



**Universidade do Algarve**

**Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente**

# **INFLUÊNCIA DA TECTÓNICA SOBRE O CLIMA**

**Contributo para o Conhecimento e Reconstrução do  
Paleoclima Ibérico durante a Era Mesozóica**

**(Dissertação para obtenção do grau de mestre em Biologia e Geologia –  
Especialização em Educação)**

**Tiago Gonçalo Grade Neves**

**Faro  
(2007)**

**Universidade do Algarve**

**Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente**

# **INFLUÊNCIA DA TECTÓNICA SOBRE O CLIMA**

**Contributo para o Conhecimento e Reconstrução do  
Paleoclima Ibérico durante a Era Mesozóica**

**(Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Biologia e Geologia –  
Especialização em Educação)**

**Tiago Gonçalo Grade Neves**

**Faro  
(2007)**

NOME: Tiago Gonçalo Grade Neves

FACULDADE: Faculdade de Ci4ncias do Mar e do Ambiente

ORIENTADORA: Doutora Cristina Carvalho Veiga-Pires, Professora Auxiliar da  
Faculdade de Ci4ncias do Mar e do Ambiente da Universidade do  
Algarve

DATA: 27 de Julho de 2007

TÍTULO: Influ4ncia da Tectnica sobre o Clima – Contributo para o conhecimento e  
reconstrução do paleoclima da Península Ibérica durante a Era Mesozóica

JÚRI: Presidente: Doutor José Paulo Patrício Geraldino Monteiro, Professor Auxiliar  
da Faculdade de Ci4ncias do Mar e do Ambiente da Universidade do  
Algarve

Vogais: Doutor Rui Manuel Soares Dias, Professor Associado com  
Agregação da Universidade de vora;

Doutora Cristina Carvalho Veiga-Pires, Professora Auxiliar da  
Faculdade de Ci4ncias do Mar e do Ambiente da  
Universidade do Algarve

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais, por serem as pessoas excepcionais que sempre me apoiaram e me incitaram a aprender cada vez mais e a dar o meu melhor, bem como aos meus familiares. Sem eles, este trabalho nunca chegaria a ser realizado, pelo que é a eles que o dedico.

Estou particularmente agradecido à minha orientadora, a Dr<sup>a</sup> Cristina Veiga-Pires, a qual, com o seu entusiasmo, paciência, *savoir-faire* e boas ideias, muito contribuiu para a progressão e conclusão deste trabalho.

Agradeço ao meu bom amigo e colega Francisco Lopes, pelas discussões esclarecedoras que mantivemos e pelo apoio manifestado para a progressão e conclusão deste trabalho.

Às minhas amigas e colegas Rosa Cristina e Sílvia Gago devo um grande abraço (e um beijinho) de agradecimento pelo apoio que sempre me deram ao longo de toda esta jornada de trabalho.

Agradeço aos membros do Conselho Executivo da Escola Secundária Poeta António Aleixo, em Portimão, pelas facilidades que me concederam para a conclusão deste trabalho.

Agradeço, ainda, a todos os meus colegas do grupo disciplinar de Biologia e Geologia da Escola Secundária Poeta António Aleixo, em Portimão, por todo o apoio que me deram ao longo deste ano lectivo.

Finalmente, agradeço a todas as pessoas que, directa ou indirectamente, me ajudaram na progressão e conclusão deste trabalho.

# **INFLUÊNCIA DA TECTÓNICA SOBRE O CLIMA – Contributo para o Conhecimento e Reconstrução do Paleoclima Ibérico durante a Era Mesozóica**

