

# BrunoFBessa\_5881890\_P2\_resultados

May 24, 2021

## 0.1 SFI5904 - Redes Complexas

Projeto Prático 2: Modelo de redes espaciais Primeiro Semestre de 2021

Docente: Luciano da Fontoura Costa (luciano@ifsc.usp.br) Estudante: Bruno F. Bessa (num. 5881890, bruno.fernandes.oliveira@usp.br) Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil.

Escopo do projeto:

Implementar redes espaciais (geográficos) considerando Voronoi, círculos de raio  $R$  e Waxman a partir de um determinado número de nós  $N$  e um grau médio desejado.

Visualizar algumas das redes geradas. Apresentar: - os histogramas de frequência relativa dos graus, - coeficientes de aglomeração e distâncias mínimas, identificando nas respectivas legendas a média e o desvio padrão.

### 0.1.1 Desenvolvimento

Nesta prática implementamos as redes espaciais para diferentes tipos de configurações do parâmetro de entrada (raio, parâmetro  $\alpha$  além do número de nodos).

O código utilizado para realizar os experimentos encontra-se em “BrunoF-Bessa\_5881890\_P2\_codigo.pdf”.

### 0.1.2 Métricas analisadas:

Algumas métricas que são capazes de caracterizar redes complexas foram utilizadas para a análise. Entre elas: - Grau (distribuição da quantidade de conexões dos nodos) - Caminho mais curto (distribuição do menor número de passos de um nó ao outro) - Transitividade, ou clustering coefficient (mede a tendência de agrupamento entre os nós da rede) - Entropia de Shannon (mede o grau de variabilidade da distribuição de uma medida), que foi aplicada ao Grau.

### 0.1.3 Resultados observados

Podemos destacar que: - as redes baseadas na métrica de Voronoi possuem pouca flexibilidade, pois são caracterizadas somente pelo número de nodos. - o grau médio da rede cresce linearmente com a quantidade de nós da rede. - as distribuições do grau e do clustering coefficient tendem a uma curva normal conforme cresce  $p$ . - com o aumento de  $p$ , o caminho mais curto da rede tende a 1, representando que todo nó está conectado a todos os demais.

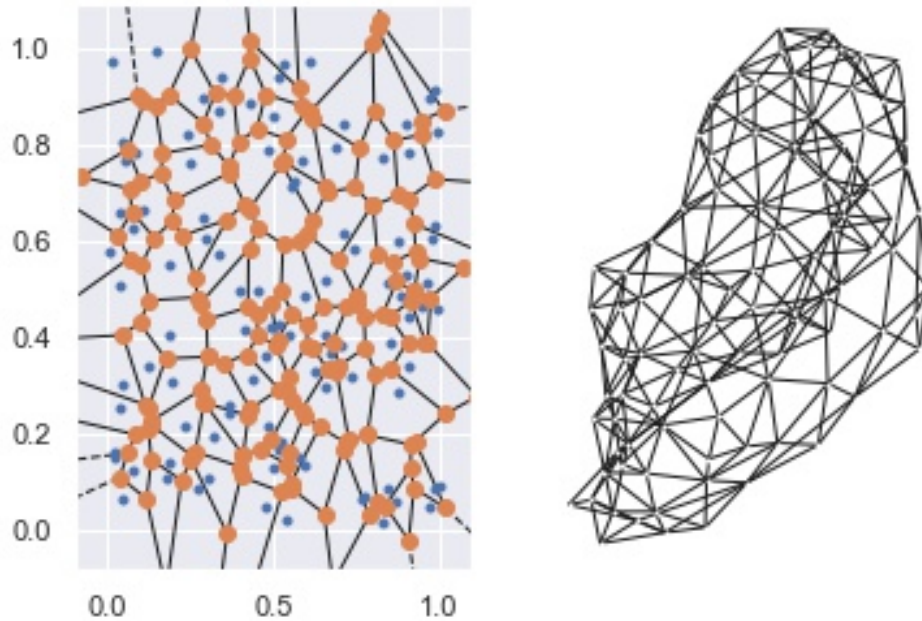
Abaixo mostramos alguns resultados obtidos do aspecto que tomam essas conexões variando-se  $p$ . Onde  $N$  é o número de nodos da rede.

#### 0.1.4 Rede de Voronoi $N = 100$

```
[3]: display.Image("images/graph_spatial_voronoi_n100.jpg")
```

[3]:

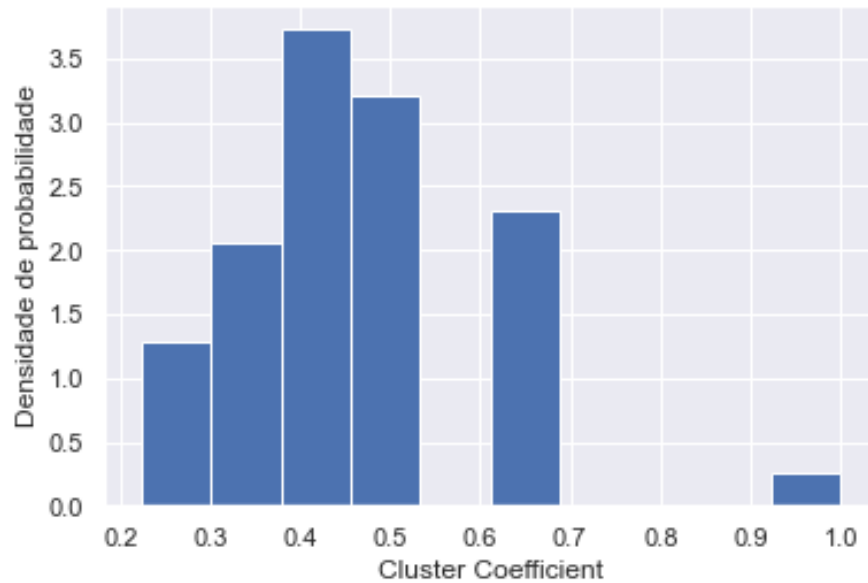
Células de Voronoi e Rede para 100 pontos espaciais aleatórios



```
[8]: display.Image("images/voronoi_k.png")
```

[8]:

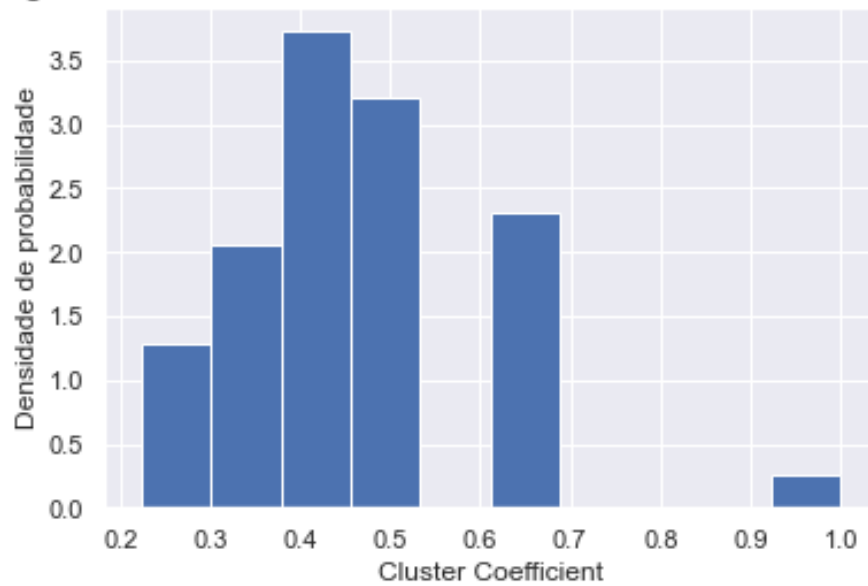
Histograma de densidade de Cluster Coefficient: média=0.46, var=0.02



```
[10]: display.Image("images/voronoi_cc.png")
```

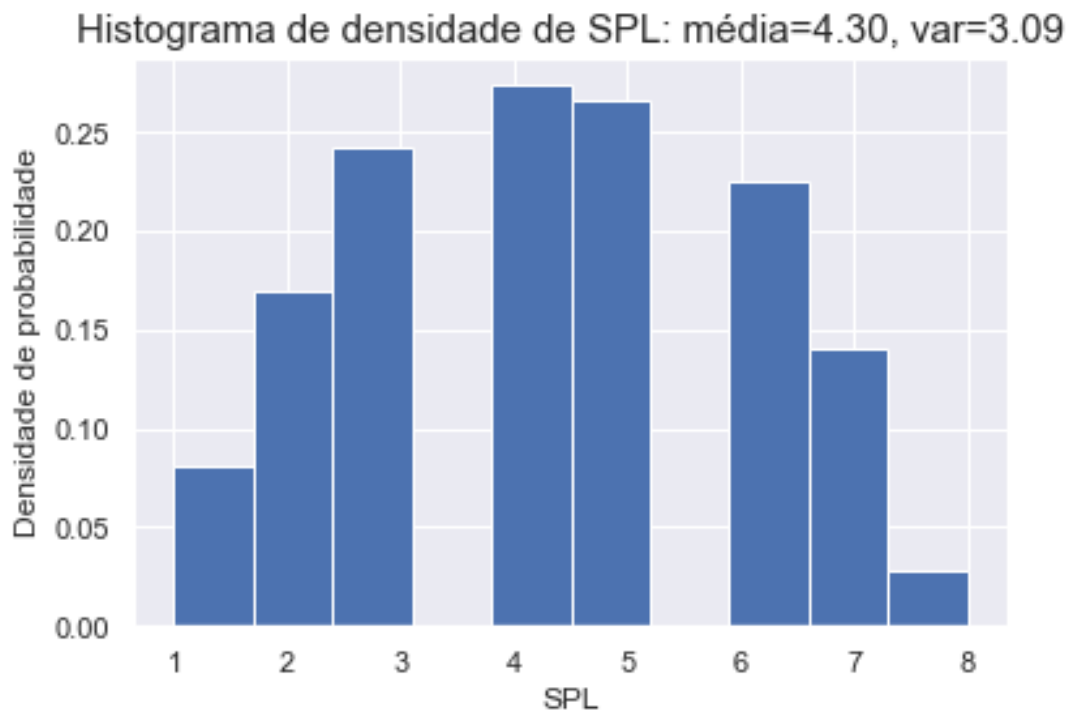
[10]:

Histograma de densidade de Cluster Coefficient: média=0.46, var=0.02



```
[9]: display.Image("images/voronoi_spl.png")
```

[9]:

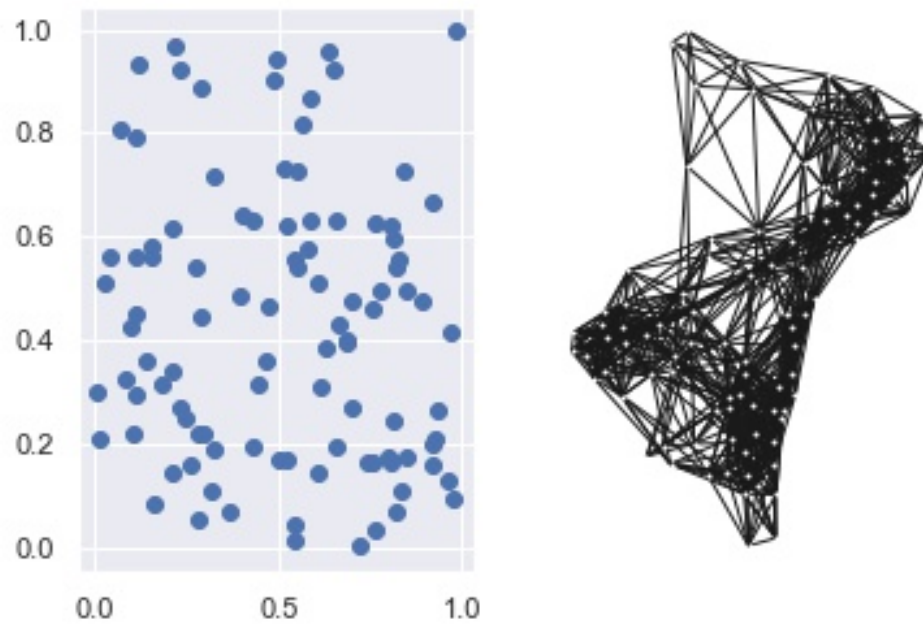


#### 0.1.5 Rede de círculo de raio = 0.25

```
[4]: display.Image("images/graph_spatial_radius_n100_radius0.25.jpg")
```

[4]:

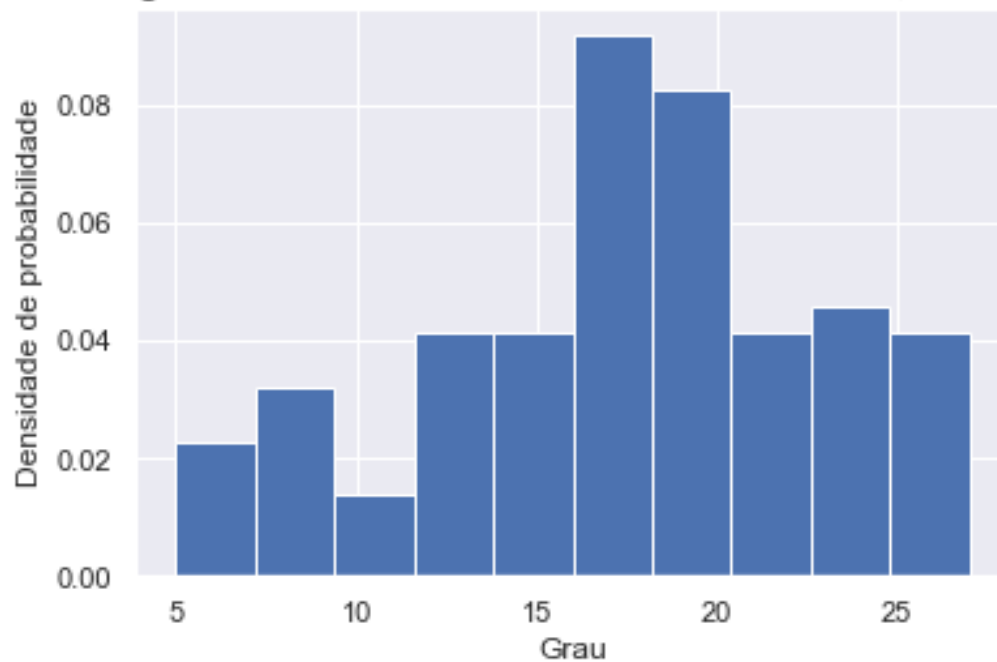
pontos aleatórios conectados em uma rede se distância entre si é  $\leq$



```
[12]: display.Image("images/radius_k.png")
```

[12]:

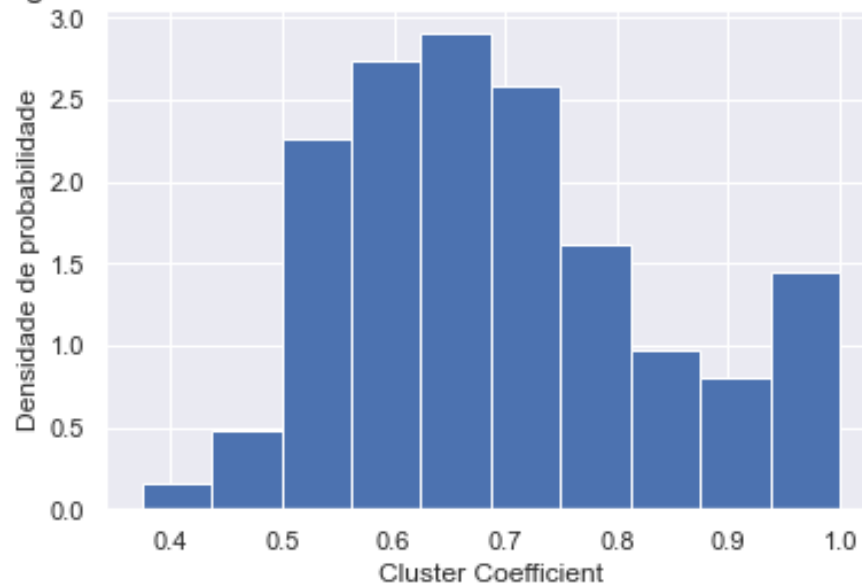
Histograma de densidade de Grau: média=17.33, var=29.01



```
[13]: display.Image("images/radius_cc.png")
```

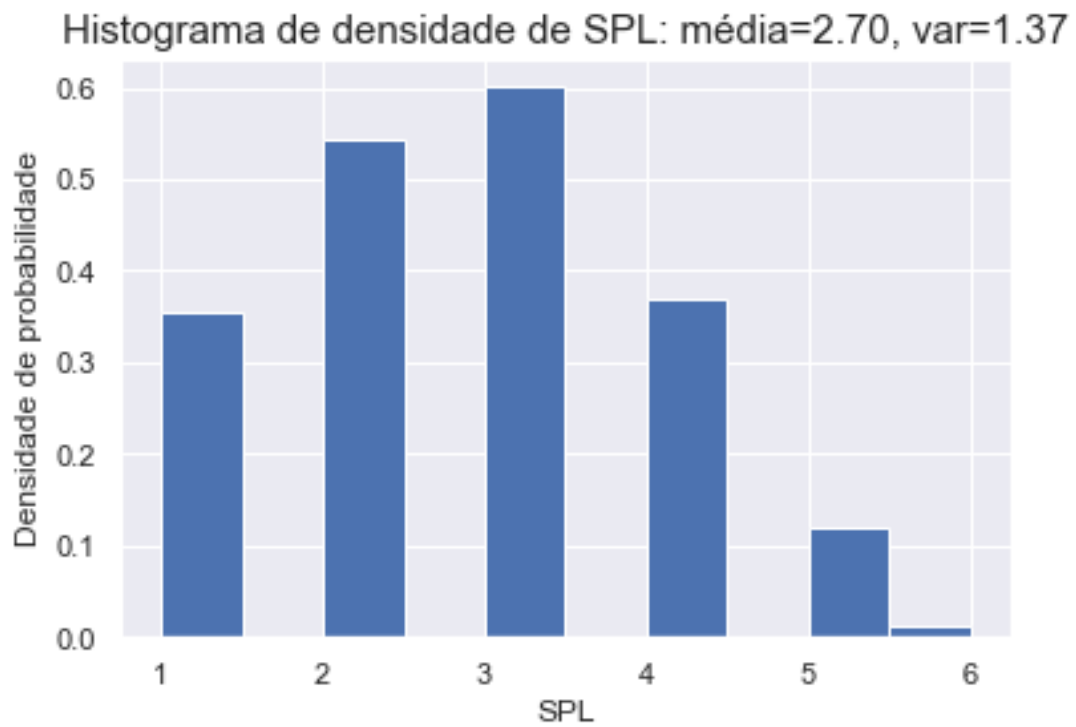
```
[13]:
```

Histograma de densidade de Cluster Coefficient: média=0.69, var=0.02



```
[11]: display.Image("images/radius_spl.png")
```

```
[11]:
```

