

October 3, 2020

1 Simulação 03 - Propagação em Rede

Gaspar Andrade – 133633 UC: Modelagem Computacional Prof. Marcos Quiles UNIFESP – ICT 2020

```
[364]: import numpy as np
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
import random
N = 100 # quantidade de vertices
grau = 4 # grau medio do grafo
```

1.1 Introdução

Através da implementação de um grafo de Redes Aleatórias (Erdős-Rényi), é buscado a implementação de um modelo de propagação de doença em rede através de uma probabilidade de contaminação entre os indivíduos. Esse modelo de Rede Aleatórias é dado pela função $G(n, m)$, n é a quantidade de vértices e m é a quantidade de arestas inseridas de maneira aleatória no grafo.

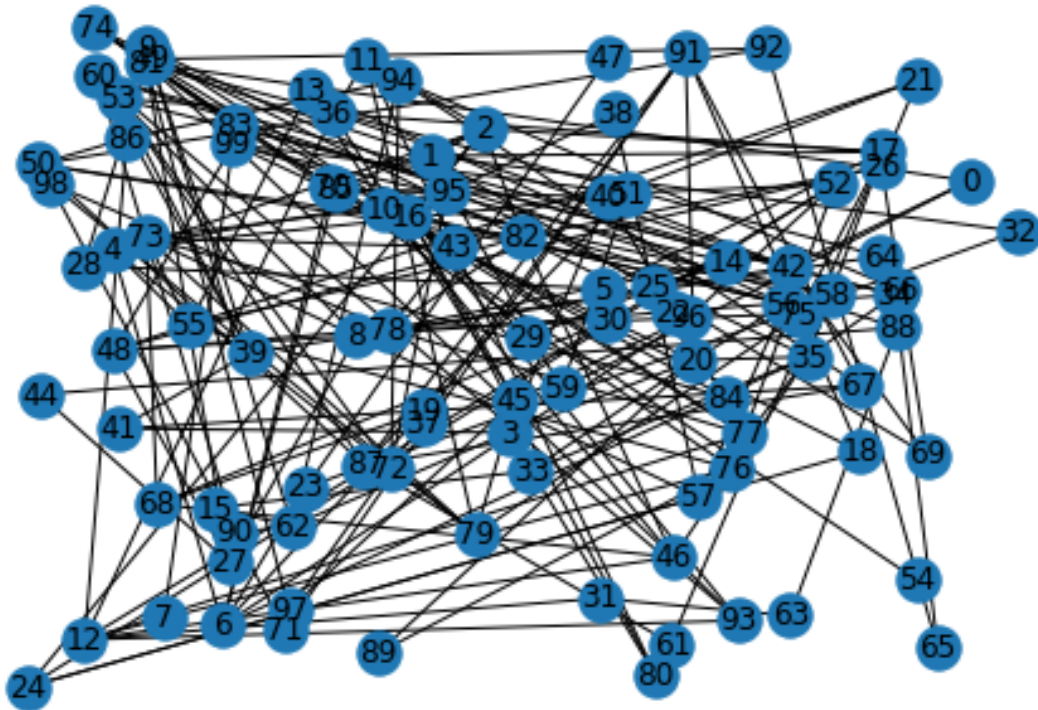
1.2 Geração da rede

É utilizado um grafo com N vértices e E arestas. A quantidade de arestas é calculada com base na equação de grau medio igual à 4:

