatos, como a Formação Twyfenfontein (Scherer & Goldberg, 2007). O Deserto do Botucatu seria semelhante ao atual deserto do Saara com mais de 1,500,000 km² de dimensão, ocorrendo no Brasil, Uruguai, Argentina, Paraguai e África, mas ainda existem dúvidas sobre a extensão original do *paleoerg* Botucatu. Esta unidade provavelmente se estendia para oeste até a borda andina e para leste em direção ao continente africano, enquanto os seus limites deposicionais para sul e norte devem se aproximar dos limites atuais da bacia. A Formação Botucatu apresenta uma nítida diminuição de espessura em direção ao sul, indicando que o Escudo Sul-rio Grandense era um alto topográfico na época da acumulação eólica (Scherer, 2000, 2002; Scherer & Goldberg, 2007). Em relação ao limite norte e nordeste do *paleoerg* Botucatu, a área deposicional dos arenitos eólicos provavelmente não avançava muito além dos seus

limites atuais. Não existe nenhuma evidência de uma continuidade física entre a “bacia” do Botucatu e as bacias riftes do nordeste brasileiro, sugerindo a existência de altos topográficos que as separavam fisicamente.

Na Bacia do Recôncavo que é parte de um rifte intracontinental abortado do nordeste brasileiro, a Formação Água Grande registra o desenvolvimento inicial do meio-grabén gerado pela ruptura do Gondwana (Wiederkehr, 2010). Na Formação Água Grande depósitos fluvio-eólicos que prograram de norte a sul assorearam lagos instalados devido ao tectonismo intenso e clima úmido na região que posteriormente foi substituído por um clima mais seco dando espaço para a deposição eólica (Wiederkehr, 2010).

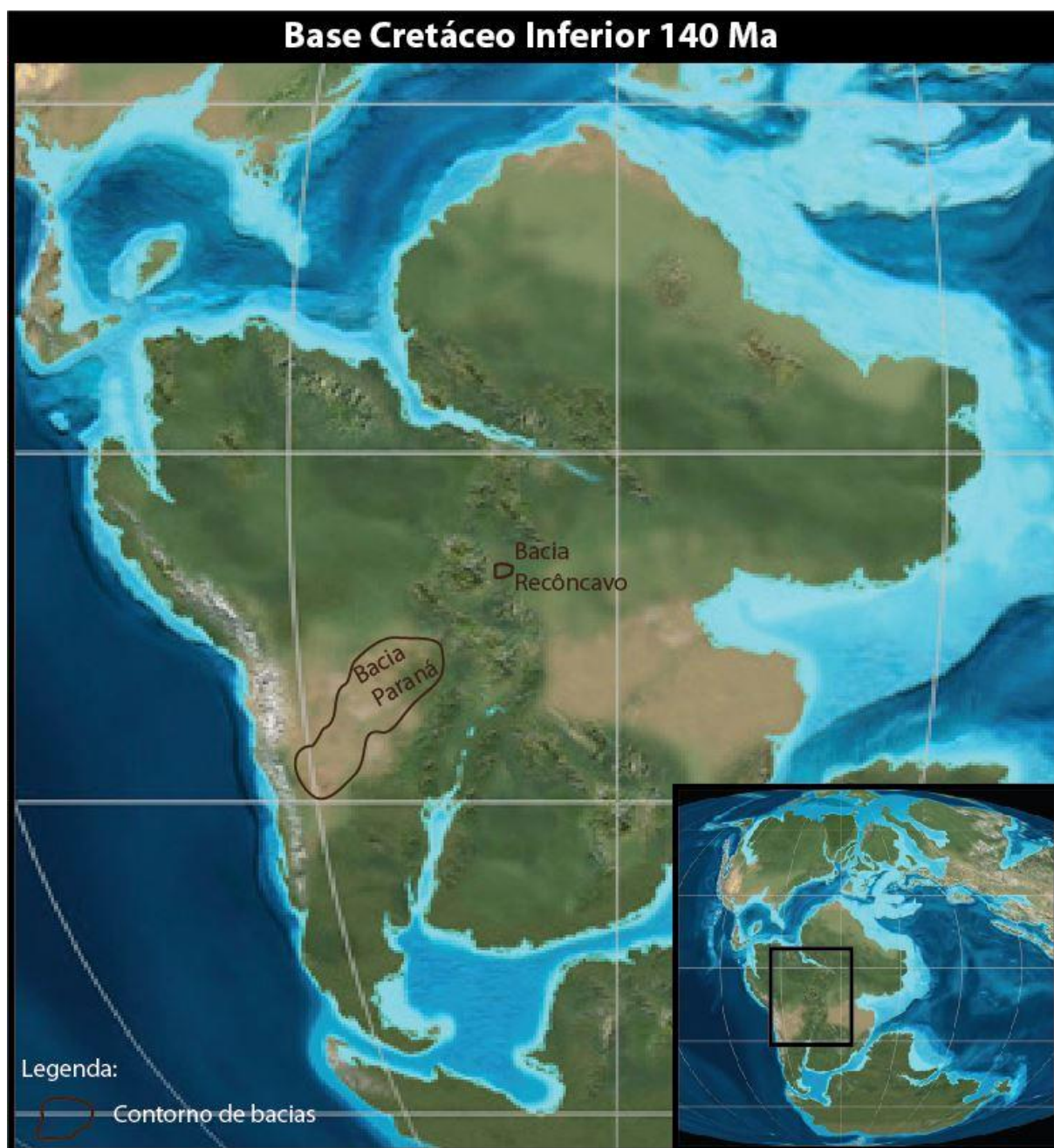


Figura 37. Mapa das bacias do Paraná e Riftes com suas bordas atuais relocadas na Base do Cretáceo Inferior, mapa base modificado de Blakey (2011).

Paleoventos

Da mesma forma que pode ser observado durante o Jurássico Superior, existe uma variação regional no padrão de ventos. As dunas eólicas da Formação Água Grande (Bacia do Recôncavo) e da porção norte da Formação Botucatu (Bacia do Paraná) apontam um padrão de ventos de norte, noroeste e nordeste (Figura 38 e Figura 39). Ao contrário disso, os estratos cruzados de dunas eólicas da Formação Botucatu na porção sul da bacia (Uruguai, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) indicam ventos de sudoeste. Por sua vez, a região que hoje corresponde ao Estado do Paraná, é marcada por uma ampla dispersão do sentido de mergulho dos estratos cruzados, sugere uma zona de convergência de ventos (Scherer & Goldberg, 2007) (Figura 38 e Figura 39),

Se comparados os ventos dominantes com o modelo numérico previsto (Figura 39B) eles se comportam como o calculado, muito similar ao padrão existente durante o Jurássico Superior. O mapa de ventos (Figura 39C) apresenta uma distribuição que indica um padrão de circulação atmosférica monsonal bem destacado, já que apontam para uma zona de convergência intertropical deslocada para o sul da linha do equador durante o verão no hemisfério sul, onde ventos de sudoeste dominam latitudes próximas de 30°S e ventos de noroeste dominam latitudes próximas de 20°S.

