



10º Simposio de Ensino de Graduação

BIOLUMINESCÊNCIA: A LUZ DA VIDA

Autor(es)

JOAO PAULO OLIVEIRA ACORINTHE

Co-Autor(es)

FELIPE JOIA

Orientador(es)

MARGARETE COSTA

1. Introdução

O termo bioluminescência (do grego: bios vida e do latim: lumem luz) significa a capacidade de um determinado organismo gerar luz fria através de uma reação química, com a catalisação e oxidação da proteína denominada luciferina pela enzima luciferase. Na natureza, dependendo do grupo, são observadas diferenças nos mecanismos químicos que resultam nessa atividade, porém, a luciferina e luciferase estão presentes em todas as reações dessa natureza. (VIVIANI, 2009 apud HERRING, 1987). Esse fenômeno ocorre em uma grande diversidade de organismos, sendo encontrados nos filos Cnidaria (hidrozoa, scyphozoa e antozoa), Ctenophora, Mollusca (gastropodes, bivalves e cefalópodes), Annelida (poliquetas e oligoquetos), Arthropoda (insetos, crustáceos e miriápodes), Echinodermata e Chordata (urocordados e peixes), mas não são conhecidos em plantas, anfíbios, répteis, aves ou mamíferos. (BECHARA, 1994). A bioluminescência pode ser utilizada para comunicação intraespecífica, através de padrões e frequência das luzes, tendo elevada importância nos processos reprodutivos. Outra função importante da bioluminescência é a sinalização interespecífica, cujo intuito principal é o de atração da eventual presa para uma emboscada, ou o contrário, o mimetismo para desestimular um predador, imitando outro animal ou simulando um tamanho corpóreo maior que o real, ambos associados a um comportamento defensivo. Peixes abissais ainda utilizam o recurso com forma de iluminar, como uma lanterna, o crepúsculo marinho (VIVIANI 2009 & BECHARA, 1994). A hipótese da origem da bioluminescência bacteriana, segundo estudiosos, está associada ao início da história biológica terrestre, onde as formas de vida predominantes eram as bactérias anaeróbias. Para essas bactérias, o gás oxigênio é tóxico, e com o aumento da quantidade livre desse gás na atmosfera, resultante da respiração das novas formas de vida, as cianobactérias, foi preciso desenvolver um mecanismo para metabolizar a molécula de O₂, gerando o fenômeno que conhecemos como bioluminescência, que perdura até hoje. (SELINGER, et al. 1965)

2. Objetivos

O trabalho teve como objetivo investigar sobre o tema bioluminescência, analisando a distribuição desse fenômeno em alguns grupos específicos como a Ordem Coleoptera, especificamente, as Famílias Lampyridae e Elateridae, demonstrando os aspectos químicos e biológicos envolvidos na reação.

3. Desenvolvimento

Esse trabalho foi realizado através do levantamento bibliográfico a partir de dados de artigos científicos, livros e dissertações encontradas na internet (sites: Scielo, Google Academic, etc.).