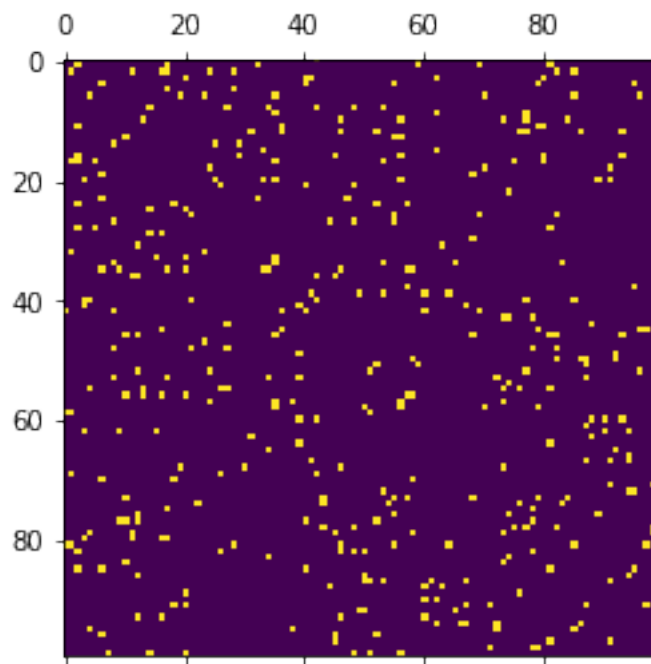
$$grau = \frac{2 \cdot E}{N}$$

Logo, temos uma quantidade de 100 vértices e 200 arestas e um grau médio 4. Esse grafo – criado a partir da biblioteca networkx – é convertido em uma matriz de adjacência para a implementação da propagação.

```
[365]: E = (grau * N) / 2
G = nx.gnm_random_graph(N, E).to_undirected()
nx.draw_random(G, with_labels=True)
```



```
[366]: matriz = np.asarray(nx.to_numpy_matrix(G, dtype=int))
plt.matshow(matriz)
plt.show()
```



1.3 Dinâmica (Propagação)

Cada vértice representa um indivíduo no grafo, e as arestas representam seus vizinhos. É definida uma constante de probabilidade de contaminação, comum a todos os vértices, que será utilizada quando o estado de algum estiver como contaminado (estado = 1). Essa contaminação tem uma duração definida pela constante D – conforme cada iteração a duração é diminuída. Um vértice contaminado poderá ser contaminado novamente após a expiração desse prazo. **### Parâmetros** **T**: quantidade de iterações (tempo) **D**: quantidade de duração **prob**: probabilidade de contaminação

```
[367]: class RedePropagacao(object):
    def __init__(self, matriz, tempo):
        self.matriz = matriz
        self.T = tempo

    def setParametros(self, duracao, quantidade, prob): # seta os parametros da rede
        self.D = duracao
        self.quantidade = quantidade
        self.prob = prob
        return self

    def contagiar(self): # contagia os elementos da rede
        arr_contaminados = [random.randint(0, N - 1) for _ in range(self.
        quantidade)]
        for i in arr_contaminados:
            self.estado[i] = 1
            self.duracao[i] = self.D

    def plotar(self, t):
        fig, axis = plt.subplots()
        axis.imshow(np.vstack((self.estado, self.estado)), aspect='auto', vmin=0,
        vmax=1, cmap='coolwarm')
        axis.set_axis_off()
        fig.subplots_adjust(top=1, bottom=0.01, left=0, right=5)
        fig.text(0,0.5, "T: %04d"%(t), va='center', ha='right', fontsize=50)
        plt.show()

    def propagar(self):
        self.estado = np.zeros((N), dtype=int)
        self.duracao = np.zeros((N), dtype=int)
        self.contagiar()
        self.plotar(0)

        for t in range(1, self.T):
            new_estado = np.zeros((N), dtype=int)
```

```

for n in range(N):
    if self.duracao[n] > 0:
        self.duracao[n] -= 1 # time-step
    indices = np.where(self.matriz[n,:]==1)[0] # lista de adjacência nó n
    viz_contaminado = False
    for idx in indices:
        if self.estado[idx] == 1: # vizinho está doente
            viz_contaminado = True
            break
    if np.random.random_sample() <= self.prob and viz_contaminado: # chance
↳ de contágio
        new_estado[n] = 1
        self.duracao[n] = D
    else:
        if self.duracao[n] == 0:
            new_estado[n] = 0
        else:
            new_estado[n] = self.estado[n]

self.estado = new_estado

self.plotar(t)
if len(np.nonzero(self.estado)[0]) == 0:
    break

```

```

[368]: rede = RedePropagacao(matriz, 100) # inicia rede com a matriz de adjacência e
↳ tempo (iterações) igual a 100.