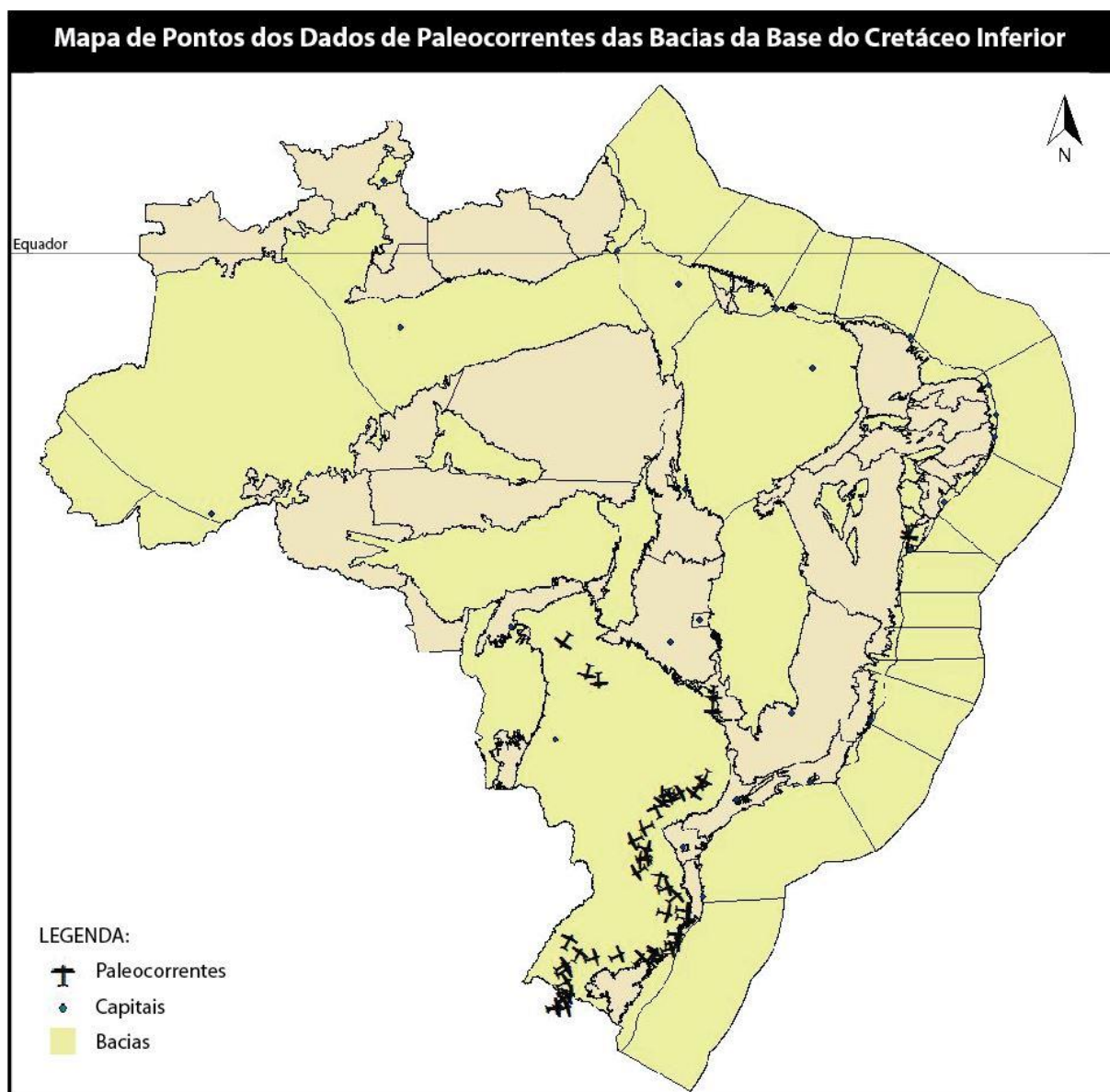


Figura 38. Mapa de pontos compilados durante o projeto das bacias com depósitos eólicos ou fluvio-eólicos na Base do Cretáceo Inferior.

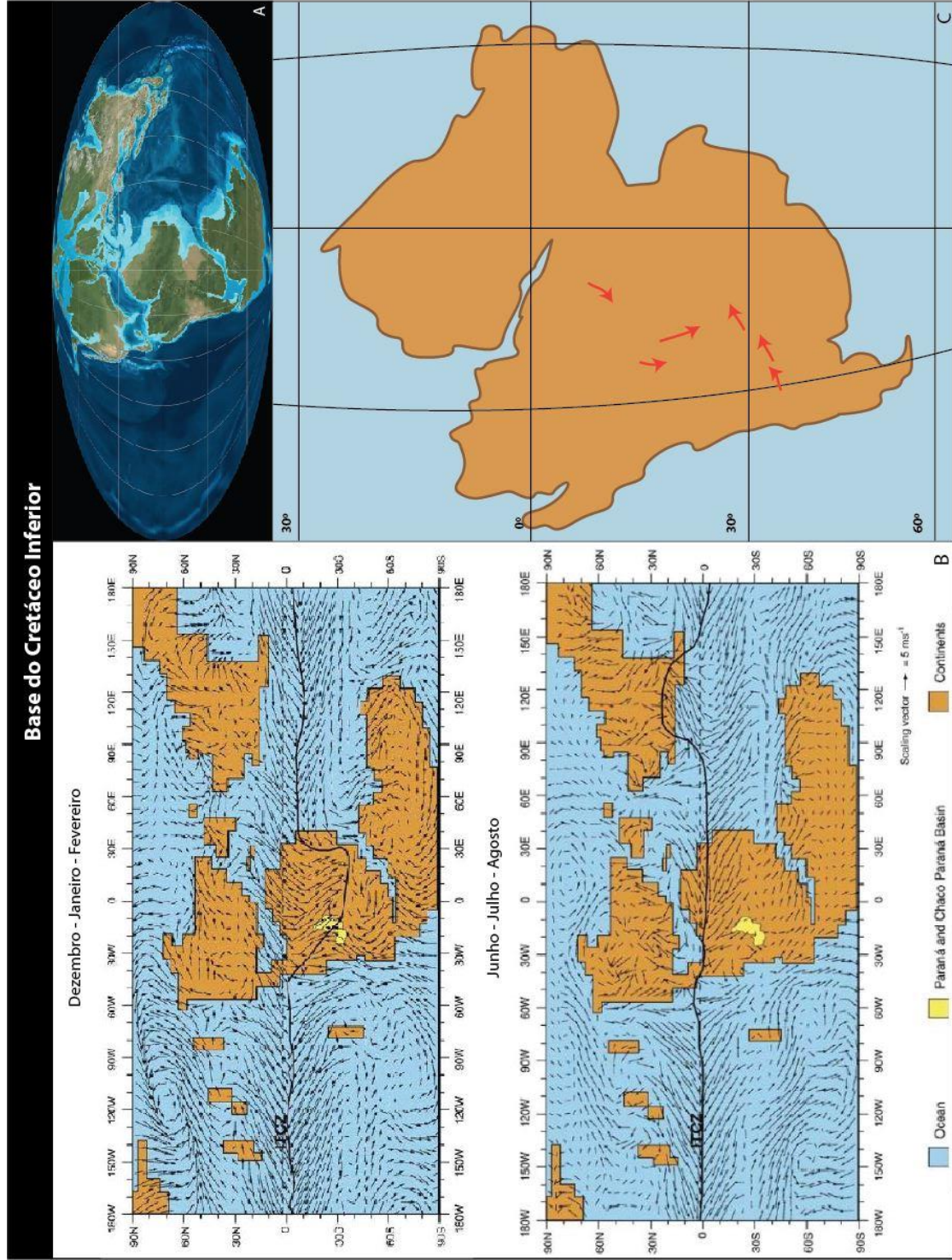


Figura 39. Mapa dos ventos. A: mapa geral modificado de Blakey (2011). B: mapa de modelo de circulação atmosférica Moore et al. (1992). C: modelo dos ventos construído com base nos dados adquiridos no projeto.

3.3 Topo do Cretáceo Inferior

Os depósitos com registro eólico dentro do intervalo do topo do Cretáceo Inferior são caracterizados pelo Grupo Almada, na Bacia do Camamu (UFRGS, 2011) (Figura 40), pela Formação São Sebastião na Bacia Jatobá (UFRGS, 2011; Ferronato, 2016) (Figura 41), pelo Grupo Caiuá na Bacia Bauru (Fernandes, 1992; Fernandes e Coimbra, 1994) (Figura 42) e na Bacia São Francisco, pelo Grupo Urucua (Spigolon & Alvarenga, 2002) (Figura 43) e Grupo Areado (Sgarbi, 1991, Mescolotti, 2014) (Figura 44). Também incluem os depósitos eólicos da Formação Lima Campos da Bacia Iguatu no Ceará (Arima, 2007) (Figura 45) e da Formação Utariti da Bacia dos Parecis (Batezelli, Ladeira, & Assine, 2014) no começo do Cretáceo Superior (Figura 46). As figuras 40-46 apresentam uma síntese das informações de cada formação ou grupo de onde os dados de paleocorrentes eólicas foram compilados no intervalo do Topo do Cretáceo Inferior, contendo a carta cronoestratigráfica da bacia a qual pertencem, um perfil composto dos mesmos e um diagrama de roseta construído a partir dos dados da Tabela dos Dados de Paleocorrentes (Apêndice A) apresentando a direção média geral ou por área da formação ou grupo.

