

Estudo da reação entre tiocianato de amônio e Fe (II) ou Fe (III) utilizando a espectroscopia no infravermelho: um experimento de química prebiótica

Study of the reaction between ammonium thiocyanate and Fe (II) or Fe (III) using infrared spectroscopy: an experiment of prebiotic chemistry

Henrique de Santana¹ ; Kelli Esteves Vieira² ; Cássia Thaís Bussamra Vieira Zaia³; Dimas Augusto Morozin Zaia^{1*}.

Resumo

A química prebiótica estuda as reações que podem ter desempenhado um papel importante para a origem da vida na Terra. No entanto estas reações devem ser realizadas em laboratórios nas condições que existiram na Terra prebiótica. Os experimentos de laboratório do aquecimento de substâncias em estado sólido podem ser relacionados aos seguintes ambientes prebióticos: resfriamento de lava de vulcões sobre o solo e o impacto de meteoros ou cometas sobre a Terra. No presente trabalho a reação em estado sólido entre o tiocianato de amônio e Fe (II) ou Fe (III) foi estudada. As amostras foram aquecidas a 220 °C em diversos tempos (6 horas, 24 horas, 7 dias). O principal resultado deste trabalho foi que uma reação de oxidação-redução está ocorrendo entre o Fe (II) e o tiocianato de amônio, os espectros infravermelhos do produto de reação tiocianato de amônio/Fe (II) mostraram uma banda que é característica do ferricianeto. Os espectros infravermelhos também mostraram neste produto de reação bandas características do tiocianato de guanidina. Portanto, o aquecimento do tiocianato de amônio com Fe (II) em estado sólido está formando tiocianato de guanidina e ao mesmo tempo oxidando o Fe (II) para Fe (III). O produto da reação entre Fe (III) e tiocianato de amônio é o tiocianato de guanidina. O Fe (II) e o Fe (III) reagem de forma diferente com o tiocianato de amônio.

Palavras-chave: Química prebiótica. Tiocianato de amônio. Ferro. Guanidina

Abstract

The prebiotic chemistry studies the reactions that could be played an important role on origins of life on Earth. However, these reactions should be carried out under conditions that existed on the prebiotic Earth. The laboratory experiments of heating substances in solid state could be corresponding to the following prebiotic environments: cooling lava from volcanoes on the ground and impact of meteorites or comets on the earth. The present study examined the reaction in solid state between ammonium thiocyanate and Fe (II) or Fe (III). The samples were heated at 220 °C in several different times (6 hours, 24 hours, 7 days). The most important finding of this work is that a reaction of oxidation-reduction is occurring between Fe (II) and ammonium thiocyanate, the infrared spectrum of the reaction product ammonium thiocyanate/Fe (II) showed a band that it is characteristic of ferricyanate. The infrared spectra also showed bands that they are characteristics of guanidine thiocyanate. Thus, the heating of ammonium thiocyanate with Fe (II) in solid state is synthesizing guanidine thiocyanate and at the same time oxidizing Fe (II) to Fe (III). The product of reaction between Fe (III) and ammonium thiocyanate is guanidine thiocyanate. Fe (II) and Fe (III) are reacting with ammonium thiocyanate in different way.

Key-words: Prebiotic chemistry. Ammonium thiocyanate. Iron. Guanidine.

¹Professor Associado-C, Departamento de Química-CCE, Universidade Estadual de Londrina.

²Bacharel em Química, Departamento de Química-CCE, Universidade Estadual de Londrina.

³Professora Associada-C, Departamento de Ciências Fisiológicas-CCB, Universidade Estadual de Londrina.

*Autor para correspondência. E-mail: damzaia@uel.br

Introdução

A química prebiótica estuda as reações e os processos que podem ter desempenhado um papel importante para origem da vida em nosso planeta. Portanto é importante conhecer quais foram as principais fontes de biomoléculas (aminoácidos, lipídios, açúcares, bases nitrogenadas, etc) assim como os biopolímeros (peptídeos, proteínas, DNA, RNA, etc) e as estruturas coacervadas (estruturas parecidas com células) que poderiam ter sido sintetizados na Terra prebiótica (ZAIA, 2003; ZAIA; ZAIA, 2008; ZAIA; ZAIA; DE SANTANA, 2008).

