



<b>Evento</b>	Salão UFRGS 2018: SIC - XXX SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS
<b>Ano</b>	2018
<b>Local</b>	Campus do Vale - UFRGS
<b>Título</b>	Oscilações Coletivas em Modelo de Autômato Celular para Redes Neurais
<b>Autor</b>	GABRIEL LESCHIUTTA DEBASTIANI
<b>Orientador</b>	LEONARDO GREGORY BRUNET

## Oscilações Coletivas em Modelo de Autômato Celular para Redes Neurais

Gabriel L. Debastiani, Orientador: Leonardo Brunnet - Instituto de Física - UFRGS

Baseado em Viana *et al.* (2013), o modelo consiste em um autômato celular com  $\mu = 5$  estados possíveis para cada um dos neurônios, sendo  $\mu = 0$  o neurônio em repouso,  $\mu = 1$  o neurônio disparando e os demais estados em período refratário. A rede apresenta  $n$  neurônios, sendo que a parte inicial do estudo foi feito utilizando apenas sinapses elétricas.

Utilizando um programa em linguagem C, criamos uma matriz que conecta os neurônios  $i$  com os neurônios  $j = i \pm 1$ . Uma vez dada a condição inicial, o estímulo é propagado através dos demais neurônios. Ao introduzir as sinapses químicas, modificamos a matriz de adjacência introduzindo conexões não locais com probabilidade  $p$ . Como os neurônios formam uma rede esparsa, o valor de  $p$  é tal que  $p \ll 1$ . Visto que as sinapses químicas apresentam um retardo de aproximadamente  $\tau = 5 \text{ ms}$ , é necessário guardar o estado de cada neurônio por pelo menos  $\tau$  tempos. Inicialmente o programa era capaz de rodar redes da ordem de  $n = 1.000$  neurônios, mas com otimizações, fizemos com que este número passasse a ser da ordem de  $n = 10.000$ . Como as sinapses elétricas são predominantes no sistema motor e bulbo olfatório, elas foram retiradas do programa posteriormente, permanecendo unicamente as sinapses químicas.

A fim de otimizar o uso de memória, a matriz de adjacência foi substituída por vetores de conexão, contendo em sua memória apenas os índices dos neurônios com que se conectavam. Assim, o número de neurônios nas simulações passou a ser da ordem de  $n = 50.000$ .

Nesta configuração, rede apresenta apenas dois comportamentos possíveis: ou se tornava uma Rede Inativa, ou Rede Regular com Bursts. Assim, adicionamos disparos espontâneos com distribuição poissoniana para tentar tornar a rede biologicamente plausível. Além disso, também acrescentamos período refratário relativo.

Apesar dessas modificações, não foi possível obter uma rede com comportamento Assíncrono e Irregular (AI). Neste instante percebemos que não havia neurônios inibitórios no trabalho original e que o comportamento da rede se tornar regular em nosso modelo poderia ser causada por uma hiperexcitação do sistema, como acredita-se que ocorra em modelos de epilepsia. Adicionamos, então, neurônios inibitórios. A proporção entre neurônios excitatórios e inibitórios, inicialmente, foi de quatro excitatórios para um inibitório, proporção encontrada no cérebro. Além disso, também incluímos um raio de conexões para os neurônios inibitórios, uma vez que as interações de neurônios inibitórios são predominantemente locais.

Inicialmente esta alteração não foi suficiente para fazer com que a rede apresentasse comportamento AI, exigindo que alguns dos parâmetros conhecidos na literatura fossem alterados. Conseguimos encontrar comportamentos AI quando alteramos a proporção para dois excitatórios para cada inibitório.

A partir de então começamos a analisar os tipos de comportamentos da rede em função de alguns parâmetros iniciais. Observamos que, dependendo do valor de  $p$ , a atividade média da rede era alterada. Aplicamos uma análise de campo médio no sistema, supondo uma dada atividade média inicial que molda a atividade futura da rede.

Atualmente estamos fazendo uma varredura de parâmetros, verificando o comportamento da rede dependendo do valor de  $p$ ,  $n$  e o número de estímulos que um neurônio precisa receber para disparar ( $Est_{Rep}$ ). Para simplificar a simulação, utilizou-se apenas o período refratário absoluto nesta etapa.

Embora com uma análise preliminar, pudemos observar que há alguns estados bem definidos de atividade: Rede Inativa ( $a$ ), Rede Assíncrona e Irregular com Bursts ( $b$ ), Rede Regular com Bursts ( $c$ ), Rede Assíncrona e Irregular ( $d$ ) e Rede Regular ( $e$ ). Pudemos observar que há uma transição em sequência nos estados  $a-b-c-d-e$  conforme se aumenta o valor de  $p$ , quando se fixam os demais parâmetros. Foi observado que quando  $np < Est_{Rep}$ , a rede ficará obrigatoriamente no estado  $a$ .

*Dynamic range in a neuron network with electrical and chemical synapses* (Viana *et al.* 2013)