## **RESUMO**

Os mecanismos de mudança climática incluem fenómenos cíclicos que ocorrem a escalas temporais variadas. Os fenómenos que derivam directa ou indirectamente da Tectónica Global actuam a uma escala temporal e espacial tão vasta que as mudanças climáticas por eles provocadas não podem ser evitadas. Desta forma, a Península Ibérica, ao longo da sua viagem para norte de cerca de 200 Ma durante a Era Mesozóica saiu da faixa bioclimática tropical húmida e passou para a faixa bioclimática intertropical árida. Através de uma análise algo exaustiva do registo sedimentar das sete grandes áreas da Península Ibérica onde afloram rochas sedimentares mesozóicas (Bacia Lusitânica, Bacia Algarvia, Pirinéus, Cordilheira Cantábrica, Cordilheira Ibérica, Cordilheira Catalã e Cordilheira Bética) obtida por revisão bibliográfica e do cruzamento dessas informações com os dados provenientes de reconstruções da paleogeografia e da paleotopografia mesozóicas, formulou-se uma reconstrução interpretativa da evolução paleoclimática da Península Ibérica durante o Mesozóico. Nesta reconstrução, as interpretações das variações climáticas não se basearam unicamente no simples efeito da deriva continental mas foram formuladas hipóteses que levaram em consideração o efeito da paleotopografia e da paleogeografia envolventes à microplaca ibérica. A hipótese reconstrutiva da evolução paleoclimática que daí resultou indica que a Península Ibérica terá passado de um clima monsonico marcadamente sazonal no Triásico inferior-médio para um clima árido mas não necessariamente quente no Triásico superior, ao qual se terá seguido um clima relativamente quente durante o Jurássico, acompanhado de eventos tempestíticos ao longo de todo o período e terminando, durante o Cretácico, com um clima que terá sido excepcionalmente quente e árido por vezes.

Palavras-chave: Tectónica Global, paleoclima, paleogeografia, Península Ibérica, Mesozóico, registo sedimentar.

## **INFLUENCE OF TECTONIC CONTROL OVER CLIMATE – Contribution towards the knowledge and reconstruction of Iberian mesozoic paleoclimate**

### **ABSTRACT**

Climate change mechanisms include a variety of cyclic phenomena that occur at different time scales. Those phenomena that, either directly or not, derive from Global Plate Tectonics act at such a vast temporal and spatial scale that the climatic changes they cause cannot be avoided. The Iberian Peninsula has made a nearly 200 Ma-long journey northward during the Mesozoic Era. In this journey, it has left the humid tropical climatic belt and entered the arid subtropical climatic belt. Based on attentive analysis of sedimentary record data from the seven great Iberian areas where Mesozoic sedimentary rocks outcrop (Lusitanian Basin, Algarve Basin, Pyrenees, Cantabrian Range, Iberian Ranges, Catalan Coastal Range and Betic Cordillera) obtained from bibliographic revision and the cross-referencing of that information with data from paleogeographic and paleotopographic reconstructions of Mesozoic age, an interpretative reconstruction concerning the paleoclimatic evolution of the Iberian Peninsula during that particular geologic era was formulated. This reconstruction took into account not just the simple effects of continental drift but also the paleogeographic and paleotopographic constraints surrounding the Iberian microplate. The resulting interpretative hypothesis postulates that a strong monsoonal and seasonal climate affected Iberia in lower-middle Triassic times. In the upper Triassic, arid conditions were maintained over Iberia, although the temperature may not have necessarily been very warm. However, the temperature must have increased during the Jurassic, which may have caused several storm events throughout this period. Finally, the Cretaceous climate would have been exceptionally warm and arid for sometimes.

Key-words: Plate Tectonics, paleoclimate, paleogeography, Iberian Peninsula,

Mesozoic, sedimentary record.

**INFLUÊNCIA DA TECTÓNICA SOBRE O CLIMA – Contributo para o  
Conhecimento e Reconstrução do Paleoclima Ibérico durante a Era Mesozóica**

