ESTUDO DE DISPAROS NEURONAIS CONSIDERANDO O MODELO HODGKIN-HUXLEY

Juliano Zimmermann Ferreira (PIBIC/UEPG), Lucas Eduardo Bentivoglio, Antonio Marcos Batista (Orientador), e-mail: antoniomarcosbatista@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Matemática e Estatística.

Física, Física Geral.

Palavras-Chave: *Disparos neuronais, Hodgkin-Huxley, neurônio.*

Resumo

Este trabalho investiga sistemas dinâmicos descritos por equações diferenciais, com foco no funcionamento neuronal biológico. Analisamos o modelo clássico de Hodgkin-Huxley para o axônio de lula. Investigamos e seu comportamento dinâmico a partir de simulações numéricas.

Introdução

O estudo de modelos matemáticos baseados em equações diferenciais é fundamental para compreender fenômenos dinâmicos em diferentes áreas da ciência, incluindo a neurociência. Modelos como os atratores de Rössler e Lorenz oferecem uma introdução importante ao comportamento não linear, servindo como base para a análise de sistemas neuronais (ALLIGOOD; SAUER; YORKE, 1996). Entre esses, destacam-se os modelos de Hodgkin-Huxley, FitzHugh-Nagumo e Hindmarsh-Rose, que descrevem o processo de geração de potenciais de ação. Neste trabalho, utilizamos simulações numéricas para analisar o modelo clássico de Hodgkin-Huxley, explorando seus regimes dinâmicos e relacionando a intensidade e a duração da corrente de estímulo com a frequência de disparos neuronais (GERSTNER et al., 2014).

Materiais e Métodos

A dinâmica da voltagem da membrana é descrita pela equação:

$$C\frac{dV}{dt} = I(t) - g_K n^4(V - V_K) - g_{Na} m^3 h(V - V_{Na}) - g_l(V - V_l),$$

onde C é a capacitância da membrana, $I_{(t)}$ a corrente externa aplicada, g_{na}, g_k, g_l as condutâncias máximas dos canais iônicos e V_{na}, V_k, V_l os potenciais de reversão correspondentes diminuídos do potencial inicial V.

Resultados e Discussão

Solucionando o modelo acima obtivemos os resultados ilustrados na Figura 1. A Figura 1 (a) mostra que para uma corrente externa de $I(t) = 6$ μm/cm² aplicada durante 200 ms não é suficiente para produzir um potencial de ação. Ao aumentar a corrente para $I(t) = 12$ μm/cm² e aplicá-la durante 600 ms observamos o disparo neuronal Figura 1 (b). O espaço de parâmetros ilustrado na Figura 1(c), mostra como a intensidade e a duração da corrente externa aplicada ao modelo em um período de 0 a 1000 ms. Observamos duas regiões: a região de repouso (A), onde a corrente não gerou disparos, e a região de disparos do neurônio (B).

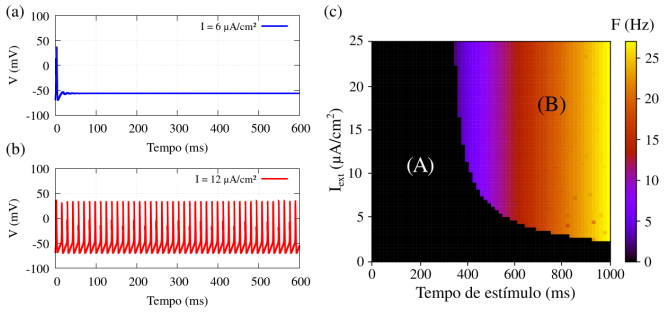


Figura 1. (a) Disparos para correntes I= 6 μm/cm² e (b) I = 12 μm/cm². (c) Espaço de parâmetros do modelo Hodgkin-Huxley.

Esses resultados são consistentes com o comportamento clássico do modelo descrito na literatura (GERSTNER et al., 2014).

Conclusão ou Conclusões

Concluímos que todos os modelos estudados apresentaram resultados consistentes com a literatura. Em particular, no modelo de Hodgkin-Huxley observamos que a frequência de disparos depende não apenas da intensidade da corrente injetada, mas também do tempo de estímulo

Agradecimentos

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), à Fundação Araucária, à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e ao grupo 105.

ALLIGOOD, K. T.; SAUER, T. D.; YORKE, J. A. **Chaos: an introduction to dynamical systems**. New York: Springer-Verlag, 1996.

GERSTNER, W. et al. **Neuronal dynamics: from single neurons to networks and models of cognition**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014