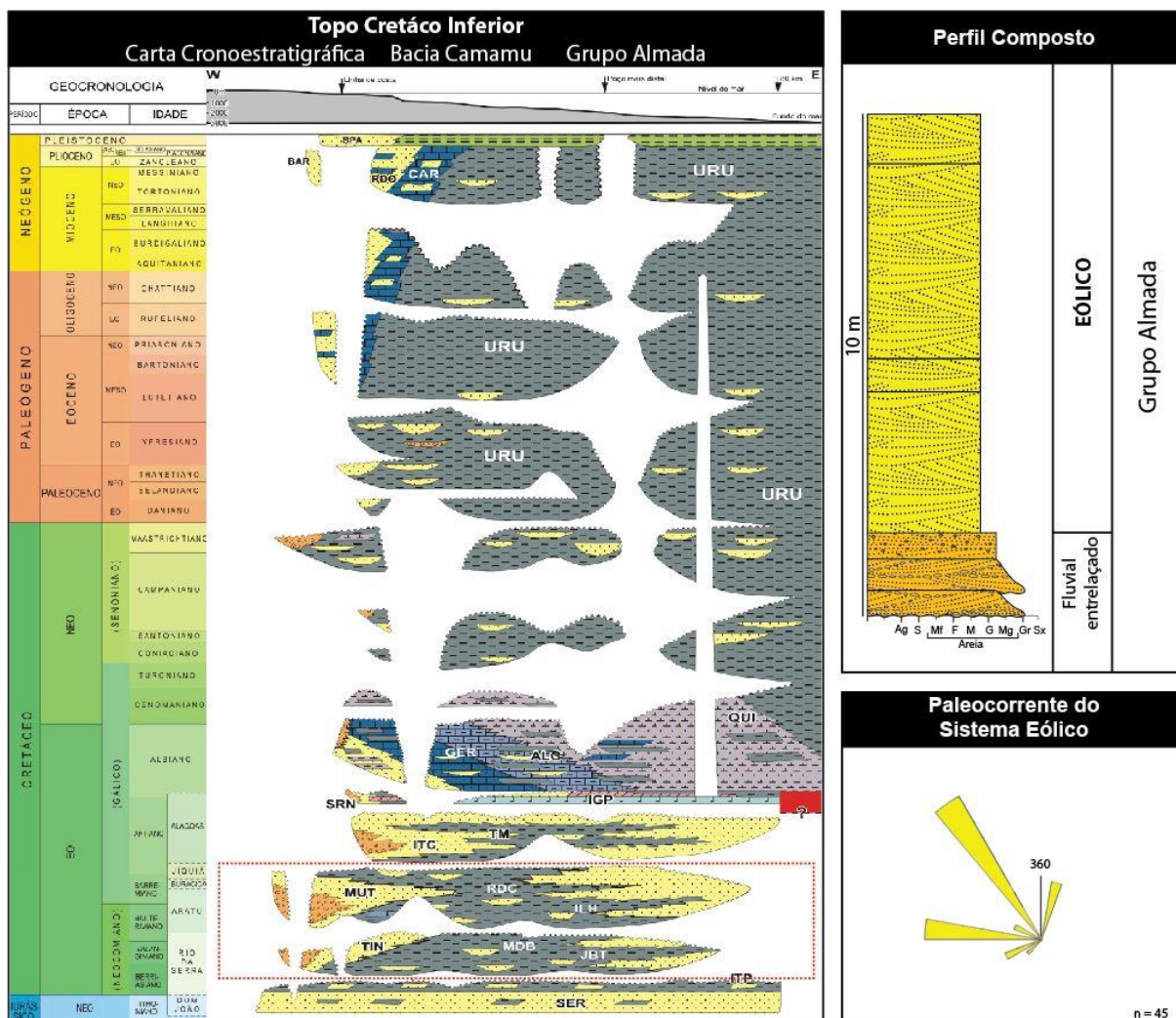


Figura 40. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Camamu: RD = Rio Doce, CAR = Caravelas, URU = Urucutuca, ALG = Algodões, GER = Germânia, QUI = Quipe, IGR = Igrapiúna, SRH = Seripiúna, ITC = Itacaré, TM = Taipus-Mirim, MUT = Mutá, RDC = Rio de Contas, ILH = Ilhéus, TIN = Tinharé, MDB = Morro do Barro, JBT = Jiribatuba, ITA = Itaparica, SER = Sergi. Carta cronoeestratigráfica modificada de Gontijo *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

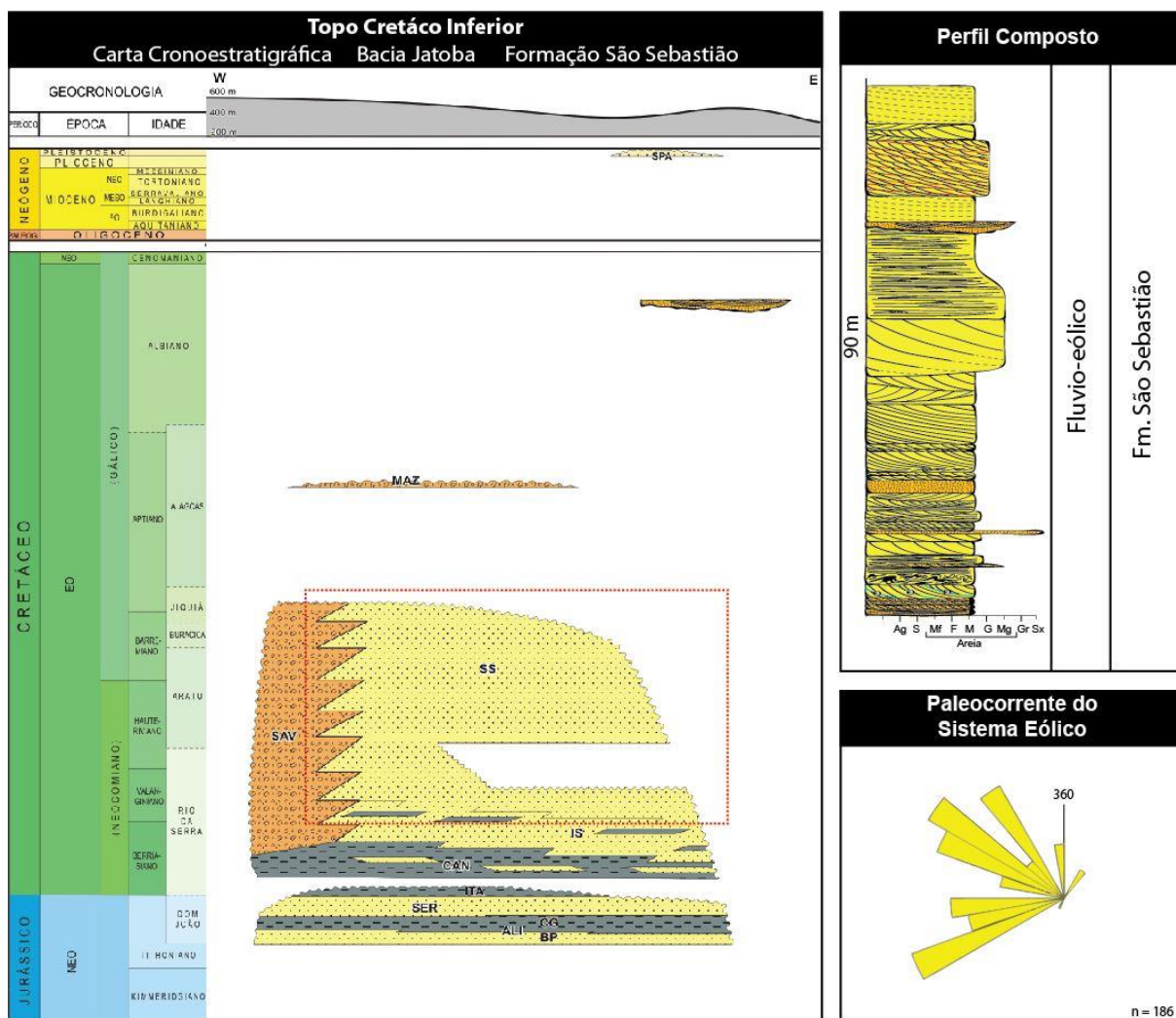


Figura 41. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Jatobá: MAZ = Marizal, SAV = Salvador, SS = São Sebastião, IS = Ilhas, CAN = Candeias, ITA = Itaparica, SER = Sergi, CG = Capianga, ALI = Aliança, BP = Boipeba. Carta cronoeestratigráfica modificada de Costa *et al.* In: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: UFRGS, 2011.