```

1.3.1 Cenário 1: Probabilidade de contaminação = 0

Quando não há a possibilidade de contaminação entre os indivíduos, após o fim da doença dos contaminados, temos a extinção da doença. População inicial: 12 pessoas; Duração da doença: 3 iterações; Probabilidade de contaminação: 0.

```

[369]: rede.setParametros(3, 12, 0).propagar() # (duracao, quantidade de contaminados
↳ inicial, probabilidade de contaminacao)

```



T: 0001



T: 0002



T: 0003



1.3.2 Cenário 2: Quantidade inicial de contaminados alta e uma baixa probabilidade de contágio.

Como temos uma quantidade inicial alta, a doença se mantém em grande quantidade nesse grupo de indivíduos. População inicial: 42 pessoas; Duração da doença: 3 iterações; Probabilidade de contaminação: 0.08.

```
[370]: rede.setParametros(3, 42, 0.08).propagar() # (duracao, quantidade de  
→contaminados inicial, probabilidade de contaminacao)
```

T: 0000



T: 0001



T: 0002



T: 0003



T: 0004



T: 0005



T: 0006



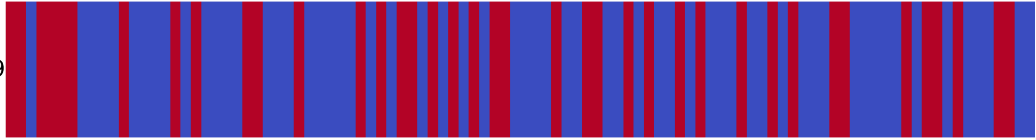