Tiocianato e amônio foram sintetizados em condições utilizadas em experimentos de química prebiótica ou foram encontrados em ambientes que podem ter existido na Terra prebiótica. Tiocianato foi determinado em ambientes hidrotermais e amônio pode ser sintetizado a partir da redução do nitrito pelo Fe (II) (DOWLER; INGMANSON, 1979; SUMMERS, 1999). Tiocianato de amônio foi também sintetizado em condições que reproduzem aquelas da Terra primitiva (RAULIN; TOUPANCE, 1977). Portanto tiocianato e amônio foram substâncias que poderiam ter sido facilmente encontradas na Terra primitiva.

A reação entre o amônio e o tiocianato foi estudada por diversos autores, sendo que algumas das condições utilizadas podem ter existido na Terra prebiótica (STEINMAN; SMITH; SILVER, 1968; ZAIA et al., 2004). As seguintes substâncias foram sintetizadas utilizando o tiocianato e o amônio: enxofre coloidal (HOLMES, 1926), tiouréia (TALREJA; OZA; RAO, 1967; ZAIA, et al., 2004), tiocianato de guanidina (ZAIA, et al., 2004), metionina (STEINMAN; SMITH; SILVER, 1968) e estruturas coacervadas (SMITH; SILVER; STEINMAN, 1968; SMITH; STEINMAN; GALAND, 1969).

No presente trabalho foi estudada a reação entre tiocianato de amônio e Fe (II) ou Fe (III) em estado sólido. As amostras foram aquecidas a 220 °C em

diversos tempos (6 horas, 24 horas ou 7 dias). O aquecimento em estado sólido do tiocianato de amônio mais Fe (II) ou Fe (III) foi reproduzido em laboratório como o calor gerado pelo derrame de lava por vulcões na Terra prebiótica ou o impacto de meteoros ou cometas na superfície da Terra prebiótica.

Procedimento Experimental

Preparo das amostras

As amostras foram preparadas utilizando 1,00 g de tiocianato de amônio com 1,00 g sulfato ferroso (FeSO_4) ou 1,00 g cloreto férrico (FeCl_3). As amostras foram submetidas à um pré aquecimento de 110°C por 2 horas, e em seguida a temperatura foi aumentada para 220 °C e as amostras foram aquecidas por 6 horas, 24 horas e 7 dias.

Preparo dos complexos

Foram preparados os seguintes complexos: sulfato ferroso/tiocianato de amônio ou tiouréia ou tiocianato de guanidina e cloreto férrico/ tiocianato de amônio ou tiouréia ou tiocianato de guanidina. Para o preparo dos complexos foram dissolvidos 0,10 mol de cada substância (tiocianato de amônio, tiouréia, tiocianato de guanidina, sulfato ferroso, cloreto férrico) em 50 mL de água destilada. Posteriormente 10 mL de cada sal de ferro foram misturados com 10 mL de tiocianato de amônio ou tiouréia ou tiocianato de guanidina. As amostras foram mantidas em repouso por 20 minutos e foram posteriormente congeladas e liofilizadas para posterior obtenção dos espectros infravermelhos.

Espectroscopia no infravermelho

Os espectros foram obtidos a partir de pastilhas de KBr utilizando o equipamento FT-IR 8300 da Shimadzu, foi utilizado a resolução espectral 4 cm⁻¹ e cada espectro foi obtido após 98 scans. Por volta de 10 mg de amostra mais 200 mg de KBr foram

pesados e transferidos para um almofariz de ágata e homogeneizados. As pastilhas foram preparadas e cada espectro foi obtido de 400 a 4000 cm^{-1} . Os espectros foram analisados utilizando o programa Origin (5.0, 2001).