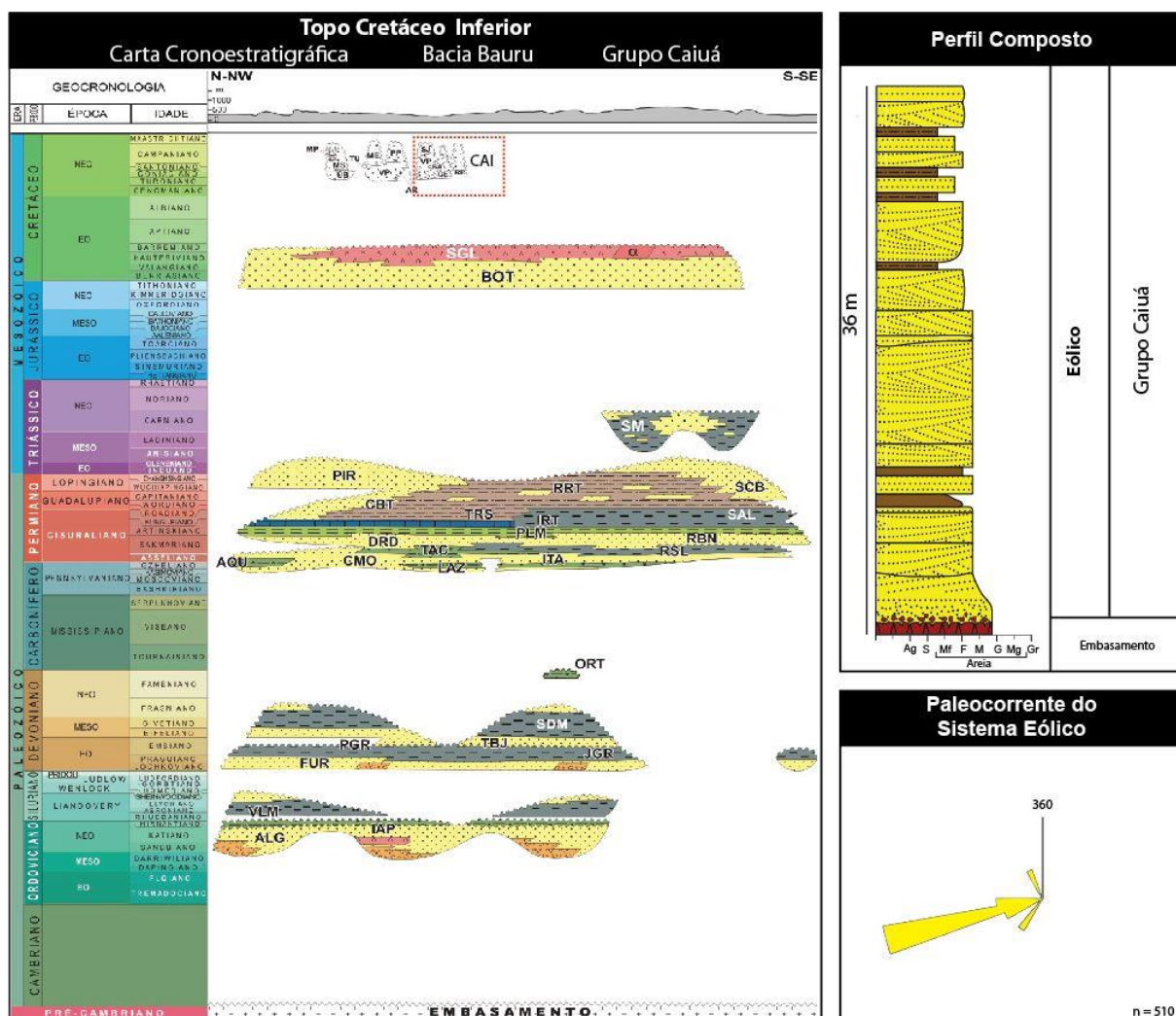


Figura 42. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Bauru/Bacia do Paraná: CAI = Caiuá, TRB = SGL = Serra Geral, BOT = Botucatu, SM = Santa Maria, PIR= Pirambóia, RRT= Rio do Rastro, SCB= Sanga do Cabral, CBT= Corumbata, TRS= Teresina, IRT= Irati, SAL= Serra Alta, PLM= Palermo, DRD= Dourados, RBN= Rio Bonito, TAC= Taciba, AQU= Aquidauana, CMO= Campos Mourão, ITA= Itararé, RSL= Rio do Sul, LAZ= Lagoa Azul, ORT= Diamictito Ortigueira, SDM= São Domingos, PGR= Ponta Grossa, TBJ= Tibagi, FUR= Furnas, JGR= Jaguariaíva, VLM= Vila Maria, IAP= Iapó, ALG= Alto Garças. Carta cronoestratigráfica modificada de Milani *et al.* 2007 *In*: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: Fernandes e Coimbra, 1994.

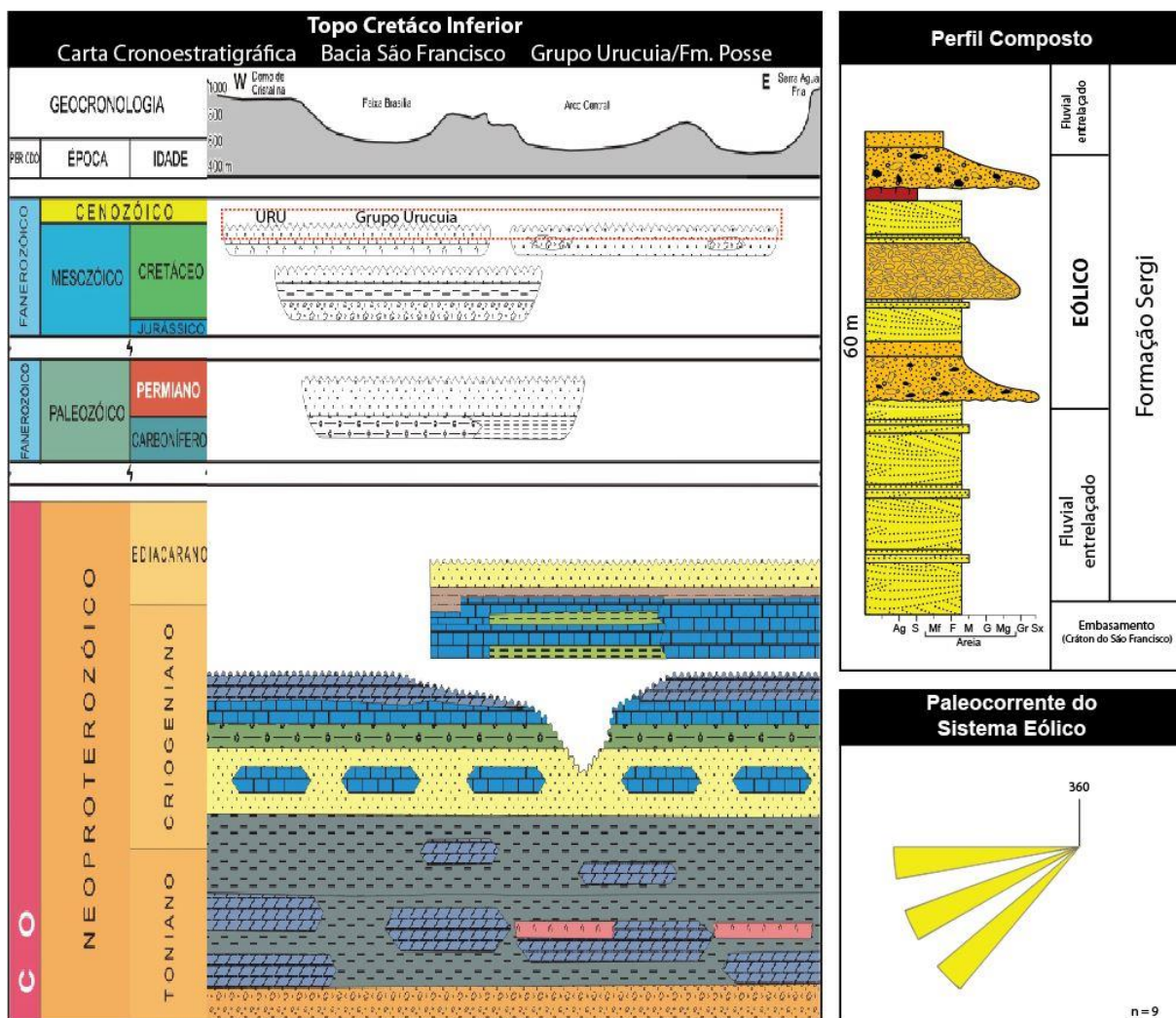


Figura 43. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia São Francisco: URU= Uruçua. Carta cronoestratigráfica modificada de Zalán e Silva *In*: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: Spigolon e Alvarenga, 2002.

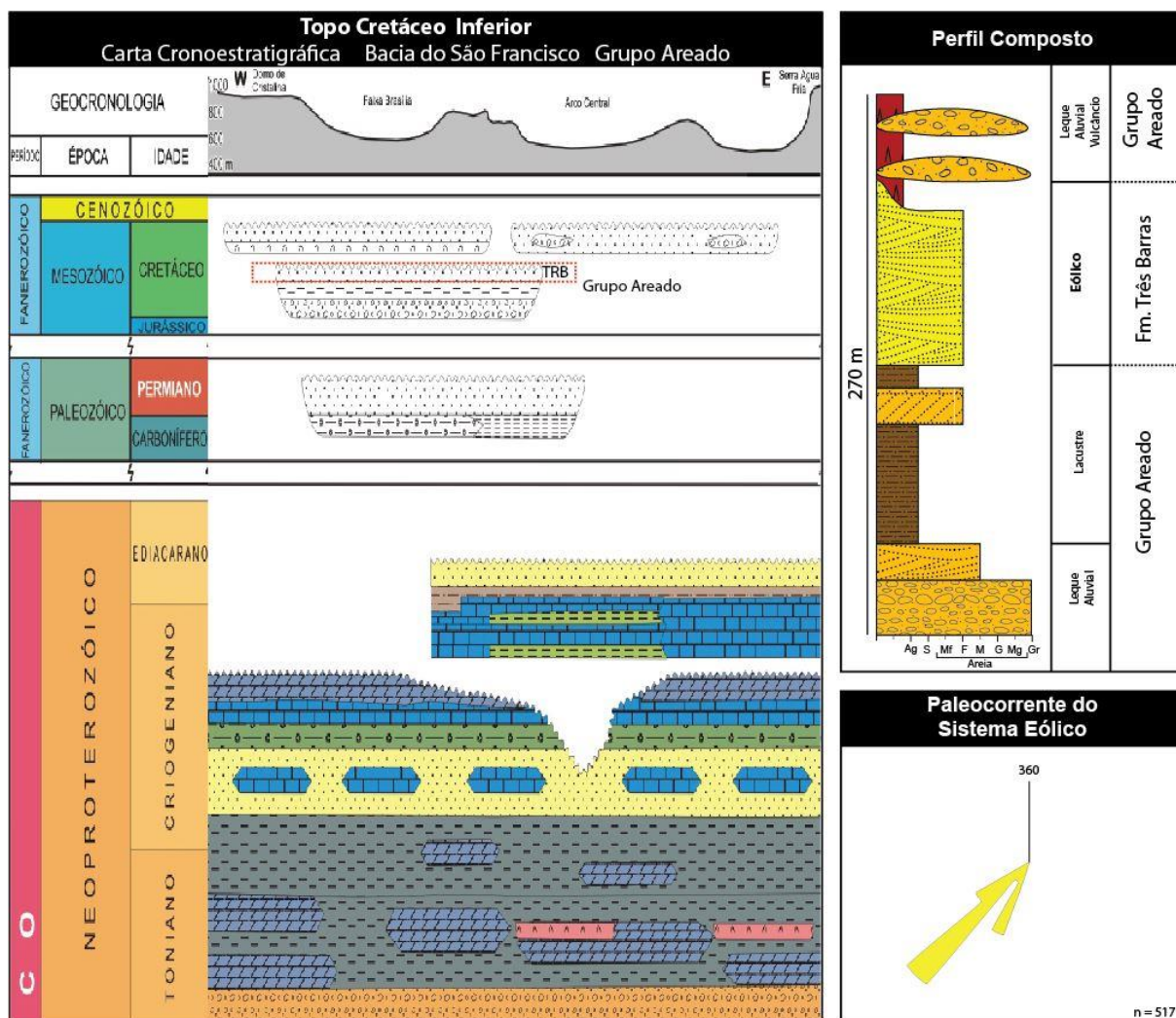


Figura 44. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia São Francisco: TRB = Formação Três Barras. Carta Crono modificado de Zalán e Silva *In*: Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. Fonte do Perfil: Frago et al. 2011.