T: 0007



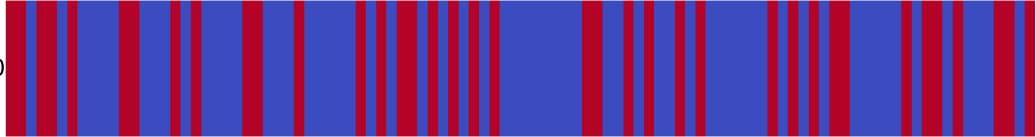
T: 0008



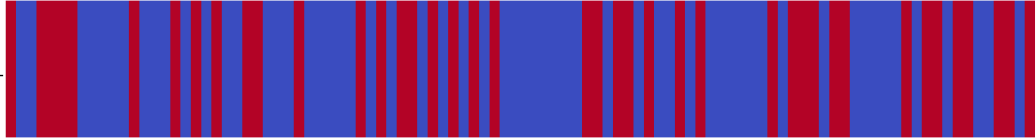
T: 0009



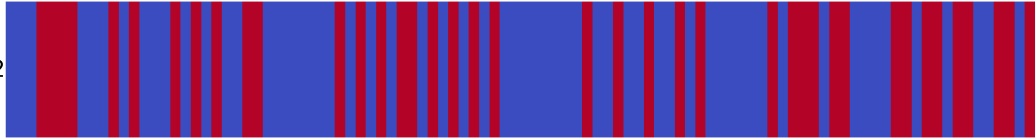
T: 0010



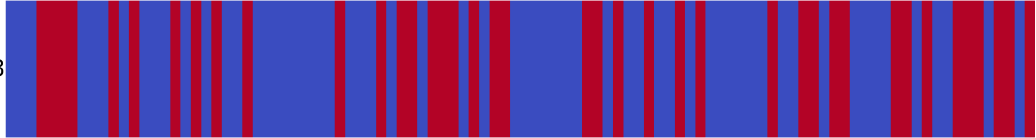
T: 0011



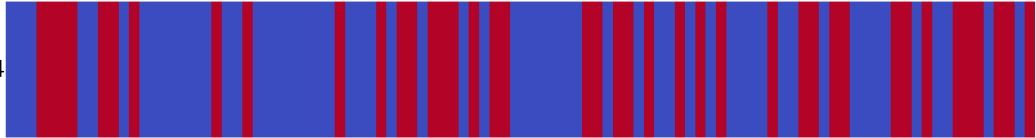
T: 0012



T: 0013



T: 0014



T: 0015



T: 0016



T: 0017



T: 0018



T: 0019



T: 0020



T: 0021



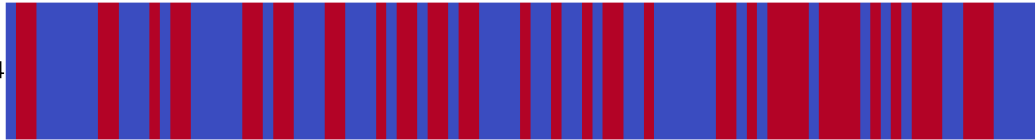
T: 0022



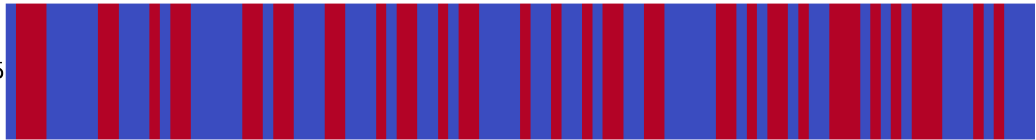
T: 0023



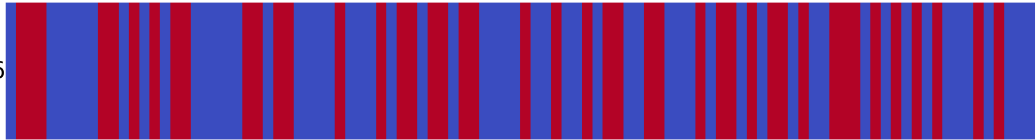
T: 0024



T: 0025



T: 0026



T: 0027



T: 0028



T: 0029



T: 0030



T: 0031



T: 0032



T: 0033



T: 0034



T: 0035



T: 0036



T: 0037



T: 0038

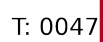
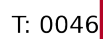
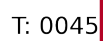
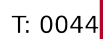
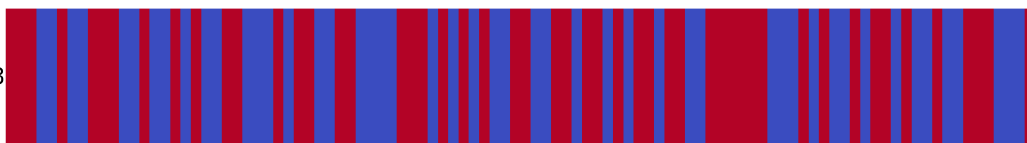
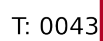
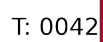
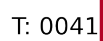