**INDICE**

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
1.1. Âmbito.....	2
1.2. Escala temporal da reconstrução paleoclimática.....	4
1.3. Limitações da reconstrução paleoclimática.....	6
1.4. Conceitos gerais.....	9
<b>2. INFLUÊNCIA DA TECTÓNICA SOBRE O CLIMA.....</b>	<b>16</b>
2.1. Configuração dos continentes.....	16
2.2. Nível médio do mar.....	16
2.3. Orografia.....	17
2.4. Passagens oceânicas e batimetria.....	19
2.5. Efeito das condições-limite tectónicas sobre os níveis de CO <sub>2</sub> atmosférico.....	20
<b>3. REGISTO SEDIMENTAR E PALEOGEOGRAFIA DA PENÍNSULA IBÉRICA DURANTE O MESOZÓICO.....</b>	<b>22</b>
3.1. Registo sedimentar mesozóico português.....	23
3.1.1. Bacia Lusitânica.....	23
3.1.2. Bacia Algarvia.....	26
3.2. Registo sedimentar mesozóico espanhol.....	32
3.2.1. Cordilheira Pirenaica: Pirinéus.....	34
3.2.2. Cordilheira Pirenaica: Cordilheira Cantábrica.....	51
3.2.3. Cadeia Ibérica: Cordilheira Ibérica.....	69
3.2.4. Cadeia Ibérica: Cordilheira Catalã.....	81
3.2.5. Cordilheira Bética.....	84
3.3. Evolução paleogeográfica mesozóica da Península Ibérica.....	114
<b>4. O PALEOCLIMA IBÉRICO DURANTE O MESOZÓICO.....</b>	<b>119</b>
4.1. Triásico.....	123
4.2. Jurássico.....	127
4.3. Cretácico.....	130
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>133</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>137</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>144</b>
<b>8. APÊNDICES.....</b>	<b>147</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIG. 1.1. *Alguns factores que afectam o clima global agrupados pela escala temporal à qual actuum.* (© NEVES, 2007)

FIG. 1.2. *Distribuição da energia solar recebida pela Terra, com conseqüente criação de um gradiente térmico a partir da zona equatorial para os pólos. A vermelho encontra-se representada a variação da área terrestre aquecida por igual quantidade de radiação solar em função da latitude.* (© NEVES, 2006)

FIG. 1.3. *Modelo para a circulação média global na atmosfera. À esquerda encontram-se representados, por meio de setas amarelas, os padrões globais dos ventos de superfície mais importantes. À direita estão representadas as principais células convectivas atmosféricas.* (© NEVES, 2006)

FIG. 1.4. *Classificação dos indicadores paleoclimáticos (adaptado de PARRISH, 1998)*

FIG. 2.1. – *Reconstrução paleogeográfica relativa ao Triásico inferior basal (modificado de BLAKEY, 2006)*

FIG. 3.1. *Localização dos afloramentos mesozóicos na Península Ibérica. 1 – Bacia Lusitânica; 2 – Bacia Algarvia; 3 – Pirinéus; 4 – Cordilheira Cantábrica; 5 – Cordilheira Ibérica; 6 – Cordilheira Catalã; 7 – Cordilheira Bética. Modificado de VERA, 2004.*

FIG. 3.2. *Coluna estratigráfica resumida e generalizada da Bacia Lusitânica (© NEVES, 2007).*

FIG. 3.3. *Coluna estratigráfica resumida e generalizada da Bacia Algarvia (© NEVES, 2007).*

FIG. 3.4. *Em cima, localização dos afloramentos mesozóicos no Norte de Espanha (Cordilheira Cantábrica e Pirinéus). Em baixo, terminologia geográfica e exemplos de terminologias geológicas referentes à Cordilheira Pirenaica (modificado de BARNOLAS E PUJALTE, in VERA, 2004).*

FIG. 3.5. *Coluna estratigráfica resumida e generalizada dos Pirinéus (© NEVES, 2007).*

FIG. 3.6. *Esquemas das divisões da Bacia Basco-Cantábrica (modificado de BARNOLAS E PUJALTE in VERA, 2004).*

FIG. 3.7. *Coluna estratigráfica resumida e generalizada da Cordilheira Cantábrica (© NEVES, 2007).*

FIG. 3.8. *Reconstrução paleogeográfica da área do Mar de Tétis a Leste da Península Ibérica durante o final do Triásico (BLAKEY, 2006).*

FIG. 3.9. *Esquema cronoestratigráfico simplificado da sucessão mesozóica da Bacia Basco-Cantábrica (modificado de BARNOLAS E PUJALTE in VERA, 2004).*

FIG. 3.10. *Esquema geológico da Cadeia Ibérica. Legenda: (CL) Cordilheira Litoral Catalã; (CP) Cordilheira Pré-Litoral Catalã; (RA) Ramo Aragonês da Cordilheira Ibérica; (RC) Ramo Castelhana da Cordilheira Ibérica; (SL) Sector Levantino da Cordilheira Ibérica. (modificado de SOPEÑA E DE VICENTE in VERA, 2004).*