Resultados e discussão

A figura 1 mostra os espectros do tiocianato de amônio, tiouréia, tiocianato de guanidina e ferricianeto de potássio puros, os espectros dos complexos tiocianato de amônio, tiouréia e tiocianato de guanidina com Fe(II) ou Fe (III) e os produtos de reação entre Fe (II) ou Fe (III) e tiocianato de amônio aquecidos por 6 horas, 24 horas e sete dias. A figura 1 A mostra os espectros dos sólidos puros tiocianato de amônio A-a, tiouréia A-b e tiocianato de guanidina A-c.). As bandas em 2053, 1657 (fraca) e 1402 cm^{-1} , observadas na Figura 1 A-a do espectro do tiocianato de amônio sólido, são atribuídas ao estiramento assimétrico ($\text{C}\equiv\text{N}$) e estiramento $\text{C}=\text{N}$ do grupo SCN e deformação NH_4^+ , respectivamente (COLTHUP; DALY; WIBERLEY, 1964). As bandas em 1620, 1589 e 1469/1414 cm^{-1} observadas na Figura 1 A-b do espectro da tiouréia sólido, podem ser atribuídas a deformação simétrica de NH_2 , deformação assimétrica de NH_2 e estiramento CN , respectivamente (BENCIVENNI; NUNZIANTE; PIERETTI, 1998). Observamos também uma banda em 730 cm^{-1} que pode ser atribuída ao estiramento $\text{C}=\text{S}$ (BENCIVENNI; NUNZIANTE; PIERETTI, 1998) (espectro não mostrado). No caso do tiocianato de guanidina (Figura 1-A-c) a banda em 1656 cm^{-1} pode ser atribuída ao estiramento $\text{C}=\text{N}$ (DROZD, 2008) e as bandas em 2087/2072 cm^{-1} podem ser atribuídas ao estiramento $\text{C}\equiv\text{N}$ (COLTHUP; DALY; WIBERLEY, 1964).

A figura 1-B mostra os espectros dos complexos de Fe (II) com tiocianato de amônio, tiouréia e tiocianato de guanidina. O espectro do complexo Fe (II) com tiocianato de amônio (Figura 1-B-a) mostra uma nova banda em 1423 cm^{-1} sendo que para as

outras bandas não observamos deslocamentos quando comparamos com o espectro do tiocianato de amônio puro (Figura 1-A-a). Esta nova banda pode ser uma indicação da reação entre amônio e Fe (II), visto que em 1400 cm^{-1} tem-se a deformação do NH_4^+ . Para o complexo entre o Fe (II) e a tiouréia observamos as bandas em 1625, 1473 e 1402 cm^{-1} . Comparando o espectro do complexo Fe (II)/tiouréia com o espectro da tiouréia sólida observamos algumas mudanças sendo estas: desaparecimento da banda em 1589 cm^{-1} devido ao estiramento assimétrico do NH_2 da tiouréia sólida e deslocamentos das bandas devido à deformação simétrica do NH_2 e ao estiramento CN . A banda em 730 cm^{-1} devido ao estiramento $\text{C}=\text{S}$ não foi deslocada, mas observamos uma nova banda em 710 cm^{-1} . Portanto podemos dizer que a interação entre o Fe (II) e a tiouréia ocorre através dos grupos NH_2 da tiouréia. No caso do complexo Fe (II)/tiocianato de guanidina observamos as bandas em 2115, 2062 (ombro) e 1660 cm^{-1} . A banda em 2062 cm^{-1} é atribuída ao estiramento $\text{C}\equiv\text{N}$ e a banda em 1660 é atribuída ao estiramento $\text{C}=\text{N}$. A nova banda em 2115 cm^{-1} também é observada no composto ferricianeto (Figura 1-D-d). Isto pode ser uma indicação da ocorrência de uma reação de oxidação do Fe (II) para Fe (III) pelo tiocianato de guanidina com a formação de um complexo parecido com ferricianeto.

A figura 1-C mostra os espectros dos produtos de reação entre o Fe (II) e o tiocianato de amônio na proporção de 1,00 g:1,00 g, aquecidos a 220 °C em diferentes tempos (6,0 h, 24 h, 7 dias). As amostras de tiocianato de amônio/Fe (II) aquecidas por 7 dias, 24 h e 6 h a 220 °C mostraram as seguintes bandas: 2114, 2072, 1658, 1431 e 1401 cm^{-1} ; 2114, 2072, 1660, 1641 e 1427 cm^{-1} e 2114, 2072, 1733 (ombro), 1663 e 1432 cm^{-1} , respectivamente. Portanto podemos inferir que o tempo de aquecimento não tem uma grande influência na reação entre Fe (II) e o tiocianato de amônio. As bandas nas regiões de 2072 e 1658-1663 cm^{-1} e 2114 cm^{-1} que aparecem nas amostras aquecidas são características da