T: 0039



T: 0040





T: 0048



T: 0049



T: 0050



T: 0051



T: 0052



T: 0053



T: 0054



T: 0055



T: 0056



T: 0057



T: 0058



T: 0059



T: 0060



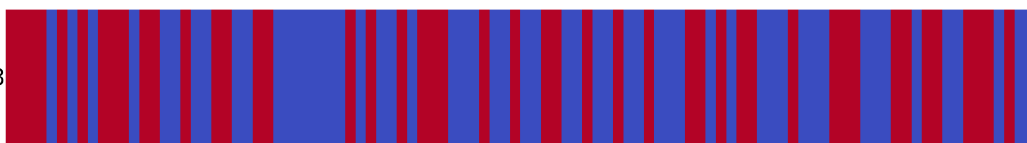
T: 0061



T: 0062



T: 0063



T: 0064



T: 0065



T: 0066



T: 0067



T: 0068



T: 0069



T: 0070



T: 0071



T: 0072



T: 0073



T: 0074



T: 0075



T: 0076



T: 0077



T: 0078



T: 0079



T: 0080



T: 0081



T: 0082



T: 0083



T: 0084



T: 0085



T: 0086



T: 0087



T: 0088



T: 0089



T: 0090



T: 0091



T: 0092



T: 0093



T: 0094



T: 0095



T: 0096



T: 0097



T: 0098



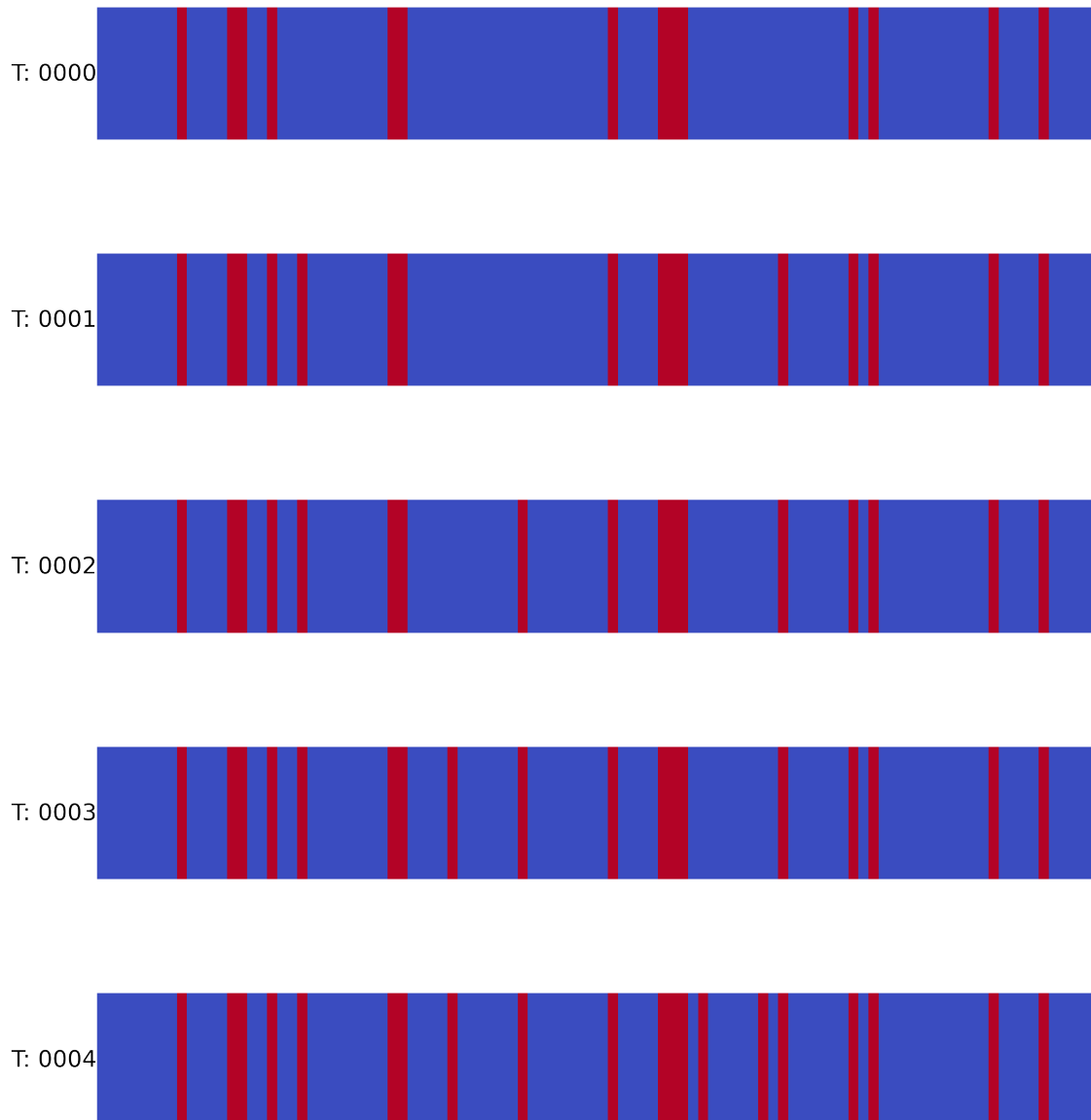
T: 0099



1.3.3 Cenário 3: Duração alta e uma baixa taxa de contágio

Embora a doença tenha um longo período de duração, devido ao baixo valor de contágio, a doença é extinta após algum tempo. População inicial: 15 pessoas; Duração da doença: 13 iterações; Probabilidade de contaminação: 0.03.

```
[371]: rede.setParametros(13, 15, 0.03).propagar() # (duracao, quantidade de_  
↪contaminados inicial, probabilidade de contaminacao)
```



