

**UNIVERSIDADE DE RIO VERDE – FESURV**  
**FACULDADE DE BIOLOGIA E QUÍMICA**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA E BACHARELADO**

**EVIDÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS DO AQUECIMENTO GLOBAL**

**NATÁLIA CRISTINA DE MOURA PARREIRA**

**Orientador: Prof. Ms. RAONI RIBEIRO GUEDES FONSECA DA COSTA**

Artigo apresentado a Faculdade de Biologia e Química, curso de Ciências Biológicas – Licenciatura e Bacharelado da Universidade de Rio Verde – FESURV, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**RIO VERDE – GOIÁS**

**2011**

# EVIDÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS DO AQUECIMENTO GLOBAL

Natália Cristina de Moura Parreira<sup>1</sup>

Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa<sup>2</sup>

## RESUMO

Nos últimos anos debates sobre o clima do planeta vêm ganhando grande importância na mídia internacional, as causas do efeito estufa e do aumento “progressivo” da temperatura vem sendo associadas ao desenvolvimento urbano, industrial e tecnológico. Os principais fatores associados ao aquecimento global, veiculados pela mídia são os resíduos industriais (gases poluentes) eliminados pelas chaminés das indústrias e pelos escapamentos dos carros. Contudo, estas afirmações dividiram a comunidade científica em duas vertentes, uma delas atribui á revolução industrial iniciada no séc. XVII a culpabilidade pelas mudanças climáticas atuais. E do outro lado, há pesquisadores que defendem que o aquecimento global já ocorreu em períodos geológicos passados, utilizando como base científica para esta afirmação evidencias paleoclimáticas. Diante do exposto, este trabalho de revisão teve como objetivo discutir as diferentes abordagens e foi possível concluir que os registros paleoclimáticos indicam que a Terra passou por vários ciclos de aquecimento (eras interglaciais) e resfriamento independente da ação antropica, contudo os registros paleoclimáticos disponíveis até o momento, indicam que as concentrações de metano e gás carbônico aumentaram muito nos últimos 5 mil anos, contrariando a tendência de queda esperada segundo alguns modelos referenciados nas ultimas três eras glaciais. Este fato demonstra que a contribuição humana para o aquecimento global é indiscutível e esta associado a ação humana ocorrida na era pré-industrial.

**Palavras-chave:** Paleoclimatologia, mudanças climáticas, Ação antrópica.

## INTRODUÇÃO

O aquecimento global é o aumento geral da temperatura terrestre e esse fenômeno tem despertado cada vez mais, preocupações a comunidade científica. Acredita-se que este aumento progressivo da temperatura da Terra esteja associado ao uso de combustíveis fósseis e outros processos industriais, que levam à acumulação de gases propícios ao efeito estufa, na atmosfera, tais como o dióxido de carbono, o metano, o óxido de azoto e os CFC's (RAPOSO, *et al.* 2006).

---

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura e Bacharelado Da Faculdade de Biologia e Química. E-mail: natalia\_cristina775@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Biologia e Química, E-mail: raoniguedes@hotmail.com

Ao analisar as evidências paleoclimáticas nota-se que, os últimos 2 bilhões de anos, o clima na Terra tem se comportado de forma cíclica, com períodos frios, chamados períodos glaciais, e períodos quentes, chamados períodos interglaciais. Estas mudanças bruscas na temperatura são causadas por diferentes aspectos, tais como variações na intensidade de radiação solar, variações do eixo de rotação da Terra, variações da excentricidade de sua órbita, atividades vulcânicas, e composição química da atmosfera. Temos também as mudanças climáticas associadas ao desmatamento de sistemas florestais e expansão da fronteira agrícola (SALATI, 2001)

As evidências paleoclimáticas permitem observar as vastas mudanças do clima ao longo dos anos e como o aquecimento global afetou toda a atmosfera que temos hoje. Conforme May et al. (2003), a Terra vem passando por mudanças climáticas decorrentes do aumento da concentração de gases que provocam o efeito estufa na atmosfera. Os gases causadores deste fenômeno são o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorcarbonos (HFCs), Perfluorcarbonos (PFCs) e por último o Hexafluoreto de Enxofre (SF<sub>6</sub>). O mais poluente entre eles é o Dióxido de Carbono, cuja concentração na atmosfera saltou de 288 partes por milhão (ppm) no período pré-industrial (até 1750) para 378,9 ppm em 2005, de acordo com o estudo de (SCHEIN, 2006).