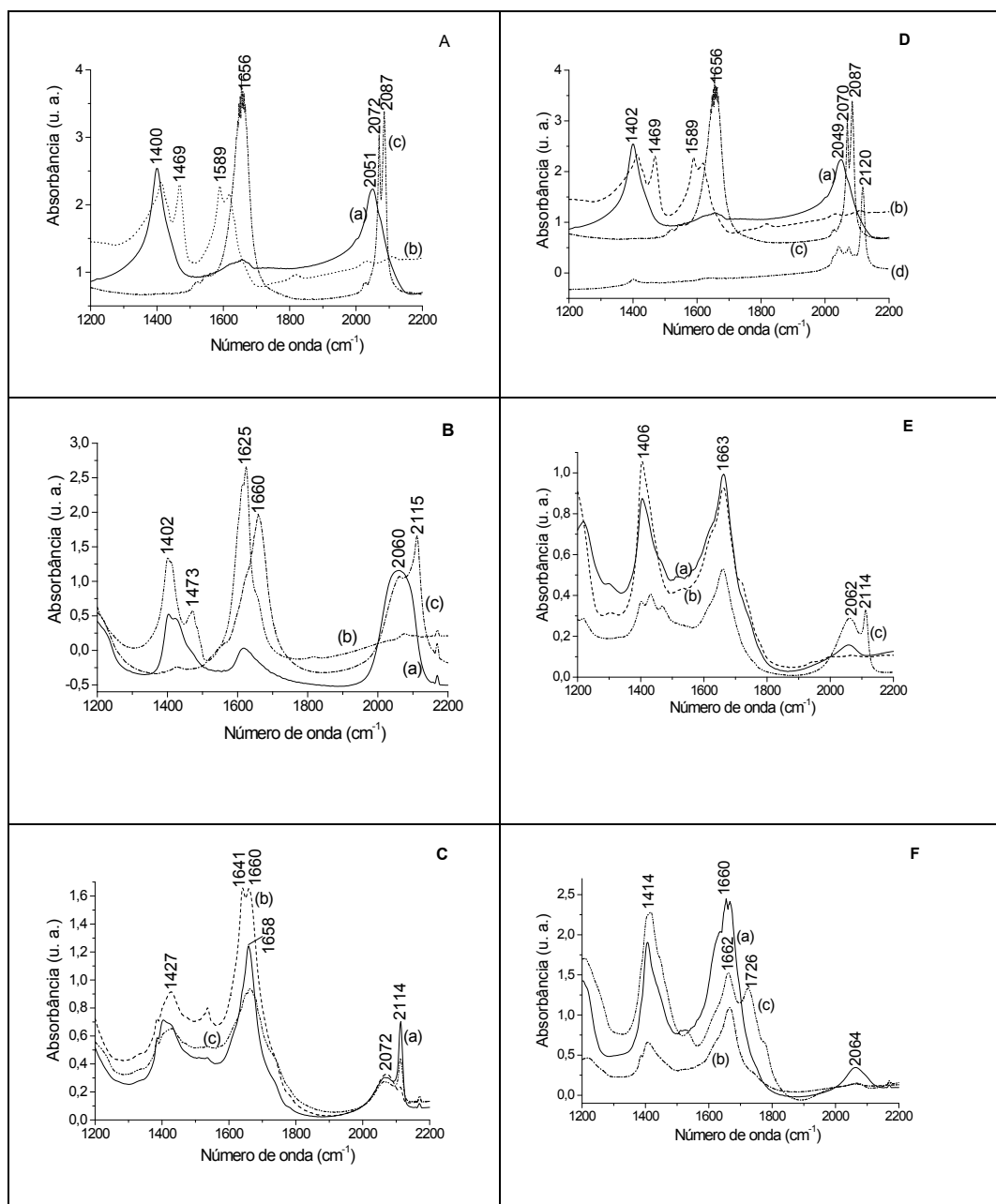


Figura 1. Espectros FT – IR: (A) tiocianato de amônio (a), tiouréia (b) e guanidina (c), (B) complexos tiocianato de amônio com Fe (II) (a), tiouréia com Fe (II) (b) e guanidina com Fe (II) (c), (C) reação entre Fe(II) e tiocianato de amônio aquecido por 7 dias na proporção de 1,000 g:1,000 g (a), reação entre Fe(II) e tiocianato de amônio aquecido por 24 horas na proporção de 1,000 g:1,000 g (b); reação entre Fe(II) e tiocianato de amônio aquecido por 6 horas na proporção de 1,000 g:1,000 g (c), (D) tiocianato de amônio (a), tiouréia (b) , guanidina (c) e ferricianeto de potássio (d), (E) complexos tiocianato de amônio com Fe (III) (a), tiouréia com Fe (III) (b) e guanidina com Fe (III) (c) e (F) reação entre Fe(III) e tiocianato de amônio aquecido por 7 dias na proporção de 1,000g:1,000g (a), reação entre Fe(III) e tiocianato de amônio aquecido por 24 horas na proporção de 1,000 g:1,000 g (b); reação entre Fe(III) e tiocianato de amônio aquecido por 6 horas na proporção de 1,000 g:1,000 g (c). Para o preparo dos complexos foi dissolvido 0,10 mol de cada substância em 50 mL. A temperatura utilizada para o aquecimento das amostras foi 220°C.

guanidina (Figura 1-A-c) e do complexo Fe (II)/guanidina (Figura 1-B-c) respectivamente. Portanto o aquecimento pode estar levando a formação de guanidina que pode estar sendo complexado com Fe (II). O espectro do ferricianeto mostra uma banda em 2120 cm^{-1} (Figura 1-D-d). Portanto, a banda observada em 2114 cm^{-1} poderia também ser característica do estiramento $\text{C}\equiv\text{N}$ quando o cianeto está ligado a Fe (III), sendo esta banda é utilizada para medir o estado de