

A Pequena Idade do Gelo: processos de mudança climática sob o enfoque de Ciência do Sistema Terra

Lucca Martins Franco*, Celso Dal Ré Carneiro, Pedro Wagner Gonçalves

Resumo

O projeto envolveu revisão bibliográfica, mediante seleção e estudo de artigos de periódicos internacionais indexados e capítulos de livros, para avaliar o conhecimento e o debate científico sobre hipóteses e modelos de evolução climática no Holoceno. Merece destaque a contenda na literatura sobre possíveis causas do evento climático denominado "Pequena Idade do Gelo". O fenômeno, que teria ocorrido entre os séculos XVI a XIX, provocara resfriamento intenso em distintas regiões do Hemisfério Norte e efeitos em escala global, como expansão de calotas polares, redução das temperaturas médias no verão, aumento da precipitação no inverno e supostos mínimos de atividade solar. A pesquisa sobre causas do resfriamento terá continuidade, em busca do "estado da arte" no tema. Enumeramos diversos mecanismos que condicionam mudanças climáticas abruptas. Divergências entre especialistas em climatologia e datação de registros glaciais nos levaram a extrair das interpretações alguns pontos convergentes.

Palavras-chave: *Glaciação, Holoceno, Pequena Idade do Gelo*

Introdução

Este projeto objetiva revisar a literatura científica, para compreensão das causas e do impacto do evento da "Pequena Idade do Gelo" (PIG). A investigação sobre possíveis mecanismos e causas de períodos abruptos de resfriamento, e à avaliação de processos naturais no Holoceno que em interação podem promover mudanças são dois temas de amplo interesse em Climatologia. O fenômeno PIG, ocorrido do século XVI ao XIX, associa-se a uma redução de temperaturas médias no verão, resfriamento intenso em distintas regiões do hemisfério norte, expansão das calotas polares, aumento da precipitação no inverno e mínimos de atividade solar. Há registros de fenômenos como atividade vulcânica com erupções explosivas riolíticas ricas em gás dissolvido (Santer et al., 2015), aumento da precipitação no inverno em interação com o padrão de circulação atmosférica, e queda de temperatura nos verões do hemisfério Norte (Nesje et al., 2003). O tema é importante para compreensão da evolução climática do Quaternário.

Resultados e Discussão

A Pequena Idade do Gelo (PIG) é resposta defasada a atividades vulcânicas anteriores (Miller, 2012) porque, mesmo após dissipados os aerossóis vulcânicos, o sistema oceano-atmosfera ainda conseguiria manter temperaturas globais amenas (Miller, 2012). Após uma erupção explosiva, partículas como o dióxido de enxofre interagem com a atmosfera, gerando aerossóis ácidos, que interceptam a radiação solar. Admitem-se dezesseis erupções entre 1630 e 1850, com destaque ao intervalo 1667-1694, com sucessão de explosões que culminaram na grande erupção tropical da Nova Guiné (Crowley, 2008). Um segundo mecanismo causal, que vem sendo debatido para a PIG, baseia-se nos processos periódicos da atividade solar. Análises indiretas (e.g., datação por dendrocronologia e ^{14}C) indicam relação inversa na proporção de ^{14}C da atmosfera e número de manchas solares, os "Mínimos de Maunder" (Crowley, 2000). Em séculos de maior abundância de ^{14}C , expandiram-se geleiras na Islândia e Groenlândia (Denton, 1973). A análise de modelos gerais de circulação atmosférica e

deslocamentos da zona de convergência intertropical (ZCI), em escala de tempo secular, poderiam explicar as condições hidrológicas distintas entre o hemisfério Sul e Norte, durante a PIG (Yan *et al.*, 2015). Consideram-se as variações NAO como possível causa do aumento da precipitação nos invernos seguida do aumento, em volume, de geleiras. O modelo de circulação determina que nos invernos a circulação atmosférica é alterada meridianamente, com zonas de ciclone no extremo Norte e zonas de anticlones ao sul (Nesje *et al.*, 2003), que geraria expansão não simultânea das geleiras de oeste a leste. A Pequena Idade do Gelo teria chegado primeiro aos Alpes europeus e migrado para a Escandinávia, nos séculos XVII e XVIII (Reichert *et al.*, 2001).

Conclusões

Eventos de glaciação recentes exemplificam como diferentes fatores, externos e internos, interagem na determinação de um tipo climático. A pequena idade do gelo, a exemplo, seria ocasionada pelo declínio da atividade solar, pela precessão dos equinócios e pelo vulcanismo, sendo somente modelada pelas dinâmicas das correntes oceânicas e atmosféricas, responsáveis pela variação espacial e temporal do evento de resfriamento, este limitado ao hemisfério setentrional.

Referências

- ¹ Crowley T.J. 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, **289**:270-277.
- ² Crowley T.J.; Zielinski G.; Vinther B. et al. 2008. Volcanism and the little ice age. *PAGES news*, **16**(2):22-23.
- ³ Denton G.H.; eKarlén W. 1973. Holocene climatic variations: their pattern and possible cause. *Quaternary Research*, **3**(2): 155IN1175-174IN2205.
- ⁴ Miller G.H.; Geirsdóttir Á.; Zhong Y. et al. 2012. Abrupt onset of the Little Ice Age triggered by volcanism and sustained by sea-ice/ocean feedbacks. *Geophysical Research Letters*, **39**(2):L02708.
- ⁵ Nesje A.; Dahl S.O. 2003. The 'Little Ice Age'-only temperature? *The Holocene*, **13** (1):139-145.
- ⁶ Reichert, B. K.; Bengtsson, L.; Oerlemans, J. 2001. Midlatitude forcing mechanisms for glacier mass balance investigated using general circulation models. *Journal of Climate*, **14**(17), 3767-3784.
- ⁷ Santer, B. D.; Bonfils, C.; Painter, J. F. 2014. Volcanic contribution to decadal changes in tropospheric temperature. *Nature Geoscience*, 2014, 7(3), 185-189.
- ⁸ Yan, H.; Wei, W.; Soon, W.; An, Z.; Zhou, W.; Liu, Z.; ... e Carter, R. M. Dynamics of the intertropical convergence zone over the western Pacific during the Little Ice Age. *Nature Geoscience*, **2015**, 8(4), 315-320.