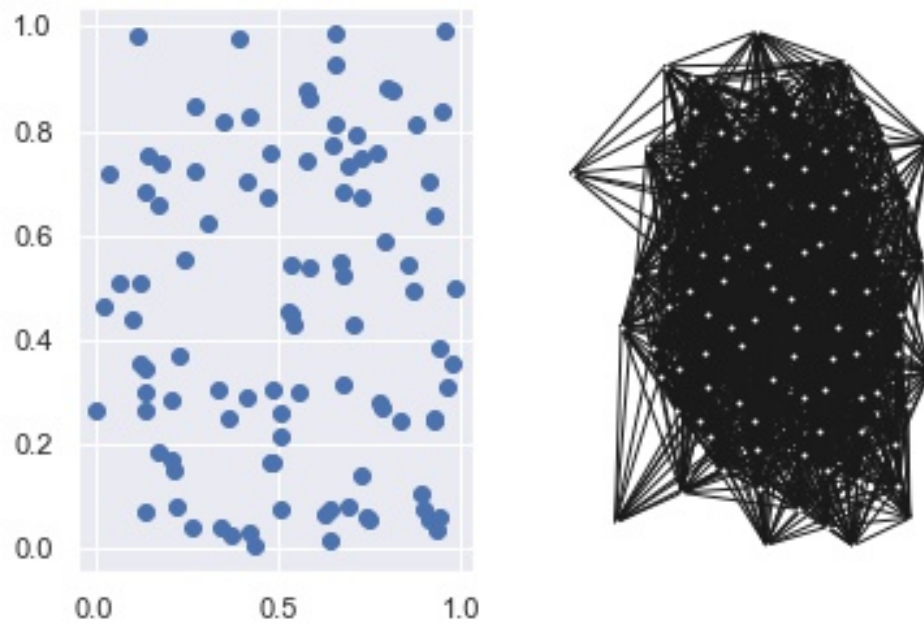


#### 0.1.6 Rede Waxman com $\alpha = 0.25$

```
[6]: display.Image("images/graph_spatial_waxman_n100alpha0.25.jpg")
```

```
[6]:
```

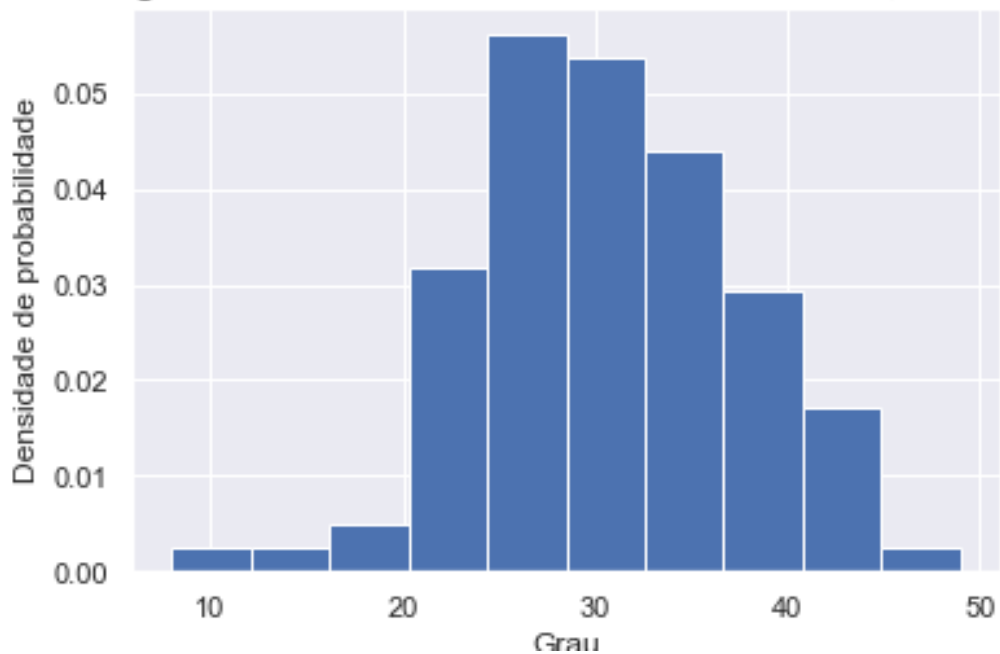
100 pontos aleatórios e a rede de Waxman com  $\alpha=0.25$



```
[14]: display.Image("images/waxman_k.png")
```

[14]:

Histograma de densidade de Grau: média=30.62, var=49.32

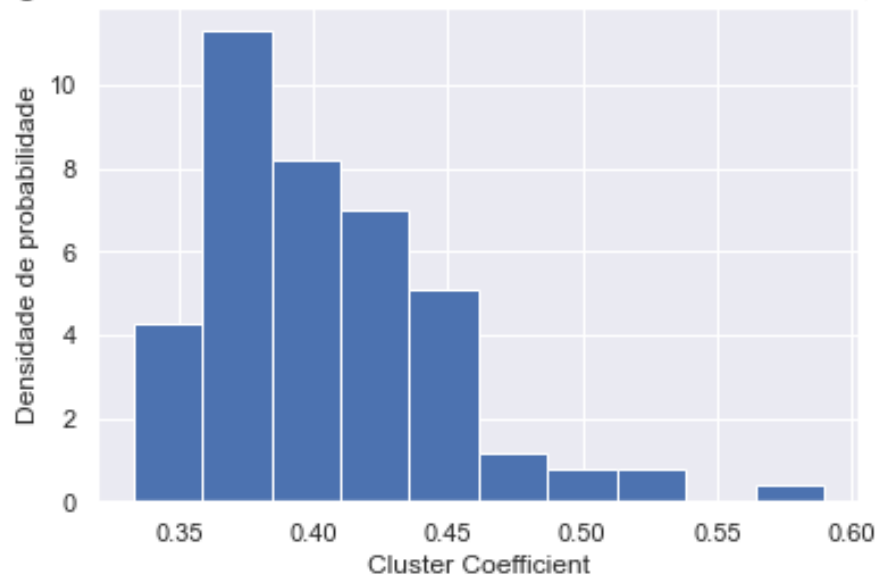




```
[15]: display.Image("images/waxman_cc.png")
```