T: 0005



T: 0006



T: 0007



T: 0008



T: 0009



T: 0010



T: 0011



T: 0012



T: 0013



T: 0014



T: 0015



T: 0016



T: 0017



T: 0018



T: 0019



T: 0020



T: 0021



T: 0022



T: 0023



T: 0024



T: 0025



T: 0026



T: 0027



T: 0028



T: 0029



T: 0030



T: 0031



T: 0032



T: 0033



T: 0034



T: 0035



T: 0036



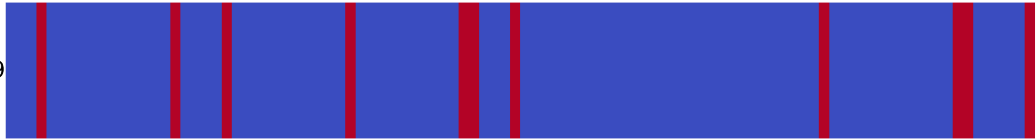
T: 0037



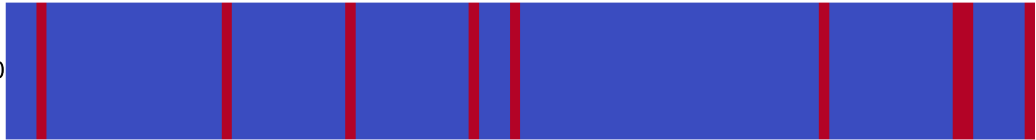
T: 0038



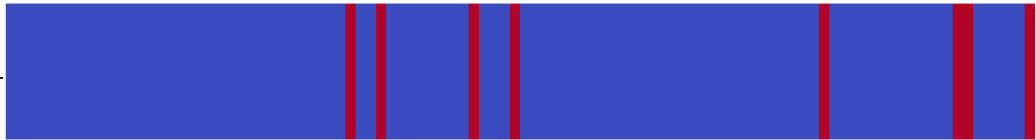
T: 0039



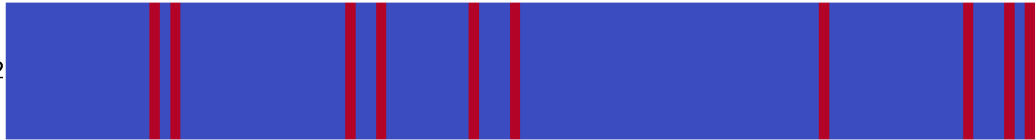
T: 0040



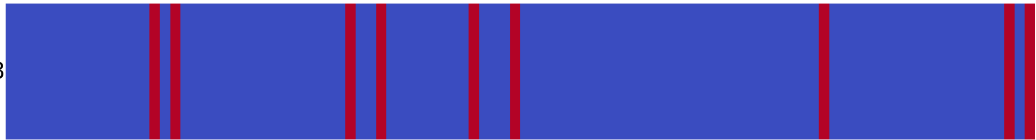
T: 0041



T: 0042



T: 0043



T: 0044



T: 0045



T: 0046



T: 0047



T: 0048



T: 0049



T: 0050



T: 0051



T: 0052



T: 0053



T: 0054



T: 0055



T: 0056



T: 0057



T: 0058



T: 0059



T: 0060



T: 0061



T: 0062



T: 0063



T: 0064



T: 0065



T: 0066



T: 0067



T: 0068



T: 0069



T: 0070



T: 0071



T: 0072



T: 0073



T: 0074



T: 0075



T: 0076



T: 0077



T: 0078



T: 0079



T: 0080



T: 0081



T: 0082



T: 0083



T: 0084



T: 0085



T: 0086



T: 0087



T: 0088



T: 0089



T: 0090



T: 0091



T: 0092



T: 0093



T: 0094



T: 0095



T: 0096



T: 0097



T: 0098



T: 0099



1.3.4 Cenário 4: Alta probabilidade de contágio e baixa duração da doença

Após algum tempo, devido a alta probabilidade de contágio entre as arestas, praticamente toda população mantém a doença. População inicial: 15 pessoas; Duração da doença: 13 iterações; Probabilidade de contaminação: 0.03.

```
[373]: rede.setParametros(2, 12, 0.7).propagar() # (duracao, quantidade de_
↪contaminados inicial, probabilidade de contaminacao)
```

T: 0000



T: 0001



T: 0002



T: 0003



T: 0004



T: 0005



T: 0006



T: 0007



T: 0008



T: 0009



T: 0010



T: 0011



T: 0012



T: 0013



T: 0014



T: 0015



T: 0016



T: 0017



T: 0018



T: 0019



T: 0020



T: 0021



T: 0022



T: 0023



T: 0024



T: 0025



T: 0026



T: 0027



T: 0028



T: 0029



T: 0030



T: 0031



T: 0032



T: 0033



T: 0034



T: 0035



T: 0036



T: 0037



T: 0038



T: 0039



T: 0040



T: 0041



T: 0042



T: 0043



T: 0044



T: 0045



T: 0046



T: 0047



T: 0048



T: 0049



T: 0050



T: 0051



T: 0052



T: 0053



T: 0054



T: 0055



T: 0056



T: 0057



T: 0058



T: 0059



T: 0060



T: 0061



T: 0062



T: 0063



T: 0064



T: 0065



T: 0066



T: 0067



T: 0068



T: 0069



T: 0070



T: 0071



T: 0072



T: 0073



T: 0074



T: 0075



T: 0076



T: 0077



T: 0078



T: 0079



T: 0080



T: 0081



T: 0082



T: 0083



T: 0084



T: 0085



T: 0086



T: 0087



T: 0088



T: 0089



T: 0090



T: 0091



T: 0092



T: 0093



T: 0094



T: 0095



T: 0096



T: 0097



T: 0098



T: 0099