O acelerado aquecimento do Ártico e outros impactos climáticos precoces evidenciam que o mundo hoje está acima da zona de segurança com as atuais 387 ppm, e arrisca a atingir impactos irreversíveis, como é o caso do derretimento da placa gelada da Groenlândia e a libertação em massa de metano derivada desse derretimento (350.org, 2010).

O Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) é o principal responsável pela retenção do calor na atmosfera, impedindo que a radiação da superfície terrestre seja liberada de volta ao espaço. As principais fontes de emissão desse gás provêm de atividades humanas decorrentes da queima de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão, das florestas em decomposição e do desmatamento. Essas atividades geradoras do aumento de gases do efeito estufa causam um efeito global, portanto, nenhum país está imune das consequências do aquecimento global, quer seja um agente passivo ou ativo nesse processo (BURALI, 2008).

De acordo com o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007), o aquecimento global pode levar a mudanças nos padrões de variabilidade de grande escala oceânica e atmosférica. Por exemplo, as projeções de diversos modelos indicam eventos El Niño-Oscilação Sul (Enso) mais intensos e há evidências observacionais que suportam essa projeção (BOER et al., 2004). O Enso está associado com algumas das mais pronunciadas variabilidades inter-anuais dos padrões climáticos em muitas partes do mundo.

A Paleobotânica tem sido usada como importante ferramenta na caracterização de paleoclimas e da paleoecologia, com base na sensibilidade e capacidade de adaptação das plantas as

mudanças ambientais refletidas em sua morfologia e anatomia. Como ressaltou Wallace (2002), a maior premissa básica da Paleobotânica é que as plantas que crescem em climas quentes são diferentes das que crescem em climas frios e, portanto, se um outro tipo pode ser reconhecido no documentário fóssil, tem-se uma definição do clima, no qual a flora ali registrada viveu.

As plantas fósseis testemunham também sobre antigos ambientes e evidenciam suas mudanças, além de permitirem estudar as inter-relações entre animais e plantas, que viveram nesses ambientes (TAYLOR; TAYLOR 1993).

Através do estudo em fósseis inalterados como o âmbar, foi possível verificar a constituição da atmosfera na Era Mesozóica (cerca de 80 milhões de anos atrás) e foi observado que a atmosfera daquela época era bem diferente do que é hoje, apresentando um índice maior de amônia, e o nível de CO<sub>2</sub> na atmosfera durante o Cretáceo era muito maior que os dias atuais, a ponto de trazer como consequência o efeito estufa isso pode ser observado ao analisar gases em inclusões de âmbar fossilizado (FILIPE *et al.*, 2007).

Observação semelhante foi obtida a análise de nanofósseis calcários realizados por Iglesias Rodrigues et al (2008), onde notaram que as estruturas chamadas cocólitos (pequenas peças calcíticas) formados por algas uniflageladas do período Cretáceo (145 a 65 milhões de anos) são geralmente formados em ambientes quentes e com alto índice de CO<sub>2</sub> atmosférico, indicando um clima quente antes do período glacial. Nanofósseis são fósseis de menor tamanho, que podem ser quitinosos, silicosos ou calcários. Jamais ultrapassam 50 micras e compreendem certos micrósporos e grãos de pólen.