FIG. 3.11. *Coluna estratigráfica resumida e generalizada da Cordilheira Ibérica (© NEVES, 2007).*

FIG. 3.12. *Coluna estratigráfica resumida e generalizada da Cordilheira Catalã (© NEVES, 2007).*



FIG. 3.13. *Quadro estratigráfico do Mesozóico com o tipo de subsidência e os principais meios de sedimentação que originaram os depósitos do rifte ibérico (modificado de SÁNCHEZ-MOYA E SOPEÑA in VERA, 2004).*

FIG. 3.14. *Mapa geológico da Cordilheira Bética, no qual se mostra a extensão dos afloramentos de cada uma das unidades geológicas constituintes da referida cordilheira. (modificado de VERA E MARTÍN-ALGARRA in VERA, 2004).*

FIG. 3.15. *Coluna estratigráfica resumida e generalizada da Cordilheira Bética (© NEVES, 2007).*

FIG. 3.16. *Mapa das Zonas Externas Béticas. Legenda: (a) limites entre as unidades morfoestruturais delimitadas no Pré-Bético e limite entre domínios paleogeográficos do Sub-Bético, quando não coincida com um limite tectónico; (b) frente Norte do Complexo Olistostrómico do Guadalquivir detectado no subsolo; (c) Maciço Ibérico; (d) Cobertura Tabular; (e) Cordilheira Ibérica; (f) Complexo do Campo de Gibraltar; (g) Zonas Internas Béticas; (h) Bacias neogénicas pós-orogénicas; (v) rochas vulcânicas neogénicas; (i – p) Zonas Externas Béticas; (i) Pré-Bético; (j) afloramentos do Complexo Olistostrómico do Guadalquivir; (k) Complexos Caóticos Sub-Béticos; (l) Domínio Intermédio; (m) Sub-Bético Externo; (n) Sub-Bético Médio; (o) Sub-Bético Interno; (p) Penibético. Abreviaturas de estruturas geológicas: (FC) Falha de Crevillente; (FS) Falha de Socovos; (FT) Falha de Tiscar; (FV) Falha de Vinalopó. (modificado de VERA (Coord.) in VERA, 2004).*

FIG. 3.17. *Relação entre as unidades litoestratigráficas do Triásico do bordo do Maciço Ibérico (Cobertura Tabular) e as do Triásico que afloram no Pré-Bético. (modificado de FERNÁNDEZ E PÉREZ-LÓPEZ in VERA, 2004).*

FIG. 3.18 *Quadro de correlação cronolitoestratigráfica das zonas externas Béticas. Legenda: (1) Fácies Keuper; (2) Argilas continentais com pisólitos ferruginosos; (3) Argilas vermelhas e arenitos; (4) Fácies siliciclásticas; (5) Argilas vermelhas e margas; (6) Calcarenitos com Microcodium; (7) Dolomias; (8) Carbonatos de meios tidais; (9) Calcários de plataforma marinha pouco profunda, incluindo calcários oolíticos; (10) Calcários e calcarenitos de plataforma marinha pouco profunda; (11) Calcários recifais; (12) Ritmitos de calcários/margas pelágicas, com amonites; (13) Calcários siliciosos; (14) Fácies radiolaríticas; (15) Alternância de calcários e margas pelágicas com intercalações de turbiditos calcários; (16) Alternância de calcários e margas pelágicas com intercalações de tempestitos calcários; (17) Calcários pelágicos condensados; (18) Calcários oolíticos pelágicos; (19) Lutitos negros e margas, localmente com radiolaritos e/ou turbiditos calcários; (20) Margas e calcários margosos com intercalações de turbiditos siliciclásticos; (21) Margas brancas e calcários margosos com foraminíferos planctónicos; (22) Calcários margosos rosados com foraminíferos planctónicos e cocólitos; (23) Rochas vulcânicas submarinas; (24) Descontinuidades mais significativas; (25) Turbiditos, na sua maioria calcários. Para a legenda relativa aos nomes das unidades assinaladas consultar ARIAS et al; in VERA 2004, 358. (modificado de ARIAS et al; in VERA 2004).*