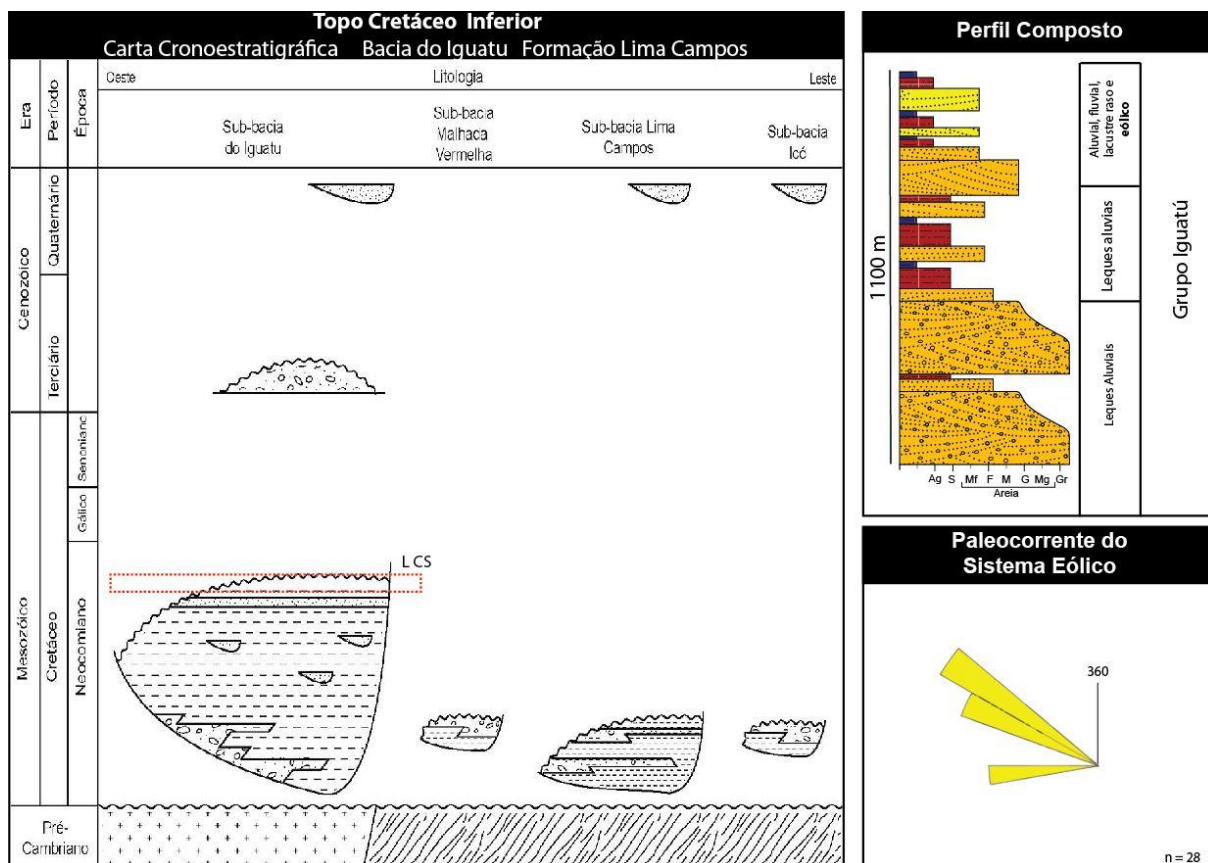


Figura 45. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia do Iguatu:: LCS = Formação Lima Campos. Carta cronoestratigráfica modificada de Ponte et al. *In*: Arima (2007). Fonte do Perfil: Arima (2007).

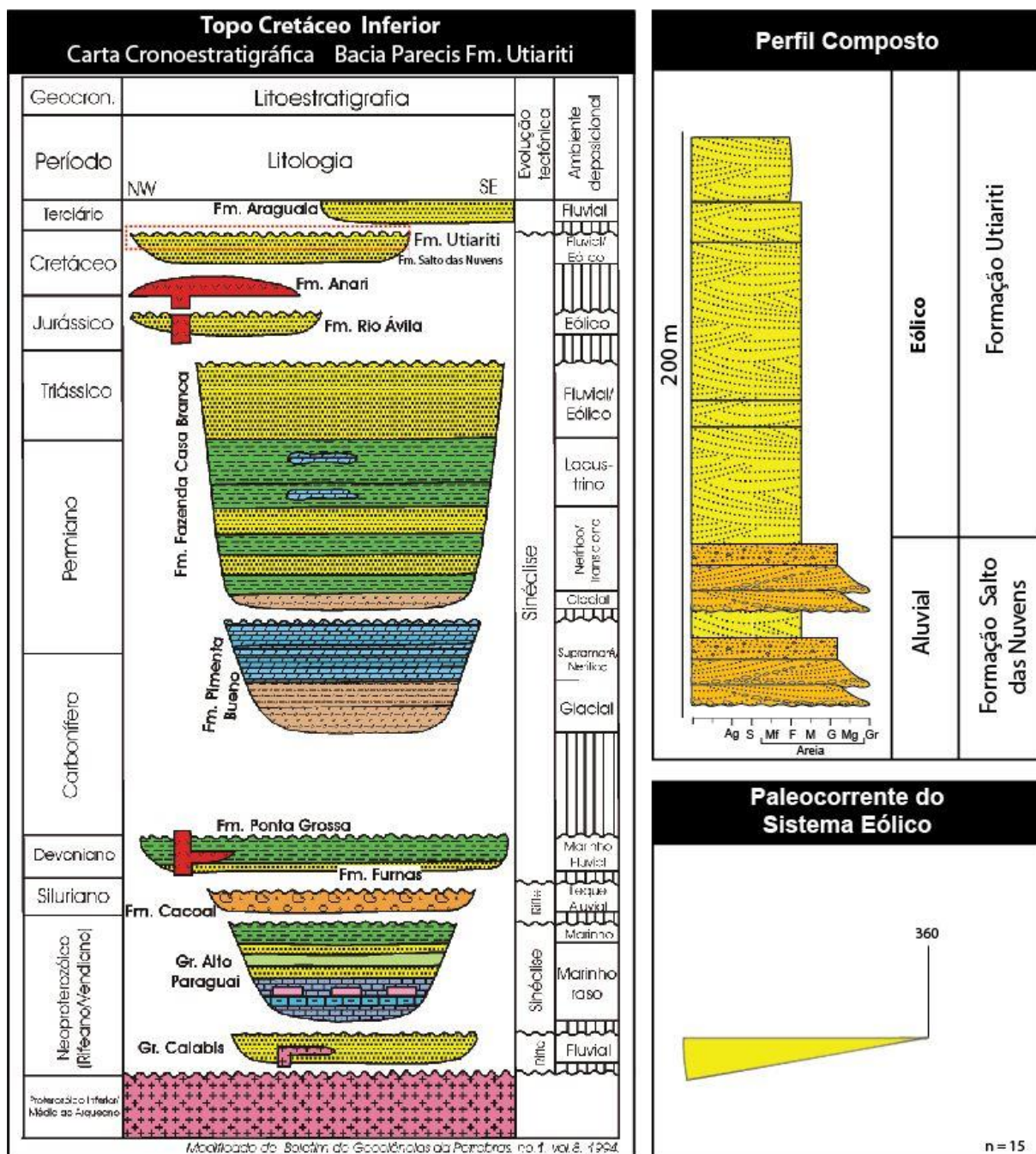


Figura 46. Resumo das paleocorrentes adquiridas neste trabalho com Carta Cronoestratigráfica Bacia Parecis modificada de Boletim de Geociências da Petrobras, no.1, vol.8, 1994. Fonte do Perfil: Batezelli *et al.* 2014.