Amostra de gelos do lago Vostok relativos aos últimos 400 mil anos permitiram estimar a periodicidade da variação das concentrações de metano e gás carbônico atmosférico associados aos ciclos astronômicos da radiação solar. Tendo em mãos esses dados é possível detectar anomalias no comportamento atmosférico desses gases nas últimas centenas de milhares de anos com grande grau de confiança (RUDDIMAN et al., 2005). Já Berger e Loutre (2002) apresentaram diferentes projeções que apontam para um longo período de aquecimento natural nos próximos 50 mil a 70 mil anos. Acredita-se que, em escala geológica os ciclos climáticos são determinados pela insolação (quantidade de radiação que chega aos níveis mais altos da atmosfera).

A grande maioria dos nanofósseis calcários é representada pelos cocólitos (pequenas peças calcíticas de 5 a 15 micrometros de comprimento), que são produzidos por algas unicelulares flageladas. Cada célula algar é composta por uma carapaça esférica composta por uma série de 20 ou mais cocólitos, levando o nome de cocosfera. São os cocolitoforídeos.

A emissão de gases do efeito estufa já ocorria em alguns milênios antes da era industrial, período este correspondente as práticas da agricultura (pré-industrial) e que esta emissão contribuiu de forma cumulativa para a tendência do crescimento anômalo das concentrações de Dióxido de

Carbono observadas nos últimos 8 mil anos. Afirma também que estaríamos na eminência de uma nova era glacial se não fosse o aquecimento resultante das emissões antrópicas industriais e pré-industriais (RUDDIMAN, 2003).

De acordo com este mesmo autor o crescimento nos níveis de CO<sub>2</sub> coincide com o nível de expansão agrícola na Eurasia há 10 mil anos atrás, evidências essas obtidas através de indícios paleobotânicos, além do desflorestamento intensificado a cerca de dois mil anos atrás.

Acredita-se que o principal responsável pela intensificação do aquecimento global seja o homem, pois a atividade industrial mudou a base energética e intensificou o consumo de combustíveis fósseis, em princípio o carvão mineral e posteriormente o petróleo já na era industrial. A queima desses combustíveis lança na atmosfera grandes quantidades de CO<sub>2</sub>, contribuindo para o aumento de sua concentração na atmosfera e, portanto, para a retenção de mais calor na troposfera. Simultaneamente os clorofluorcarbonos atuam na degradação do ozônio (O<sub>3</sub>) troposférico-estratosférico, o que resulta na passagem de mais raios ultravioleta para a baixa atmosfera, que são então aprisionados resultando na intensificação do aquecimento global (MENDONÇA, 2001).

Outras atividades humanas que interferem nos biomas terrestres são também consideradas causas da intensificação do aquecimento global; dentre elas destacam-se o desmatamento, que pode causar aumento da carga de CO<sub>2</sub> na atmosfera, seja pela redução da fotossíntese ou pela queima de material vegetal oriunda das florestas derrubadas onde o Brasil encontra-se dentre um dos principais contribuintes nas emissões derivadas desta atividade, a rizicultura irrigada que produz grandes quantidades de gás metano, e a pecuária, que contribui com o lançamento de dióxido de carbono e de metano, este também produzido no processo de produção, consumo e geração de resíduos sólidos na sociedade contemporânea (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

## **METODOLOGIA**

Estudo de caráter qualitativo com abordagem descritiva, de levantamento bibliográfico.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de uma seleção de livros, artigos científicos, periódicos e revistas encontradas em banco de dados como Scielo, Lilacs, Bireme, USP, entre outros, os quais possibilitou uma discussão sobre as evidências paleoclimáticas no aquecimento global. A partir desta coletânea foi possível evidenciar os questionamentos propostos na pesquisa bibliográfica.

## CONCLUSÕES

A visão mais aceita, tanto na comunidade científica quanto a sociedade é de que o ser humano tem uma contribuição valorosa para o aquecimento global, principalmente após a revolução industrial, contudo os registros paleoclimáticos e paleontológicos apresentam evidências de flutuações na temperatura e nas concentrações de gases atmosféricos associados ao efeito estufa que remontam milhares de anos antes da era industrial.