FIG. 3.19. *Esquema tectónico representativo da subdivisão e relações tectónicas do Complexo do Campo de Gibraltar, situado no sector ocidental da Cordilheira Bética (modificado de MARTÍN-ALGARRA)*

FIG. 3.20. *Mapa das Zonas Internas Béticas (modificado de TEJERO E FERNÁNDEZ-GIANOTTI, CD-ROM anexo ao livro “Geología de España”, VERA, 2004).*

FIG. 3.21. *Reconstruções paleogeográficas globais relativas à Era Mesozóica. São também mostrados os principais traços tectónicos e orogénicos. A posição da Península Ibérica relativamente às restantes massas continentais está assinalada a verde. (modificado de LAWVER et al, 2002 e SCHETTINO E SCOTESE, 2002)*

FIG. 4.1. *Reconstruções paleogeográficas globais relativas à Era Mesozóica, combinando elementos de paleotopografia, os grandes cinturões bioclimáticos (faixas azuis e rosa) e o padrão global de circulação dos ventos de superfície (setas a verde). A posição da Península Ibérica relativamente às restantes massas continentais está assinalada a verde. (modificado de LAWVER et al, 2002 e SCHETTINO E SCOTESE, 2002)*

**FIG. 4.2.** *Evolução paleogeográfica da Península Ibérica e domínios adjacentes durante a Era Mesozóica (modificado de MARTÍN-ALGARRA E VERA, in VERA 2004).*

**FIG. 4.3.** *Esquema-resumo das condições paleoclimáticas relativas à temperatura e humidade de cada uma das sete bacias sedimentares mesozóicas ibéricas, relacionando-as com o NMM global. Legenda: (1) Pirinéus; (2) Cordilheira Cantábrica; (3) Cordilheira Ibérica; (4) Cordilheira Catalã; (5) Cordilheira Bética; (5a) PréBético; (5b) Sub-Bético; (5c) Complexo do Campo de Gibraltar; (5d) Zonas Internas; (6) Bacia Algarvia; (7) Bacia Lusitânica. O verde-escuro indica condições maioritariamente quentes e húmidas; O verde-claro indica condições maioritariamente temperadas/frescas e húmidas; O cor-de-rosa indica condições maioritariamente quentes e secas; O cor-de-laranja indica condições maioritariamente quentes e de pluviosidade sazonal (© NEVES, 2007). Curva do NMM global adaptada de SKELTON et al (2003).*

**FIG. 4.4.** *Corte topográfico idealizado e muito simplificado, sem preocupações de escala, de direcção SW – NE, representativo da conjuntura orográfica circundante à Península Ibérica durante o Triásico inferior (250 Ma) e sua influência no estabelecimento de condições sazonais de aridez na Península Ibérica. (© NEVES, 2007)*

**FIG. 4.5.** *Esquema representativo da influência de um relevo planáltico no estabelecimento de uma circulação monsonica e, por conseguinte, de condições de sazonalidade do regime pluviométrico nas imediações da Península Ibérica durante o Triásico inferior (250 Ma). (© NEVES, 2007)*

**FIG. 4.6.** *Em cima: panorâmica de um afloramento situado perto da localidade de Pirinéu, Algarve, onde é possível observar o contacto entre as litologias paleozóica e triásica (figura humana como escala). Ao lado: pormenor do afloramento triásico, onde se evidencia um conglomerado com clastos pouco rolados (bússola como escala). (© NEVES, 2007)*

## LISTA DE QUADROS

**QUADRO 1.1.** *Indicadores litológicos de certas características climáticas ou relacionadas com o clima (adaptado de PARRISH, 1988).*

**QUADRO 3.1.** *Algumas características gerais das áreas onde existem afloramentos mesozóicos na Península Ibérica continental. Os algarismos entre parêntesis dizem respeito à FIG. 3.1.*

**QUADRO 3.2.** *Características geográficas gerais da Cadeia Ibérica.*

**QUADRO 3.3.** *Unidades geológicas e domínios tectonoestratigráficos e paleogeográficos da Cordilheira Bética.*