O Grupo Almada é predominantemente flúvio-deltaico, sendo os arenitos subordinados a todo o sistema de lagos profundos da Formação Morro do Barro e de leques deltaicos, plataformais e talude da Formação Rio de Contas, são

caracterizados por depósitos de dunas eólicas compostas (UFRGS, 2011). A Formação São Sebastião é caracterizada por depósitos fluvio-eólicos, apresentando na base intercalações de inundações em lençol e lençóis de areia eólico e no topo ocorre o predomínio de dunas eólicas de grande porte (Ferronato, 2016). Os arenitos do Grupo Caiuá são caracterizados por depósitos eólicos distribuídos em três zonas distintas: zona central *de sand sea*, (Fm. Formação Rio Paraná), zona de depósitos eólicos periféricos (Fm. Goio Erê) e planícies de lençóis de areia (Fm. Santo Anastácio) (Fernandes e Coimbra, 1994). O Grupo Urucua é caracterizado por apresentar na base, depósitos de ambiente desértico de campos de dunas e interdunas e no topo, depósitos de lençóis arenosos úmidos passando assim a ser um sistema fluvio-eólico (Spigolon & Alvarenga, 2002). E por final, os arenitos do Grupo Areado são caracterizados por depósitos de dunas eólicas de grande porte, canais fluviais e deltas (Sgarbi, 1991; Fragoso, Uhlein, Sanglard, Suckau, Guerzoni, & Faria, 2011). A Formação Lima Campos, por sua vez, é caracterizada predominantemente por arenitos conglomeráticos na porção inferior, e na superior, essencialmente pelítico e apresentando arenitos eólicos subordinados no topo (Arima, 2007). A Formação Utiriti, por sua vez marca a passagem de depósitos aluviais para depósitos de campos de dunas e lençóis de areia eólicos (Batezelli *et al.*, 2014).

Paleogeografia

Neste intervalo a fragmentação do supercontinente Gondwana estava em progresso e um mar epicontinental ao sul se abria para dar origem ao oceano Atlântico Sul (Scotese *et al.*, 1999) e o Atlântico Central tornava-se um oceano maduro devido a completa abertura do Golfo do México (Blakey, 2008). A ausência de mares epicontinentais no interior do Gondwana, especificamente no centro-oeste, é uma consequência da existência um amplo platô na porção leste deste (Scherer & Goldberg, 2007), deixando o interior do continente livre da entrada de água e propício para um clima ainda mais árido. Nesta fase, se intensifica o processo de desenvolvimento de um sistema de riftes continentais que deu origem a meio-grabéns, no nordeste, e ao oceano Atlântico Sul, ao sul. (Figura 47).

Neste intervalo de tempo dois tipos de bacias se desenvolviam no interior do continente. No interior do nordeste brasileiro, encontrava-se um sistema de riftes abortados, a maioria deles estando na fase final de preenchimento. Estes riftes, representados neste trabalho pela Formação Lima Campos (Bacia de Iguatu), Formação São Sebastião (Bacia do Tucano) e Grupo Almada (Bacia de Camamu) têm um preenchimento predominantemente aluvial e lacustrino, sendo os depósitos eólicos restritos a lençóis de areia e pequenos campos de dunas eólicos (Arima, 2007; CPRM & UFPE, 2007, UFRGS, 2011). Na porção centro-sul do território brasileiro, desenvolveram-se sinéclises representadas pela Bacia São Franciscana, Bacia Bauru e Bacia do Parecis.

O Grupo Caiuá na Bacia Bauru, na região do estado de São Paulo e do Paraná, registra um condição de ambiente desértico com zonas central de *sand sea* (Fm. Formação Rio Paraná), zonas de depósitos eólicos periféricos (Fm. Goio Erê) e lençóis de areia (Fm. Santo Anastácio) dominando áreas mais ao sul e o cronocorrelato Grupo Bauru compreende ambientes aluviais em direção ao norte, no estado do Mato Grosso do Sul (Fernandes, 1992; Fernandes e Coimbra, 1994).

A Bacia São Franciscana é caracterizada por depósitos fluvio-eólicos dos Grupos Urucuia e Areado. No Grupo Urucuia, nos estados de Minas Gerais e Goiás, a Formação Posse registra a existência de um ambiente desértico desenvolvido em um clima árido sob escassez de água, apontando um nível de base abaixo da superfície deposicional neste intervalo, seguido de um sistema fluvial entrelaçado psamítico (Formação Serra das Araras) (Spigolon & Alvarenga, 2002).

O Grupo Areado na Bacia do São Francisco, no estado de Minas Gerais, registra condições paleoclimáticas áridas observadas em direção ao seu topo, onde o Membro Três Barras é composto por arenitos eólicos e fluvio-deltaicos (Sgarbi, 1991). A deposição ocorreu em função da tectônica distensiva relativa à abertura do oceano Atlântico Sul, que foi responsável pela formação de uma bacia receptora, um *graben-horst*, onde na Formação Três Barras os arenitos eólicos dominaram o topo até o momento onde uma grande atividade magmática da Formação Mata da Corda finalizou o preenchimento Neocretácico (Fragoso *et a.*, 2011).

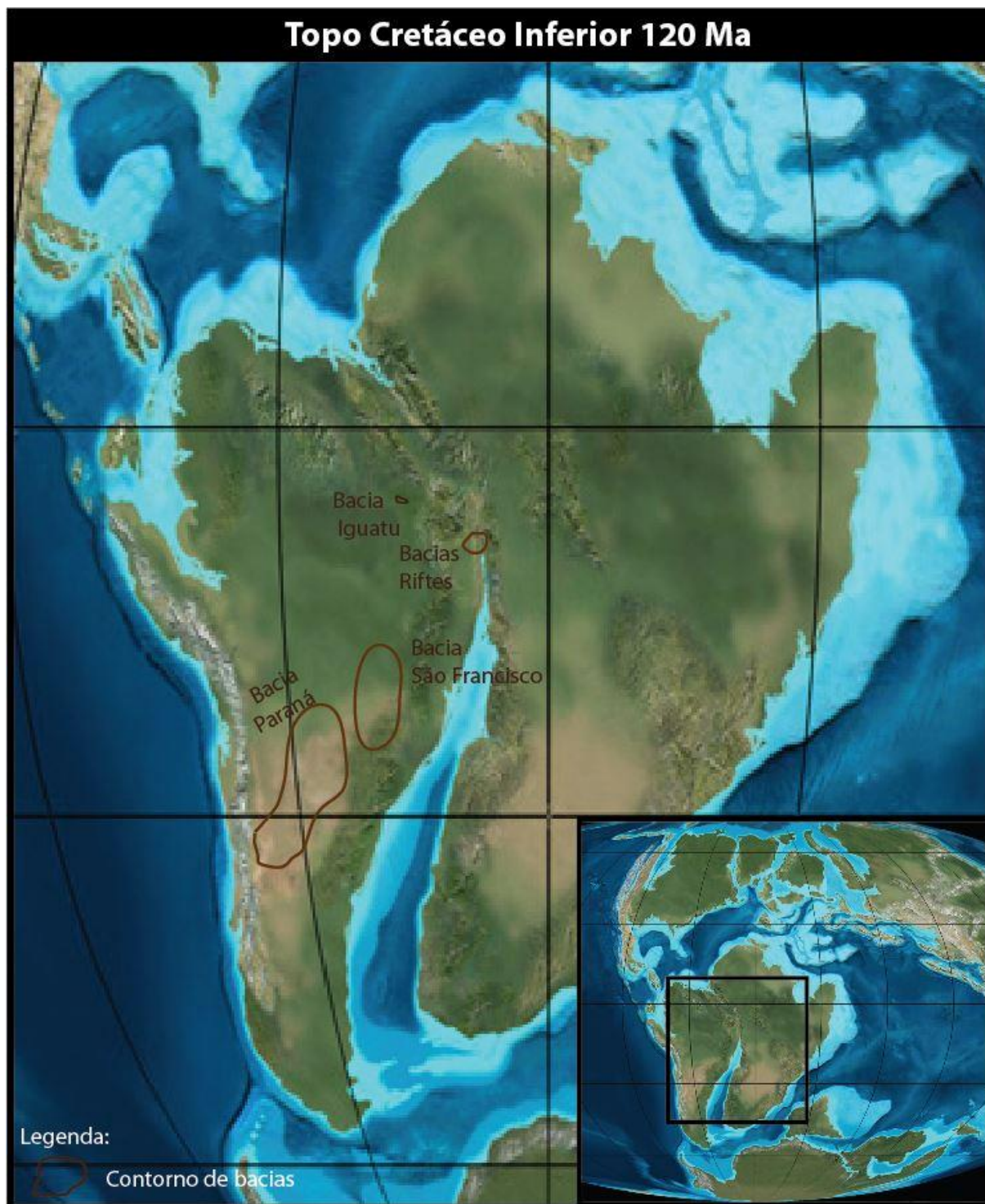


Figura 47. Mapa das bacias do Bauru/Paraná, São Francisco, Iguatu e Riftes com suas bordas atuais relocadas no Topo do Cretáceo Superior, mapa base modificado de Blakey (2011).

Finalmente a Bacia dos Parecis, no Mato Grosso, abrigou neste intervalo dois ciclos de sedimentação, um caracterizado por sedimentação aluvial, seguido de uma sucessão predominantemente eólica, registrando a passagem de um clima úmido para um clima seco no começo do Cretáceo Superior (Batezelli *et al.*, 2014).

Paleoventos

Os estratos cruzados de dunas eólicas do Grupo Almada, Grupo Caiuá, Grupo Urucuia, Grupo Areado, Formação São Sebastião e da Formação Utiriti registram paleocorrentes para oeste-sudoeste, indicando ventos de leste-nordeste. A Formação Lima e Campos registra estratos cruzados de dunas eólicas com sentido de mergulho para oeste-noroeste, indicando ventos de leste-sudeste (Figura 48 e Figura 49). Se comparados os ventos dominantes com o modelo numérico previsto (Figura 49B) se comportam aproximadamente como o calculado, visto que os ventos dominantes são de leste-sudeste no modelo numérico durante o verão do hemisfério sul e no registro geológico são ventos de leste-nordeste, sugerindo o estabelecimento de um padrão de circulação atmosférica zonal com ventos provenientes de leste nas baixas e médias latitudes da América do Sul, diferentemente ao padrão monsonal observado durante o Jurássico Superior e base do Cretáceo Inferior. Como a figura 1 mostra, esse registro seria dos ventos alísios de sudeste, que são parte da célula de Hadley. De acordo com Scotese and Summerhayes (1986) o próprio padrão de circulação atmosférica zonal apresenta um deslocamento das zonas de alta ou baixa pressão de aproximadamente 10° , o que pode causar a pequeno desvio no sentido dos ventos observado no registro, com aquele obtido no modelo numérico.