4. Resultado e Discussão

Os registros históricos da bioluminescência são encontrados em períodos inferiores há 3000 anos, muito embora, os seres humanos tenham se estabelecido em comunidades agrícolas há 10.000 anos na China e na Mesopotâmia, o que permitiu certa organização das informações. As descrições escritas de observações da luminescência só aparecem muito mais tarde (LEE, 2009). Quimicamente, o mecanismo de ação da bioluminescência em vagalumes (Lampyridae) pode ser explicado da seguinte forma, a luciferase catalisa a oxidação da luciferina por oxigênio, ativada por MgATP (Figura 1). Na primeira etapa da catálise enzimática, a luciferase atua como adenil-transferase, adenilando a luciferina a partir de ATP e liberando pirofosfato. Esta etapa é essencialmente semelhante à reação de ativação de ácidos graxos e outros ácidos carboxílicos aromáticos catalisados pelas acylCoA:sintetases (VIVIANI, 2009 apud DELUCA & MCELROY, 1978). Em seguida a luciferase atua como oxigenase, removendo o próton do carbono alfa a carbonila, tornando-o suscetível ao ataque por oxigênio molecular, com a produção do intermediário dioxentanônico, cuja clivagem produz dióxido de carbono e oxiluciferina excitada (VIVIANI, 2009). A luciferase possui uma seqüência sinalizadora Ser-Lys-Leu que fará com que esta luciferase seja digerida após a tradução para peroxissomas, nas organelas as quais estão associadas nos fotocitos (GLOUD et al., 1967) Reação = luciferina + O₂ → Intermediário peroxídico → oxiluciferina* + hν. Como exemplo de exceção à regra, o sistema bioluminescente de fungos é o único no qual a luminescência aparentemente não é catalisada por enzimas. (VIVIANI, 2009 apud WILSON & HASTINGS, 1998). Através da deconvolução espectral, foi sugerido que a coloração da luz emitida, seja controlada pelo sítio ativo das luciferases dos lampirídeos (BRANCHINI et al 2004). Sendo que o ceto-fenolato determinaria a luz vermelha, o enol/fenolato emitiria a luz laranja e o enolato/fenolato seria o emissor da luz verde (VIVIANI, 2009 apud VIVIANI & OHMIYA, 2006). A estrutura do sítio ativo da luciferase verde é mais estabilizada do que a da luciferase vermelha. A explicação para esta diferença de espectro de bioluminescência está mais relacionada às mudanças conformacionais durante a etapa de emissão de luz do que na composição de resíduos do sítio ativo (VIVIANI 2009 apud VIVIANI et al 2007). A mudança do pH, poderia alterar a polaridade do sítio ativo, impedindo a entrada de água, deslocando o espectro para vermelho (VIVIANI, 2009 apud VIVIANI et al., 2007,2008). Os rendimentos quânticos da bioluminescência são em geral elevados, isso se deve aos sítios ativos das luciferinas, que fornecem microambientes altamente protetivos para o produto excitado, evitando que este se desative por outros processos não radioativos. As luciferases constituem, portanto, casos especiais de oxigenases otimizadas para a emissão de luz (VIVIANI, 2009). Existem três tipos de bioluminescência, aquela resultante da simbiose com bactérias, a bioluminescência intracelular e a bioluminescência extracelular. O fenômeno resultante da bioluminescência por simbiose com bactérias, é bem mais difundido, em animais marinhos, em vermes, moluscos, celenterados, equinodermos e peixes, do que em outros grupos animais. De forma geral, em algumas partes do corpo do animal, existem pequenas bexigas, que servem para armazenar as bactérias produtoras de luz, denominadas fotóforos, que na maioria dos casos, são controlados pelo sistema nervoso do hospedeiro, existindo ainda, mecanismos que controlam a intensidade e frequência do processo (SELINGER, et al. 1965). A bioluminescência intracelular é gerada por células específicas, localizadas em órgãos, próximos a pele, geralmente com células refletoras que irão intensificar a luz emitida. Nos pirilâmpos, uma placa de cristais de urato é a responsável por intensificar a luz, já em certos peixes, placas de guanina são utilizadas como material refletor, sendo frequentemente encontradas em lulas e dinoflagelados (SELINGER, et al. 1965). Nos Cefalópodos, a bioluminescência é uma característica comum e complexa há uma grande porcentagem desses animais de arco bioluminescente, os órgãos que produzem luz são muito complexos possuindo lentes, refletores, íris, filtros de Interferência, telas de pigmentos, e persianas (JOHNSEN, et al. 1999). Na bioluminescência extracelular, os reagentes e catalisadores (luciferina e luciferase) são sintetizados e armazenados em vesículas dentro das células específicas. Quando há sinal de necessidade, estas substâncias são expulsas para fora do corpo produzindo uma nuvem de luz. Geralmente, pode ser utilizada para afugentar os predadores, sendo comum, em crustáceos e alguns cefalópodes abissais. (SELINGER, et al. 1965) Na superfície terrestre, os insetos constituem o grupo mais numeroso em espécies luminescentes. É sabido que neles a emissão luminosa é controlada neurologicamente: os fotóforos, com fotocitos ricos em mitocôndrias (fonte ATP), possuem muitos terminais nervosos e traqueolas, que controlam a entrada de oxigênio (BECHARA, 1994) Nesta ordem foram descritas espécies luminescentes nos gêneros *Lipuras* e *Neanuras*, entretanto as funções biológicas e a natureza química da bioluminescência permanecem completamente obscuras (HARVEY, 1952). Esta Família é composta por coleópteros conhecidos como pirilâmpos ou vagalumes. Alimentam-se, principalmente, de lesmas e caramujos e vivem em torno de 1 a 3 anos. As fêmeas dos vagalumes botam os ovos em árvores apodrecidas, sendo geralmente ápteras e, juntamente, com as suas larvas, são bioluminescentes. É um grupo diverso que possui cerca de 1700 espécies conhecidas. (BUZZI, 2010). O lamperídeo possui em seu abdômen, órgãos luminosos de coloração amarelo-esverdeado, ausente nas formas imaturas. Uma função desse fenômeno nesses insetos é a atração do sexo oposto, sendo que o mecanismo é espécie-específico, ou seja, cada espécie possui um ritmo de iluminação característico (BUZZI, 2010). Outra função da bioluminescência para o grupo, tem a ver com a predação. Fêmeas de algumas espécies imitam as luzes de espécies diferentes, atraindo machos que se deslocam para reprodução, mas que acabam sendo predados (TRIPLEHORN & JONNISON, 2011). Os elaterídeos são fitófagos na fase adulta, sendo encontrados, em flores, sob a casca de árvores ou folhagens. As formas larvais podem ser encontradas alimentando-se, em locais com matéria orgânica em decomposição, como troncos de árvores podres, ou se configuram como espécies daninhas, atacando sementes recém-plantadas e raízes de plantas cultivadas, entre elas feijão, algodão,