[15]:

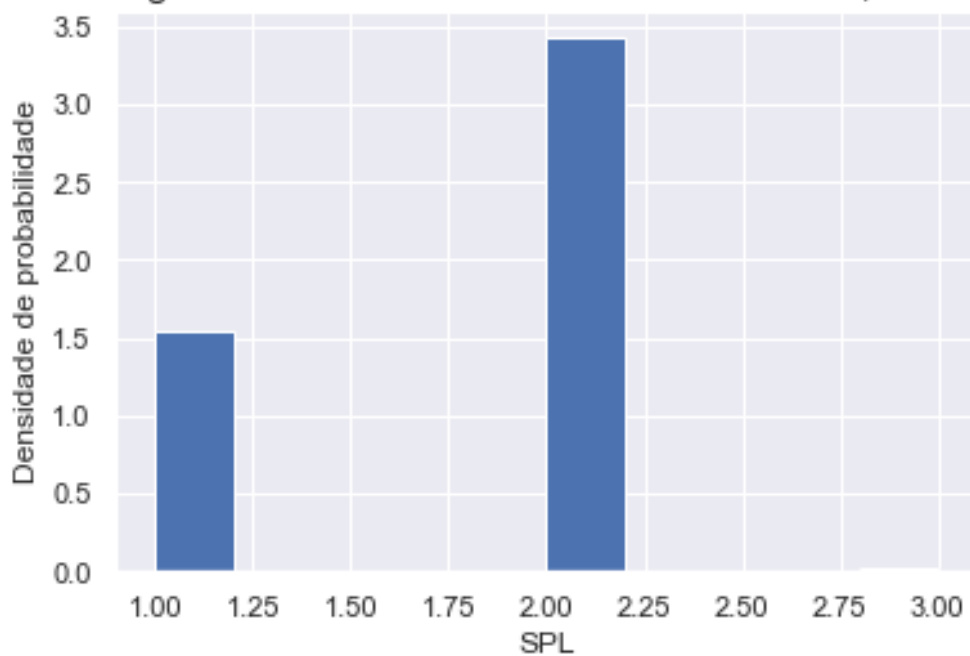
Histograma de densidade de Cluster Coefficient: média=0.40, var=0.00



```
[16]: display.Image("images/waxman_spl.png")
```

[16]:

Histograma de densidade de SPL: média=1.70, var=0.22



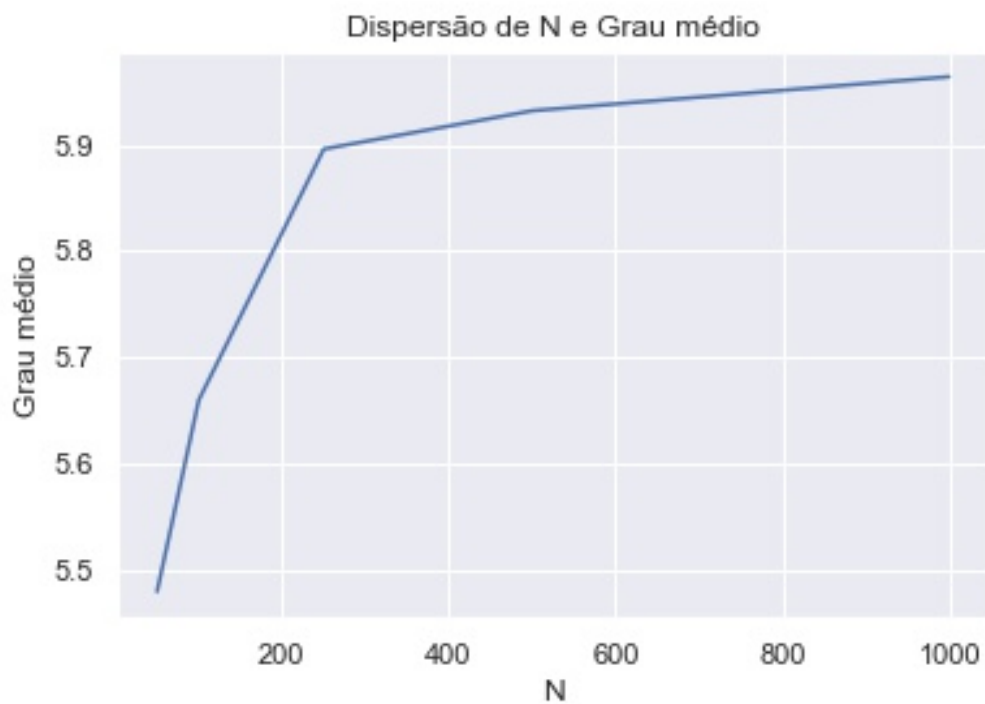
### 0.1.7 Analisando a variação das métricas

Observemos as métricas descritas serem afetadas e função dos parâmetros.

#### Voronoi

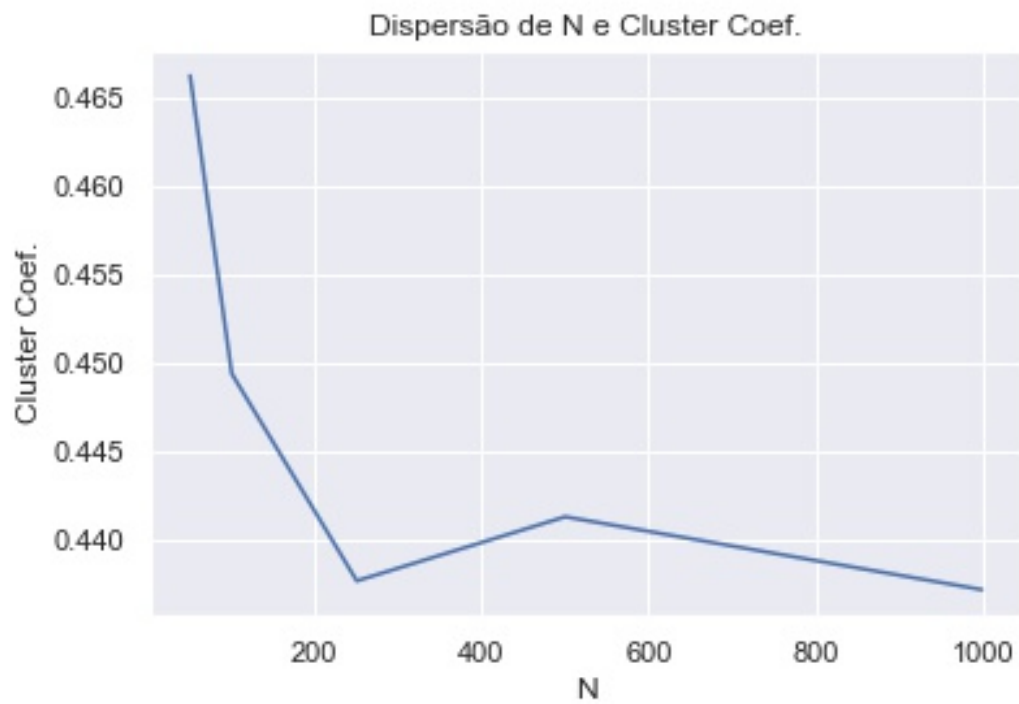
```
[17]: display.Image("images/plot2d_n_p_mean_k_spatial_voronoi.jpg")
```