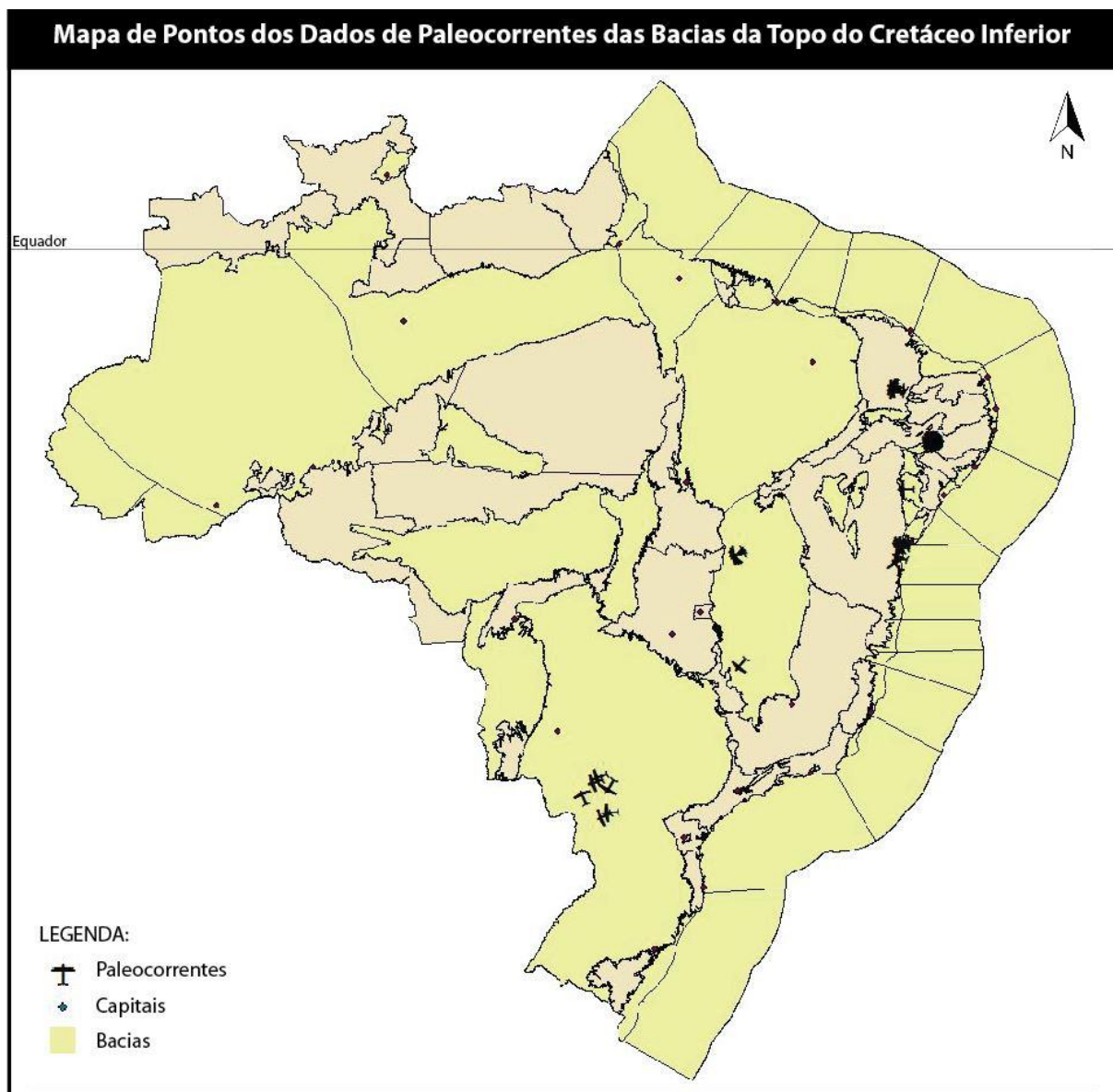


Figura 48. Mapa de pontos compilados durante o projeto das bacias com depósitos eólicos ou fluvio-eólicos no Topo do Cretáceo Inferior.

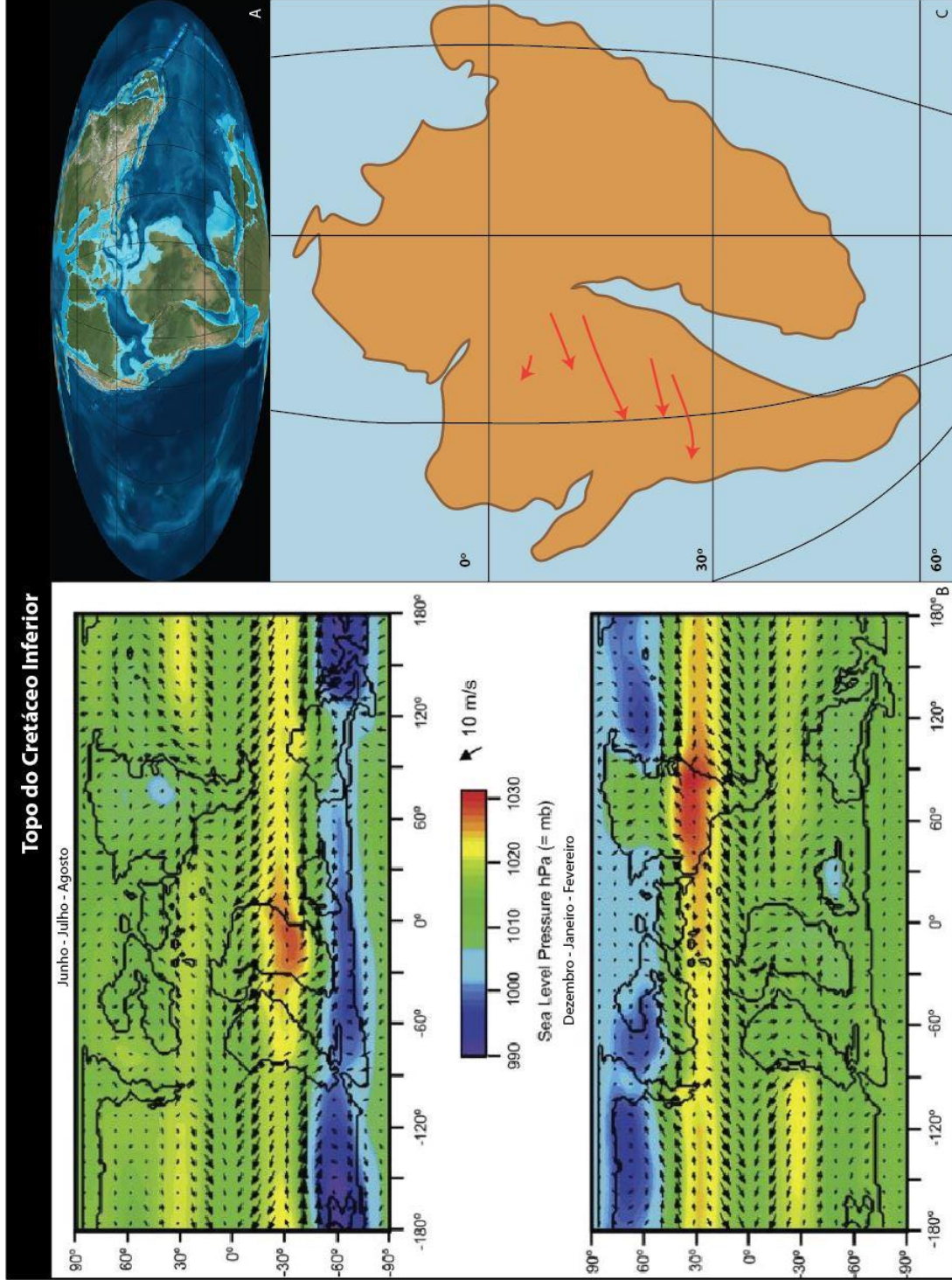


Figura 49. Mapa dos ventos. A: mapa geral modificado de Blakey (2011). B: mapa de modelo de circulação atmosférica Hay and Floegel(1992). C: modelo dos ventos construído com base nos dados adquiridos no projeto.

4. SÍNTESE E CONCLUSÃO

Os dados de paleocorrentes eólicas das bacias brasileiras corroboram o padrão de circulação monsonal proposto para o Gondwana por diferentes autores (Parrish, 1993; Moore, 1992). Entretanto, ao contrário do que afirma Parrish and Peterson (1988), o padrão monsonal não se extinguiu no Jurássico Superior em função da fragmentação do Pangeia, tendo se estendido até a base do Cretáceo Inferior nas médias latitudes do Gondwana. Na visão de Parrish (1993) o Gondwana, como o supercontinente Pangeia, teve o porte para configurar um padrão monsonal, enfraquecido se comparado, mas ainda sim é esperado que ocorra de alguma forma.