oxidação do Fe, visto que quando cianeto reage com Fe (II) esta mesma banda é observada numa região de 80 cm^{-1} abaixo do ponto onde cianeto reage com Fe (III) (LE CAËR et al., 2006). Portanto o aquecimento do tiocianato de amônio com Fe (II) pode estar formando tiocianato de guanidina e ao mesmo tempo o Fe (II) esteja sendo oxidado para Fe (III).

A figura 1-E mostra os espectros dos complexos de Fe (III) com tiocianato de amônio, tiouréia e tiocianato de guanidina. A figura 1-E-a mostra o espectro do complexo formado entre o Fe (III) e o tiocianato de amônio. Neste espectro observamos bandas nas regiões 2062 , 1663 e 1406 cm^{-1} . A banda em 1406 cm^{-1} foi observada no espectro do tiocianato de amônio (Figura 1-A-a) e é atribuída à deformação NH_4^+ . A banda em 2062 cm^{-1} mostra um deslocamento da observada no espectro do tiocianato de amônio (2053 cm^{-1}), esta banda foi atribuída ao estiramento assimétrico ($\text{C}\equiv\text{N}$) do grupo SCN (COLTHUP; DALY; WIBERLEY, 1964). A banda em 748 cm^{-1} atribuída ao estiramento simétrico do íon tiocianato foi deslocada para 773 cm^{-1} sendo assim o metal está coordenando com o nitrogênio do íon tiocianato (MNCS) (COLTHUP; DALY; WIBERLEY, 1964). Portanto estes deslocamentos indicam que o tiocianato está interagindo com o Fe (III). O aumento da intensidade da banda em 1663 cm^{-1} é uma indicação que quando o complexo de ferro (III) tiocianato é formado os elétrons da tripla ligação $\text{C}\equiv\text{N}$ são deslocados favorecendo a formação de $\text{C}=\text{N}$. Este efeito não foi observado quando foi preparado o complexo Fe (II) tiocianato de amônio (Figura 1-B-a). O espectro do complexo Fe (III)

