

# Implementação de programa que realiza o cálculo da relação Glia/Neurônio

Carla Cristina Miranda de Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Neuroengenharia  
Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra

## I. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo fazer um programa utilizando a linguagem de programação em Python, utilizando a IDE Visual Studio Code, que faça a leitura de planilhas e que como resultado dessa leitura seja possível produzir gráficos da relação Glia/Neurônio.

## II. IMPORTÂNCIA DA QUANTIFICAÇÃO CELULAR NO SISTEMA NERVOSO

É importante fazer a quantificação celular no sistema nervoso, para compreender a composição celular, desenvolvimento e evolução do cérebro, para entender de forma microscópica o que acontece no microambiente do sistema nervoso nas doenças neurológicas, no envelhecimento e nas doenças psiquiátricas, (Bartheld,2016).

## III. RELAÇÃO GLIA/NEURÔNIO

A relação entre as células da glia e neurônios nada mais é do que a razão entre o número de células da glia e o número de neurônios no mesmo volume de substância cerebral, sendo assim, é a densidade total de glia e de neurônios de determinada região. É importante ressaltar que, o número de glia contabilizadas é o número total de glia, incluindo todos os tipos de glia (Astrócitos, Micróglias, Oligodendrócitos e Células Ependimárias), e os neurônios contabilizados são todos os fenótipos de neurônios, até porque em algumas colorações histológicas não é possível diferenciar qual tipo de neurônio ou qual tipo de glia está sendo contabilizado. A figura 1 foi retirada do artigo de Herculano et.al, é um gráfico da Razão

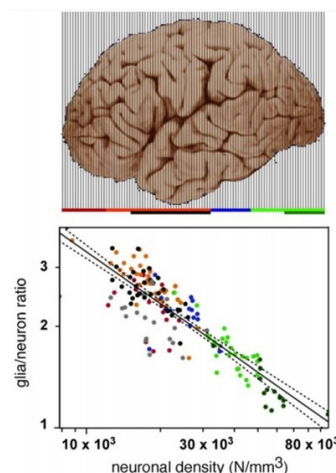


Figura 1. : Herculano-Houzel, S. (2014)

```
1 import csv
2
3 planilha = open('H14_20_000_GRAU_F.csv', 'r')
4
5 contador_markers = []
6 contador_markers = []
7 contador_3 = []
8 contador_4 = []
9
10 m1 = []
11 m2 = []
12 razão = []
13 vetor_razão = []
14
15 for linhas in planilha:
16     if 'Marker 3' in linhas:
17         contador_markers.append(linhas)
18     elif 'Marker 4' in linhas:
19         contador_markers.append(linhas)
```

Figura 2. Foto do programa

Glia/Neurônio obtida através de um fracionador isotrópico em regiões cinzentas de cérebro de humano. Onde cada ponto é a representação da razão glia/neurônio que esta representado por córtex pré-frontal(vermelho), córtex frontal (Laranja), córtex Parietal (azul), córtex Occipital (verde), córtex Temporal(preto) (Houzel,2014).

**Contextualizando com a Neuroengenharia:**

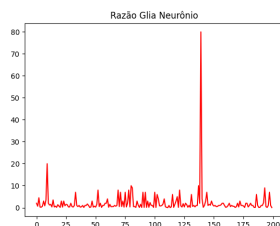


Figura 3. Gráfico da razão Glia/Neurônio obtido no programa

Este programa auxiliará no projeto de mestrado em neuroengenharia, cujo o título é "Relações quantitativas entre interneurônios inibitórios do córtex pré-frontal dorsolateral de pacientes esquizofrênicos", para realizar as quantificações necessárias para este projeto será necessário baixar imagens em alta qualidade na base de dados de esquizofrenia, do consórcio Allen Human Brain Atlas, após ter feito o download das imagens, serão contabilizadas as células (Neurônios e Glias), através do software Stereo Investigator. No Stereo Investigator é utilizado um fracionador óptico para selecionar aleatoriamente os quadrantes que serão feitas as contagens de neurônios e glias, é escolhido um marcador para marcar neurônio e um marcador para contabilizar as Glias. Após ter feito as contagens, é gerada uma planilha com as contagens realizadas, indicando quantas células foram contadas em cada marcador, seção e em cada quadrante escolhido através do fracionador.

#### IV. METODOLOGIA

**Programa que realiza o cálculo da relação Glia/Neurônio:** Este programa demonstrado na Figura 2, tem como principal função fazer a leitura de arquivos CSV, e através dessa leitura criar gráficos, neste projeto especificamente criará um gráfico da relação Glia/Neurônio.

- 1) **Etapa I:** Primeiramente foi feita a importação da biblioteca CSV, depois a criação das variáveis. Então, foi criado um "For" que percorre toda a planilha e salva no neurônio marker 3 o marcador 3 e o mesmo no glia marker 4.
- 1) **Etapa II:** Foi criado um "for" que percorre as linhas e sempre que tiver Marker3 contabiliza no neurônio marker3, o mesmo acontece

no neurônio marker4. Também foi criado um "For" para cada vez que o programa percorrer cada linha, ele pegará apenas o que tem antes do ponto e vírgula no marcador 3 e marcador 4. Foi feito um "For" que transforma as informações da planilha em informação numérica.

- 1) **Etapa III:** "For" que percorre todos os valores do marcador 3 e 4 e muda os valores da planilha que estiverem zerados pelo valor 0,1, o último "For" salva no vetor todas as razões do m3 sobre o m4, quantas glias por neurônio. Por fim, foi importada a biblioteca Matplotlib, escolheu-se o título e cor da linha do gráfico e então foi gerado o gráfico demonstrado na Figura 3.

#### V. CONCLUSÃO

Concluimos que, o programa é realmente útil para o que foi proposto a fazer, e pode ser extremamente útil para a otimização do trabalho pois, sem ele é necessário bastante trabalho manual para fazer as análises das contagens. Porém, é notório que ele ainda é muito bruto e precisa de melhorias para que as análises sejam mais robustas e os gráficos sejam mais bem feitos. Como perspectivas futuras, é interessante que seja implementado mais bibliotecas nesse programa para sua melhoria, como por exemplo a biblioteca Pandas.

#### VI. REFERÊNCIAS

- von Bartheld, C. S., Bahney, J., Herculano-Houzel, S. (2016). The search for true numbers of neurons and glial cells in the human brain: A review of 150 years of cell counting. *Journal of Comparative Neurology*, 524(18), 3865-3895.
- Herculano-Houzel, S. (2014). The glia/neuron ratio: how it varies uniformly across brain structures and species and what that means for brain physiology and evolution. *Glia*, 62(9), 1377-1391.