Os vetores médios de paleocorrentes eólicas obtidos em arenitos eólicos ou fluvio-eólicos do Jurássico Superior ao topo do Cretáceo Inferior refletem a mudança do padrão de circulação atmosférica monsonal para um padrão zonal somente no topo do Cretáceo Inferior. Como descrito neste estudo, no Jurássico Superior o supercontinente do Gondwana foi dominado por ventos de nordeste registrados pelas das Formações Sergi e Mosquito e de sudoeste pela Formação Guará, marcando um padrão de circulação atmosférica monsonal, tendo em vista que a zona de convergência intertropical estava deslocada para sul da linha do equador. No início do Cretáceo esse padrão monsonal ficou ainda mais destacado pelos registros de paleocorrentes das dunas eólicas da Formação Água Grande e,

principalmente, da Formação Botucatu, que também mostra o deslocamento para sul da zona de convergência intertropical. Contudo, no topo do Cretáceo Inferior, o registro deixado pelas paleocorrentes eólicas dos Grupos Almada e Caiuá e pelas Formações São Sebastião, Areado, Urucuia, Lima Campos e Utiariti mostra que os ventos têm um sentido preferencial geral para oeste nas baixas latitudes, compatível com o estabelecimento de um padrão zonal.

Para Parrish (1993) vetores de paleocorrentes eólicas desorganizados provavelmente registrariam a transição do padrão da circulação atmosférica de um monsonal para zonal, isto ocorreria pelo enfraquecimento e variação dos ventos neste período transicional. No entanto, neste estudo não foram observadas direções caóticas, portanto a alteração de um padrão para outro deve ter ocorrido repentinamente, como também sugerido por Parrish (1993). Outras possibilidades são que o intervalo de tempo entre as unidades estudadas seja muito amplo, não tendo ocorrido registros sedimentares eólicos durante o período de transição.

Dessa forma comprova-se que a fragmentação do supercontinente Gondwana durante o Juro-Cretáceo afetou o sistema de circulação atmosférica geral devido às alterações paleogeográficas. E a passagem de um padrão monsonal para um padrão zonal foi reconhecida pelo registro de paleocorrentes de origem eólica em ambientes eólicos ou fluvio-eólicos.

5. REFERÊNCIAS

Aeolian Dunes and Sandstone: Overview.

Disponível em: <<http://web.ncf.ca/jim/sand/overview/>>. Acesso em 20 outubro, 2014.

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.

Batezelli, A., Ladeira, F.S. B. & Assine, M. L., 2014. Ambientes Depositionais e Evolução Estratigráfica do Cretáceo Superior da Bacia Dos Parecis. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v. 33, n. 3, p.429-448.

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. Disponível em: <<http://cpgeosystems.com/paleomaps.html>>. Acesso em: 16 maio, 2015.

Boletim de Geociências da Petrobras, 2007. coor: Milani, E.J., 15 (2): 265-287.

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.

Chandler, M. A., Kocurek, G., Goggin, D. J. & Lake, L. W., 1989. *Effects of Heterogeneity on Permeability in Eolian Sandstone Sequence, Page Sandstone, Northern Arizona*. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 73, n. 5, p. 658-668.

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.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. Bacias Sedimentares Fanerozóicas do Brasil. Disponível em:
< http://www.cprm.gov.br/gis/tect_fanerozoicas.htm >. Acesso em: 10 ago. 2013.

CPRM & UFPE, Serviço Geológico do Brasil & Universidade Federal de Pernambuco, 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. Rede Cooperativa de Pesquisa. Ministério de Minas e Energia.

Fernandes, L. A, 1992. A Cobertura Cretácea Suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): Os Grupos Bauru e Caiuá. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo.

Fernandes, L. A. & Coimbra, A. M., 1994. O Grupo Caiuá (Ks): Revisão Estratigráfica e Contexto Depositional. *Revista Brasileira de Geociências* 24 (3): 164-176.

Fragoso, D. G. C, Uhlein A., Sanglard, J. C. D., Guilherme, L. S., Guerzoni, H.T. G. & Faria, P. H., 2011. Geologia dos Grupos Bambuí, Areado e Mata da Corda na Folha Presidente Olegário (1:100.000), MG: Registro Depositional do Neoproterozóico ao Neocretáceo da Bacia do São Francisco. *GEONOMOS* 19(1): 28–38.

Ferronato, J.P.F., 2016. Artigo em processo. Dissertação de Mestrado. UFRGS.

Hasegawa, H., Tada, R., Jiang, X., Suganuma, 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, 1323–1337. (www.clim-past.net/8/1323/2012/doi:10.5194/cp-8-1323-2012).

Kuchle, J., Scherer, C. M. S. S., Born, C. C., Alvarenga, R. S. & Adegas, F. 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.

Lake Breezes and Monsoons. Disponível em:

<<http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter9/lakebreeze.html>>

Acesso em: 11 set 2013.

Loope, D.B., Steiner, M.B., Rowe, C.M. & Lancaster, N., 2004. *Tropical westerlies over Pangaeen sand seas*. *Sedimentology* (2004) 51, 315-322.

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.

Mescolotti, P.C., Assine, M. L., Araújo, B. C., Varejão, F.G. & Targa, D. A. 2014. Paleocorrentes nas Formações Abaeté e Três Barras, Porção Meridional da Bacia

Sanfranciscana (Minas Gerais). *In*: 47º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Setembro, Salvador, Bahia.

Milani, E.J., de Melo, J.H.G., Souza, P.A., Fernandes, L.A. & França, A.B., 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15 (2): 265-287.

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.

National Geographic, Desert Map. Disponível em:

<<http://environment.nationalgeographic.com/environment/habitats/desert-map/>>.

Acesso em: 11 out 2014.

Parrish, J.T., 1992. *Climate of the supercontinent Pangaea*. *J. Geol.* 101, 215–233.

Parrish, J.T. & Peterson, F., 1987. 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.

Prevailing winds. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Prevailing_winds>.

Acesso em: 15 março, 2015.

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., Lavina, E. L. C., Fonseca, M. M., Santos, L. A. O., 2000. Barras em pontal em depósitos fluviais antigos: exemplos no registro geológico sul-riograndense. *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. & Lavina, E.L. 2005. Sedimentary cycles and facies architecture of Aeolian-fluvial strata of the Upper Jurassic Guar Formation, southern Brazil. *Sedimentology (2005)* 52, 1323-1341.

Scherer, C.M.S. & Lavina, E.L. 2006. Stratigraphic evolution of a fluvial–eolian succession : The example of the Upper Jurassic - Lower Cretaceous Guar and Botucatu formations, Paraná Basin, Southernmost Brazil. *Gondwana Research* 9, p. 475-484.

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. & Goldberg, K., 2010. *Cyclic cross-bedding in the eolian dunes of the Sergi Formation (Upper Jurassic), Recôncavo Basin: Inferences about the wind regime*. Elsevier, Science Direct, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 296 (2010) 103-110.

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., 1979. *Phanerozoic continental drift base maps*, In: R.K. Bambach and C.R. Scotese (Editors), Paleogeographic Reconstruction, State of the Art. Geol. Soc. Am., Southeastern Sect., Short Course.

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.

Scotese CR. 2010. PALAEOMAP, earth history and climate history. Disponível em: < <http://www.scotese.com/> >. Acesso em: 15 ago. 2013.

Sewall, J.O, van de Wal, R.S. W., van der Zwan, K., van Osterhout, C., Dijkstra., H. A. & Scotese, C.R. 2007. Climate model boundary conditions for four Cretaceous time slices. Climate of the Past, 3, 647-657.

Sellwood BW & Valdes PJ. 2006. Mesozoic climates: general circulation models and the rock record. Sedimentary Geology 190: 269–287.

Sgarbi, G. N. C., 1991. Arenitos Eólicos da Formação Areado (Bacia Cretácea do São Francisco): Caracterização, Diagênese e Aspectos Químicos. Revista Brasileira de Geociências, 21 (4): 342-354.

Spigolon, A. L. & Alvarenga, C. J., 2002. Fácies e Elementos Arquiteturais Resultantes de Mudanças Climáticas em um Ambiente Desértico: Grupo Urucua (Neocretáceo), Bacia Sanfranciscana. Revista Brasileira de Geociências 32 (4): 579-586.

Taggart, S., Hampson, G. J. & Jackson, M. D., 2010. High-resolution stratigraphic architecture and lithological heterogeneity within marginal aeolian reservoir analogues. Sedimentology 57, p.1246-1279.

UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. *Evolução Estratigráfica das Sucessões Pré-Rifte e Rifte das Bacias de Sergipe-Alagoas, Recôncavo, Tucano Sul, Camamu-Almada e Pelotas*. Relatório Final de Projeto de Pesquisa.

coord: Scherer, C.M.S. Projeto Rifte UFRGS/PETROBRAS. Vol. 1 Bacias do Nordeste Brasileiro.

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

Wiederkehr, F., 2010. Análise Tectono-estratigráfica das Formações Itaparica e Água Grade (Bacia do Recôncavo, Bahia). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

6. APÊNDICES

APÊNDICE A: Tabela de Dados de Paleocorrentes Compiladas