batatas, milho etc. São descritas aproximadamente 7.000 espécies no mundo Na fase adulta as lanternas estão localizadas na forma de vesículas ovaladas sobre o pro tórax que emitem luz contínua na região do verde, e uma lanterna abdominal que é ativada somente durante o vôo, que também emite luz contínua, mas em geral a coloração é avermelhada em relação às lanternas torácicas (BECHARA, 1994 & BUZZI, 2010).

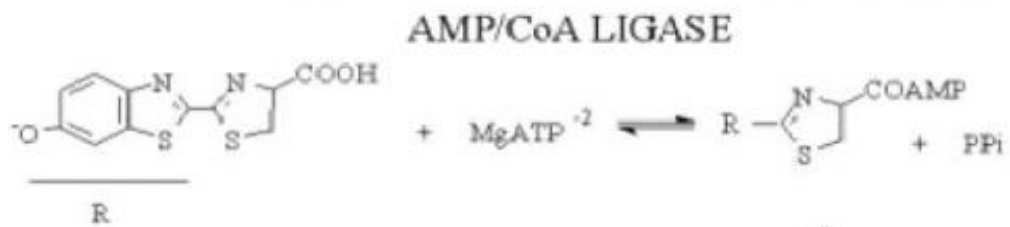
5. Considerações Finais

A bioluminescência é um fenômeno não muito raro e deveria ser mais estudada, pois, pode facilitar a vida do ser humano através do uso de lâmpadas bioluminescentes ou associadas à nanotecnologia, poderia ser empregada na iluminação pública ou em ambientes internos devido à alta rentabilidade e por ser uma energia renovável de baixo custo. A bioluminescência também é empregada como marcadores genéticos nos sequenciadores de última geração, como 474 e Illumina tornando os processos de sequenciamento mais eficazes quando comparados a outros métodos.

Referências Bibliográficas

BECHARA, E.J.H. Vagalumes: Da Química à Biotecnologia. Química Nova. Vol. 17. 3.ed. 1994 BRANCHINI, B. R.; SOUTHWORTH, T. L.; MAGYAR R. A.; GONZALEZ, M. C.; RUGGIERO, M. C.; STROH J. G. Alternative mechanism of bioluminescence color determination in firefly luciferase. Biochemistry, 2004. BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. Invertebrados. 2. ED. Rio de Janeiro, Guanabara Hoogan, 2007. BUZZI, Z. J. Entomologia Didática. 5. ED. Curitiba, UFPR, 2010. GLOUD, S. J., KELLER G. A. and SUBRAMANI S.; Identification of a peroxisomal targeting signal at the carboxy terminus of firefly luciferase. J. cell boil. (1987). HARVEY, E. N., Bioluminescence. New York, Academic Press. 1952 JOHNSEN, S.; BALSER E. J.; FISHER E. C.; WIDDER E. A. bioluminescence in the deep-sea cirrate octopod *Stauroteuthis sytensis* verill (mollusca: cephalopoda) Marine Science Division, Harbor Branch Oceanographic Institution, Ft. pierce, Florida; and Department of Biology, Illinois Wesleyan University, Bloomington Illinois (1999) TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON N.F. Estudo dos insetos. 7. ED. São Paulo, Cengage Learning, 2011. SELINGER, H. H. Y W. D. MCELROY Light: Physical and Biological Action. New York: Academic Press. 1965. VIVIANI, V.R. Luciferasas em vagalumes: Estrutura, função e aplicação em bioanálise e biomonitoramento Laboratório de Bioluminescência e Biotecnologia-UNISO Universidade Federal de São Carlos Campus de Sorocaba, SP, Brasil 2009.

Anexos



Mecanismo demonstrando o sistema enzimático da Bioluminescência catalisado pela luciferase de vagalumes