com tiouréia tem as seguintes bandas 1718 (ombro), 1663 e 1406 cm^{-1} (Figura 1-E-b). Comparando o espectro do complexo Fe (III)/tiouréia (Figura 1-E-b) com o espectro da tiouréia sólida (Figura 1-D-b), verificamos que as bandas em 1620 , 1589 , 1469 e 730 cm^{-1} devido a deformação simétrica e assimétrica do NH_2 e aos estiramentos CN e $\text{C}=\text{S}$ da tiouréia sólida (BENCIVENNI, NUNZIANTE, PIERETTI, 1998) desapareceram no complexo Fe (III)/tiouréia. No complexo Fe (III)/tiouréia duas novas bandas foram observadas sendo estas em 1718 (ombro) e 1663 cm^{-1} . Estas mudanças no espectro do complexo Fe (III)/tiouréia estão indicando que o Fe (III) está interagindo com tiouréia através do grupo $\text{C}=\text{S}$, isto pode ser comprovado visto que ocorreu o desaparecimento da banda em 730 cm^{-1} devido ao estiramento $\text{C}=\text{S}$ e uma nova banda em 770 cm^{-1} devido ao estiramento $\text{C}-\text{S}$ foi observada. De Santana et al. (2009) estudaram a reação entre tiouréia e argilas as quais contém Fe (III) e observaram a formação do íon ditiodiformamida $\{[\text{NH}_2(\text{NH})\text{CSSC}(\text{NH})\text{NH}_2]^{2+}\}$. A figura 1-E-c mostra o espectro do complexo Fe (III)/tiocianato de guanidina sendo que as seguintes bandas foram observadas: 2114 , 2062 , 1660 , 1470 , 1432 e 1401 cm^{-1} . As bandas em 2114 , 2062 e 1660 cm^{-1} foram também observadas no complexo Fe (II)/tiocianato de guanidina (Figura 1-B-c). No entanto não foi possível relacionar as outras bandas (1470 , 1432 e 1401 cm^{-1}) com as bandas das outras moléculas aqui estudadas.

A figura 1-F mostra os espectros dos produtos de reação entre o Fe (III) e o tiocianato de amônio na proporção de $1,00\text{ g}:1,00\text{ g}$, aquecidos a $220\text{ }^\circ\text{C}$ em diferentes tempos ($6,0\text{ h}$, 24 h , 7 dias). As amostras de tiocianato de amônio/Fe (III) aquecidas por 7 dias , 24 h e 6 h a $220\text{ }^\circ\text{C}$ mostraram as seguintes bandas: 2066 , 1669 , 1654 , 1438 (ombro), 1405 e 1386 (ombro) cm^{-1} ; 2066 (fraca), 1666 , 1407 e 1388 (ombro) cm^{-1} e 2066 (fraca), 1776 (ombro), 1660 , 1628 (ombro), 1448 (ombro), 1414 e 1386 (ombro) cm^{-1} , respectivamente. Novamente observamos que o tempo de aquecimento não influencia na reação

entre tiocianato de amônio e o Fe (III) em estado sólido. Os espectros dos produtos de reação do Fe (III) com tiocianato de amônio (Figuras 1-F-a,b,c) são em geral parecidos com o espectro do complexo Fe (III) tiocianato de guanidina. No entanto neste caso não observamos a banda em 2114 cm^{-1} como foi observado para o caso da reação Fe (II) tiocianato de amônio em estado sólido (Figura 1-C-a,b,c) ou complexo Fe (III)/tiocianato de guanidina (Figura 1-E-c) ou mesmo o complexo Fe (II)/tiocianato de guanidina (Figura 1-B-c). Esta reação está formando o tiocianato de guanidina, no entanto o produto final não é o mesmo.

Conclusões

Uma reação de oxidação-redução pode estar ocorrendo entre o Fe (II) e o tiocianato de guanidina, visto que este complexo apresenta uma banda no infravermelho que é característica do ferricianeto.

O aquecimento do tiocianato de amônio com Fe (II) pode estar formando tiocianato de guanidina e ao mesmo tempo oxidando o Fe (II) para Fe (III).

A interação entre Fe (III) e tiocianato de amônio e tiouréia é através dos grupos $C=N$ e $C=S$, respectivamente.

O produto da reação entre Fe (III) e tiocianato de amônio é o tiocianato de guanidina.

O Fe (II) e o Fe (III) reagem de forma diferente com o tiocianato de amônio.

A reação entre o Fe (II) e o tiocianato de amônio pode ter desempenhado um papel importante na química prebiótica visto que ocorreu a formação de tiocianato de guanidina e ao mesmo tempo gerou Fe (III). O Fe (III) e o tiocianato de guanidina desempenham importantes papéis nos seres vivos atuais.