Foi possível verificar através desta revisão que a Terra é um planeta dinâmico e que as oscilações de gases como metano e dióxido de carbono acompanham os períodos de aquecimento e resfriamento do planeta pelo menos para as 3 últimas interglaciações. As máximas concentrações de metano e dióxido de carbono datam do período, Holoceno a 11.000 anos atrás, e a partir dele era de se esperar uma queda nas concentrações destes gases na atmosfera, quando o que está ocorrendo é um acréscimo em suas concentrações pelo menos nos últimos 5 mil anos, época coincidente com o surgimento da agricultura (pré-industrial) e era industrial (últimos 200 anos), o que reafirma a contribuição humana para o aquecimento global.

## REFERÊNCIAS

350.org. **A Ciência de 350**. Disponível em <[www.350.org/pt/ciência-de-350](http://www.350.org/pt/ciência-de-350)>. Acesso em 10/10/2011

BERGER, A.; LOUTRE, M. F. . An exceptionally long interglacial ahead ? **Science**. V. 297, p. 1287– 1288, 2002.

BOER, G.J.; FLATO, G.; RAMSDEN, D. A transient climate change simulation with greenhouse gas and aerosol forcing: projected climate for the 21st century. **Clim. Dyn.** v.16, p.427-450. 2004.

BURALI, J.B. Aquecimento Global . O clima de extremos. Fundação Armando Álvares Penteado. **XIV CONOSUR e XIII ENERI**. São Paulo, 17 de janeiro de 2008.

FELIPE,C.H.O;DIAS-JUNIOR,S.C; MARTINS-NETO,R.G. O Âmbar e sua importancia para estudos paleoecologicos. **Anais do VII Congresso de Ecologica do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu-MG

IGLESIAS-RODRIGUEZ, M.D.; HALLORAN, P.; RICKABY, R.; HALL, I.; COLMENERO-HIDALGO, E.; GITTINS, J.; GREEN, D.; TYRRELL, T.; GIBBS, S.; VON DASSOW, P.; REHM, E.; ARMBRUST, E.V. & BOESSENKOOL, K. Phytoplankton calcification in a High-CO world. **Science**, n.320:p. 336-340. 2008.

**IPCC Climate Change 2007: Summary for policymakers**. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.

MAY; LUSTOSA; VINHA. **Economia do Meio Ambiente**. São Paulo: Editora Elsevier, 2003.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p

POÇAS, M.E.P. Contribuição da palinologia para a caracterização paleoecológica e paleoclimática do cenozóico a norte do Douro. Dissertação. **Mestrado**. Disponível em <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/577>>. Acesso em 10/10/2011.

RAPOSO G.R. **Aquecimento global**. 2006. Disponível em <[www.estig.ipbeja.pt/~pmmsc/git/aquecimento\\_global\\_3.pdf](http://www.estig.ipbeja.pt/~pmmsc/git/aquecimento_global_3.pdf)> Acesso em 10/10/2011.  
RUDDIMAN, William F. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. **Climate Change**. N. 61, p. 261 – 293, 2003.

RUDDIMAN, W. F., VAVRUS, S. J., KUTZBACH, J. E., A test of the overdue-glaciation hypothesis, **Quaternary Science Review**, n. 24, p. 1 -10, 2005.

Salati, E. “**Mudanças climáticas e o ciclo hidrológico na Amazônia**”. Em Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia. Ministério do Meio Ambiente, 2001, p. 153-172.2001

SCHEIN, K.A. ‘State of the Climate in 2005’. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.87, 2006.

TAYLOR T. N. ; TAYLOR E. L. The Biology and Evolution of Fossil Plants. **Prentice Hall**, NJ, USA. 982p. 1993.

WALLACE, K. **Cenozoic elevation of the Rocky Mountains**. 2002.