[17]:



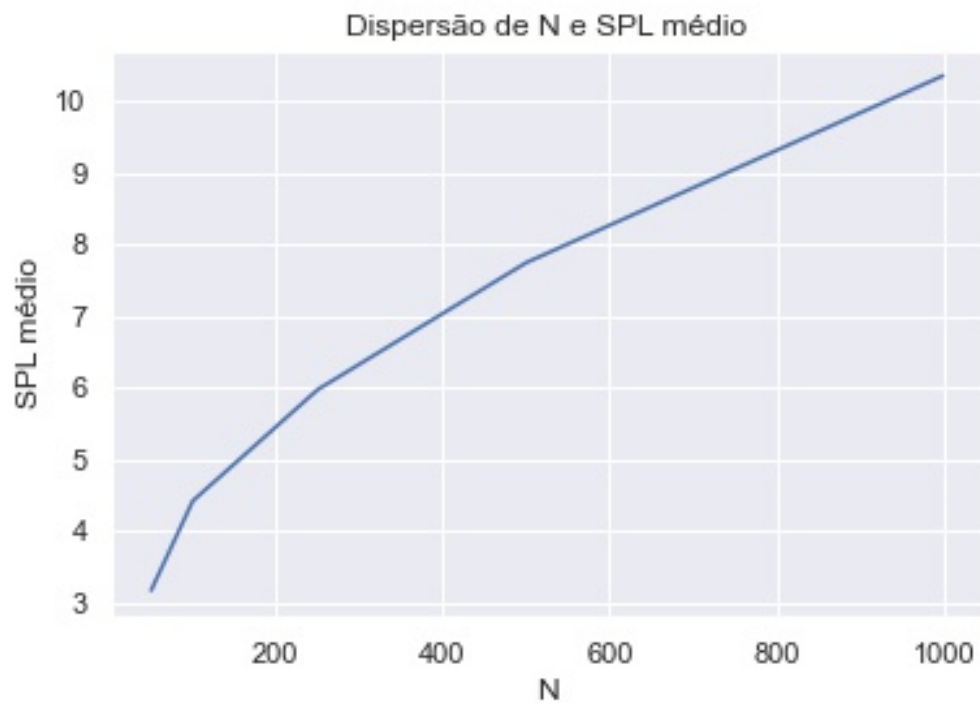
```
[18]: display.Image("images/plot2d_n_mean_cc_spatial_voronoi.jpg")
```

[18]:



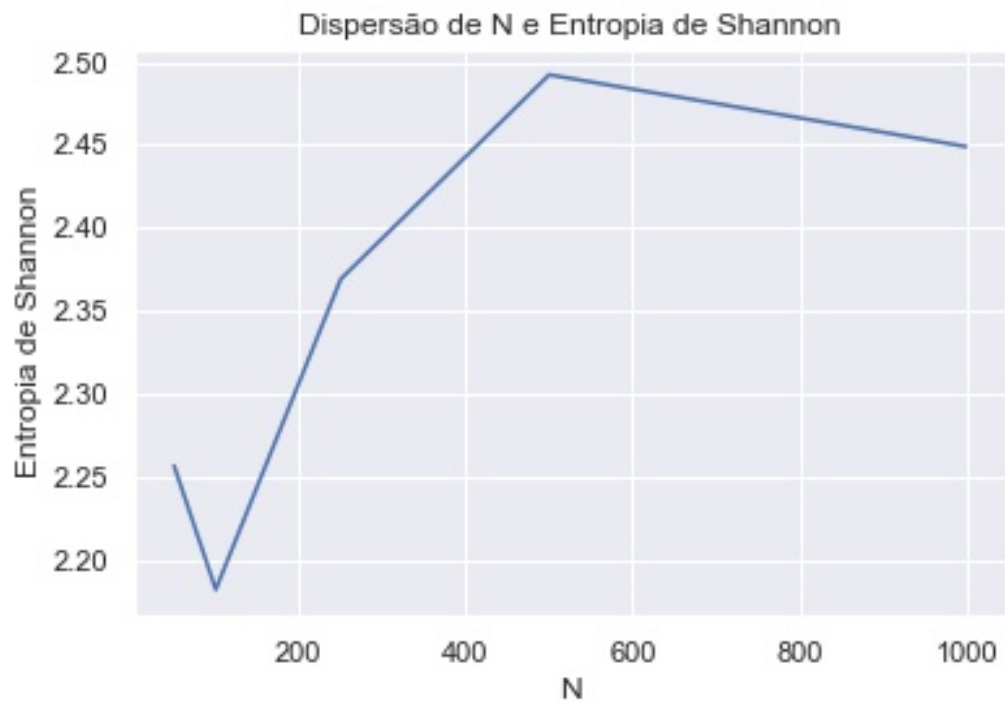
```
[19]: display.Image("images/plot2d_n_mean_spl_spatial_voronoi.jpg")
```

[19]:



```
[20]: display.Image("images/plot2d_n_shannon_spatial_voronoi.jpg")
```