Referências

- BENCIVENNI, L.; NUNZIANTE, C.; PIERETTI, A. Matrix and ab initio infrared spectra of thiourea and thiourea-d4. *Vibrational Spectroscopy*, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 91-102, 1998.
- COLTHUP, N. B.; DALY, L. H.; WIBERLEY, S. E. *Introduction to infrared and raman spectroscopy*. New York: Academic Press, 1964.
- DE SANTANA, H.; PAESANO JUNIOR, A.; DA COSTA, A. C. S.; DI MAURO, E.; DE SOUZA, I. G.; IVASHITA, F. F.; DE SOUZA, C. M. D.; ZAIA, C. T. B. V.; ZAIA, D. A. M. Cysteine, thiourea and thiocyanate interactions with clays: FT-IR, Mössbauer and EPR spectroscopy and X-ray diffractometry Studies. 2009. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/k872u10753866l44/fulltext.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2010.
- DOWLER, M. J.; INGMANSON, D. E. Thiocyanate in Red Sea brine and its implications. *Nature*, London v. 279, p. 51-52, 1979.
- DROZD, M. New complexes of guanidine with acetic, trichloroacetic and trifluoroacetic acids the DFT structural and vibrational investigations. *Spectrochimica Acta Part A*, Oxford, v. 69, n. 4, p. 1223-1234, 2008.
- HOLMES, M. The action of light on concentrated aqueous solutions of ammonium thiocyanate. *Journal of the Chemical Society*, London, p. 1690-1693, 1926.
- LE CAËR, S.; VIGNERON, G.; RENAULT, J. P.; POMMERET, S. First coupling between a LINAC and FT-IR spectroscopy: the aqueous ferrocyanide system. *Chemical Physics Letters*, Amsterdam, v. 426, n. 1/3, p. 71-76, 2006.
- RAULIN, F.; TOUPANCE, G. The role of sulphur in chemical evolution. *Journal of Molecular Evolution*, New York, v. 9, n. 4, p. 329-338, 1977.
- SMITH, A. E.; SILVER, J. J.; STEINMAN, G. Cell-like structures from simple molecules under simulated primitive earth conditions. *Cellular and Molecular Life Sciences*, Basel, v. 24, n. 1, p. 36-38, 1968.
- SMITH, A. E.; STEINMAN, G.; GALAND, C. Possible abiotic origin of precambrian microfossils. *Cellular and Molecular Life Sciences*, Basel, v. 25, n. 3, p. 255-258, 1969.
- STEINMAN, G.; SMITH, A. E.; SILVER, J. J. Synthesis of a sulfur-containing amino acid under simulated prebiotic conditions. *Science*, Washington, v. 159, n. 819, p. 1108-1109, 1968.

SUMMERS, D. P. Sources and sinks for ammonia and nitrite on the early earth and the reaction of nitrite with ammonia. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, Dordrecht, v. 29, n. 1, p. 33-46, 1999.

TALREJA, S. T.; OZA, P. M.; RAO, P. S. Radiation induced conversion of ammonium thiocyanate to thiourea. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, Tóquio, v. 40, n. 10, p. 2427-2428, 1967.

ZAIA, D. A. M. Da geração espontânea à química prebiótica. *Química Nova*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 260-264, 2003.

ZAIA, D. A. M.; DE SANTANA, H.; TOPPAN, R.; ZAIA, C. T. B. V. Synthesis of guanidine from ammonium thiocyanate in solid state. *Journal of the*

Brazilian Chemical Society, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 190-198, 2004.

ZAIA, D. A. M.; ZAIA, C. T. B. V. Algumas controvérsias sobre a química prebiótica. *Química Nova*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 1599-1602, 2008.

ZAIA, D. A. M.; ZAIA, C. T. B. V.; DE SANTANA, H. Which amino acids should be used in prebiótica chemistry studies? *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, Dordrecht, v. 38, n. 1, p. 469-488, 2008.

*Recebido em 17 Dezembro, 2009 - Received on December 17, 2009.
Aceito em 9 Março, 2010 - Accepted on March 9, 2010.*