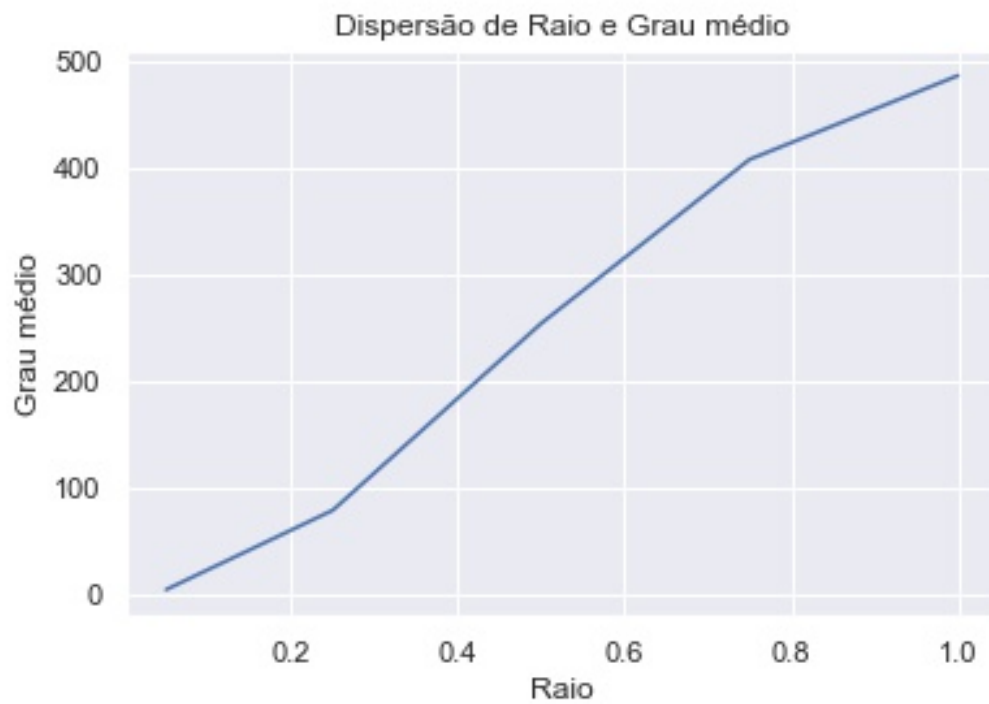
[20]:



### Raio

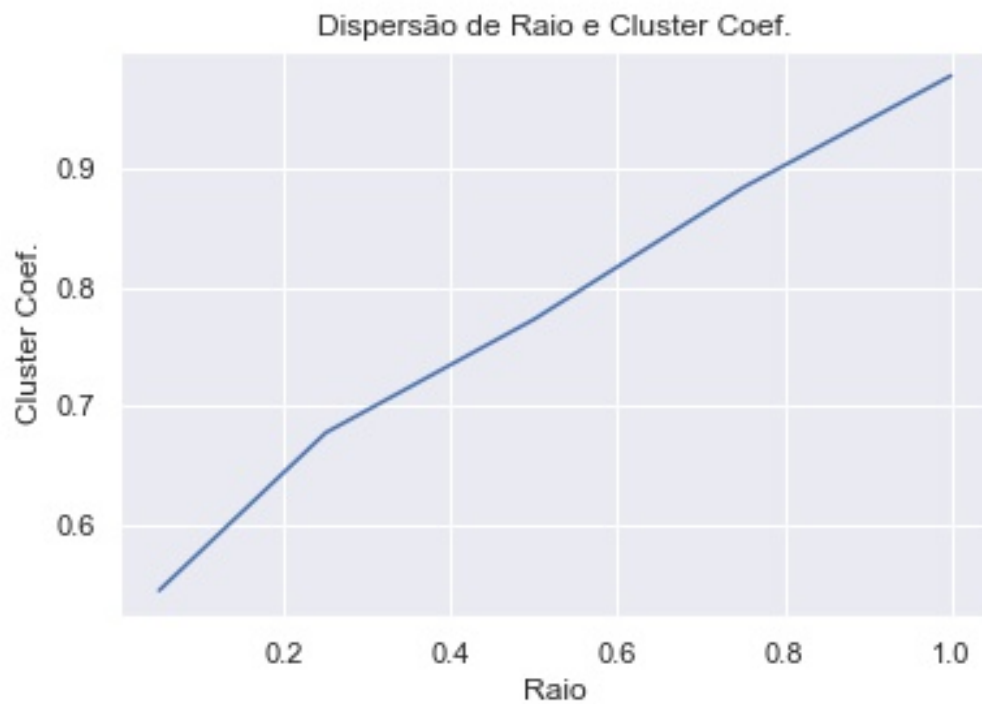
```
[21]: display.Image("images/plot2d_radius_mean_k_spatial_radius.jpg")
```

[21]:



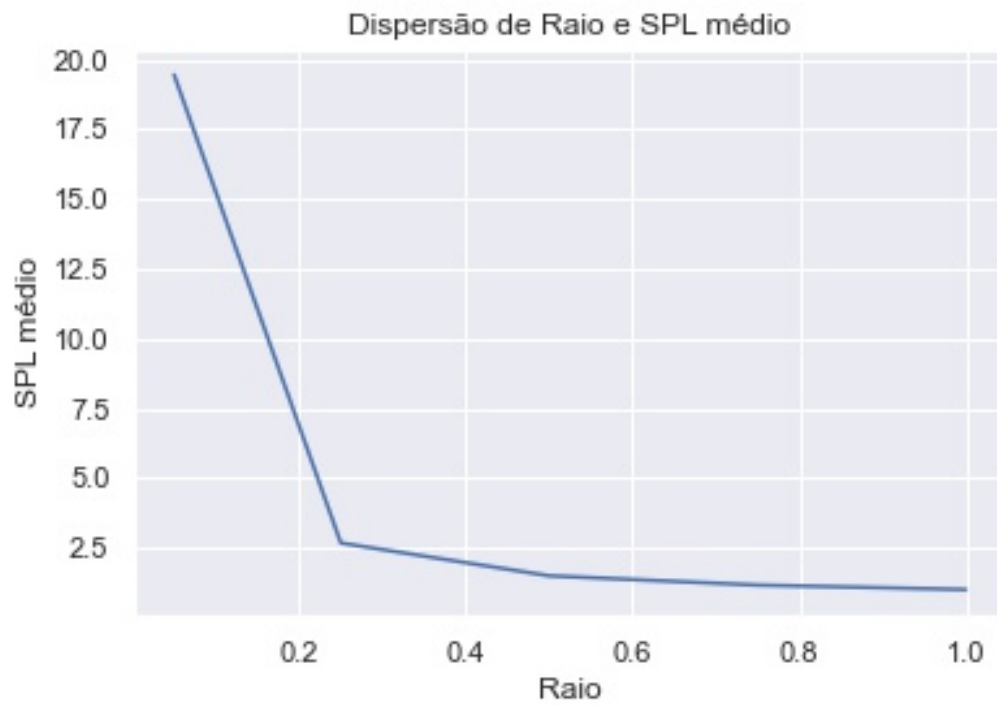
```
[22]: display.Image("images/plot2d_radius_mean_cc_spatial_radius.jpg")
```

[22]:



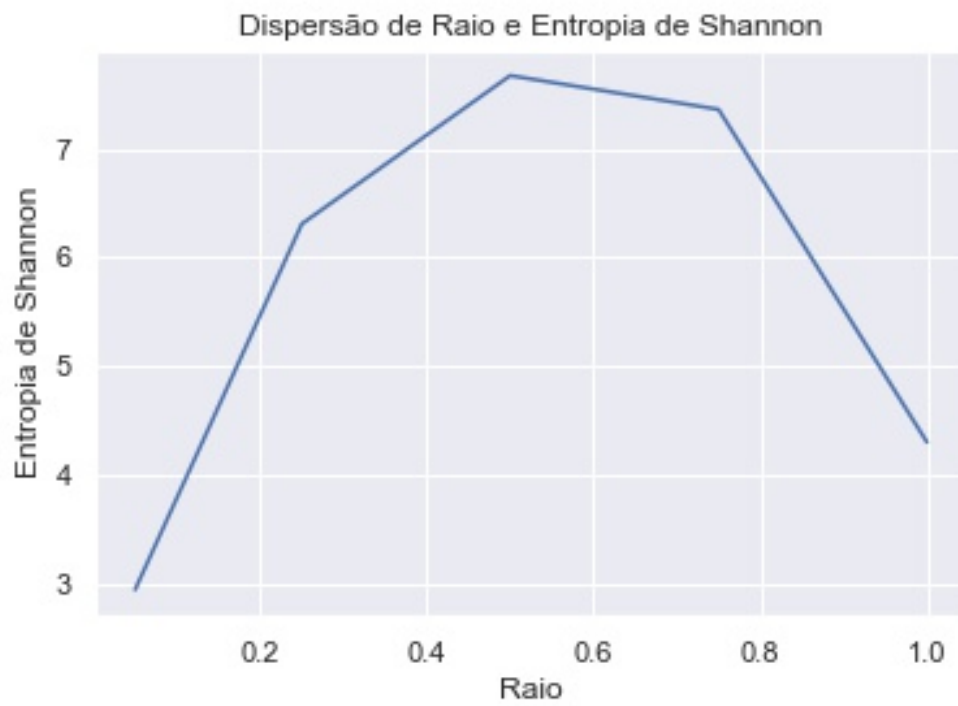
```
[23]: display.Image("images/plot2d_radius_mean_spl_spatial_radius.jpg")
```

[23]:



```
[25]: display.Image("images/plot2d_radius_shannon_spatial_radius.jpg")
```

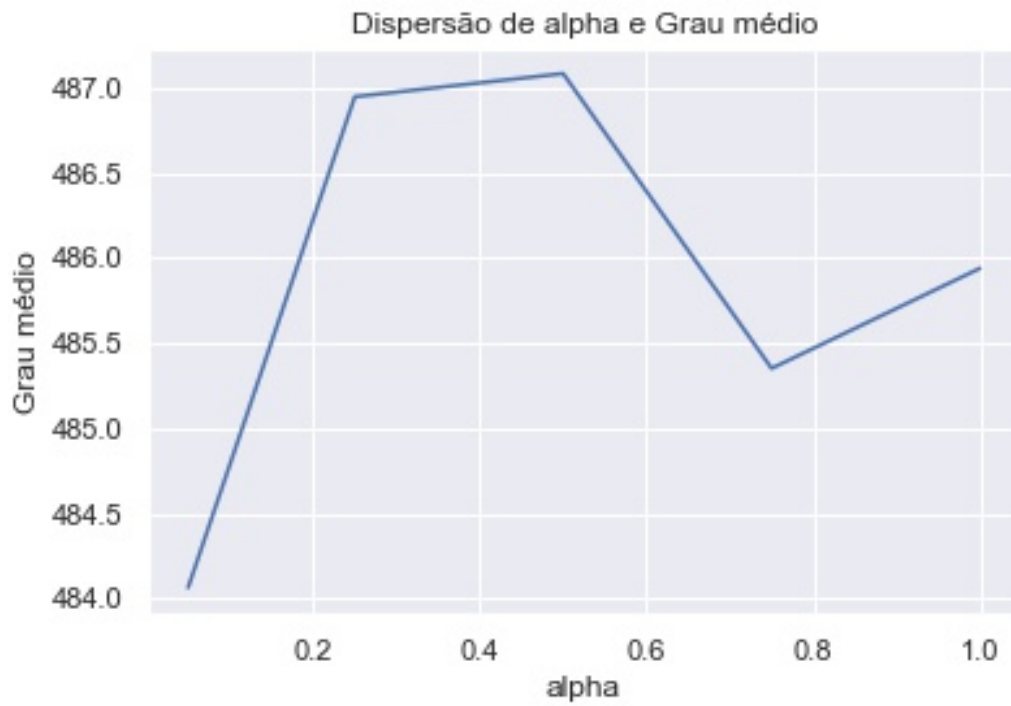
[25]:



#### Waxman

```
[26]: display.Image("images/plot2d_alpha_mean_k_spatial_waxman.jpg")
```

```
[26]:
```



```
[27]: display.Image("images/plot2d_alpha_mean_cc_spatial_waxman.jpg")
```

[27]:





```
[29]: display.Image("images/plot2d_alpha_shannon_spatial_waxman.jpg")
```

[29]:



### 0.1.8 Discussão

Assim como com os modelos de Erdos-Renyi a entropia da rede se encontra longe dos extremos dos parâmetros.

Com exceção da rede de Voronoi, o grau médio da rede aumenta conforme aumenta-se o parâmetro  $N$ .

### 0.1.9 Conclusão

As redes de espaciais tem a vantagem de terem interpretação no mundo físico de forma mais direta, aumentando seu poder de uso em aplicações industriais. Os modelos vistos têm uma complexidade maior do que os modelos de Erdos\_Renyi, mas ainda assim podem ser caracterizados por poucos parâmetros.

[ ]: