

## **Documentação TP2**

-Aluno: Victor Augusto Hon Fonseca

-Matéria: Introdução à Inteligência Artificial

### **UFMG**

Neste trabalho, foi necessário fazer a implementação de dois algoritmos, o KNN(K-Nearest-Neighbors) e o KMeans, que iriam analisar os dados dos arquivos "nba\_treino.csv" e "nba\_teste.csv".

O algoritmo K-Nearest Neighbors (KNN) é um método de aprendizado de máquina supervisionado que pode ser usado para classificação e regressão. Ele funciona encontrando os K exemplos no conjunto de treinamento que são mais próximos (ou seja, têm a menor distância) para um determinado exemplo de teste. A previsão é então feita com base nos rótulos ou valores desses K exemplos mais próximos. O KNN é simples, intuitivo e pode ser muito eficaz, mas pode ser computacionalmente intensivo para conjuntos de dados grandes com muitos recursos.

O algoritmo K-Means é um método de aprendizado de máquina não supervisionado usado para agrupamento. Ele funciona dividindo os dados em K grupos ou clusters. Cada cluster é definido por um ponto central, ou centroide, que é a média de todos os pontos no cluster. O algoritmo K-Means começa com uma suposição inicial dos centroides e, em seguida, itera repetidamente, reatribuindo pontos ao cluster cujo centroide é o mais próximo e recalculando os centroides. O processo continua até que os centroides não mudem significativamente ou um número máximo de iterações seja atingido.

### **-Resultados:**

#### **KNN:**

**Para K = 2:**

#### **Minha Implementação:**

Esses foram os resultados:

A matriz de confusão é:  $\begin{bmatrix} 46 & 54 \\ 55 & 113 \end{bmatrix}$

A acurácia é: 0.5932835820895522

A precisão é: [0.45544554 0.67664671]

A revocação é: [0.46 0.67261905]

O F1 é: [0.45771144 0.67462687]

### **Implementação Pronta (Pontos Extras):**

A matriz de confusão é: [[73 27]

[93 75]]

A acurácia é: 0.5522388059701493

A precisão é: [0.43975904 0.73529412]

A revocação é: [0.73 0.44642857]

O F1 é: [0.54887218 0.55555556]

### **Para K = 10:**

#### **Minha implementação:**

A matriz de confusão é: [[ 51 49]

[ 47 121]]

A acurácia é: 0.6417910447761194

A precisão é: [0.52040816 0.71176471]

A revocação é: [0.51 0.7202381]

O F1 é: [0.51515152 0.71597633]

### **Implementação Pronta(Pontos Extras):**

A matriz de confusão é: [[ 58 42]

[ 57 111]]

A acurácia é: 0.6305970149253731

A precisão é: [0.50434783 0.7254902 ]

A revocação é: [0.58 0.66071429]

O F1 é: [0.53953488 0.69158879]

### **Para K = 50:**

#### **Minha Implementação:**

A matriz de confusão é: [[ 54 46]

[ 39 129]]

A acurácia é: 0.6828358208955224

A precisão é: [0.58064516 0.73714286]

A revocação é: [0.54 0.76785714]

O F1 é: [0.55958549 0.75218659]

### **Implementação Pronta (Pontos Extras):**

A matriz de confusão é: [[ 54 46]

[ 42 126]]

A acurácia é: 0.6716417910447762

A precisão é: [0.5625 0.73255814]

A revocação é: [0.54 0.75]

O F1 é: [0.55102041 0.74117647]

### **Para K = 160:**

#### **Minha implementação:**

A matriz de confusão é: [[ 53 47]

[ 36 132]]

A acurácia é: 0.6902985074626866

A precisão é: [0.59550562 0.73743017]

A revocação é: [0.53 0.78571429]

O F1 é: [0.56084656 0.76080692]

### **Implementação Pronta (Pontos Extras):**

A matriz de confusão é: [[ 55 45]

[ 40 128]]

A acurácia é: 0.6828358208955224

A precisão é: [0.57894737 0.73988439]

A revocação é: [0.55 0.76190476]

O F1 é: [0.56410256 0.75073314]

### **Análise e discussão dos dados:**

Pelo que se percebe, minha implementação apresenta resultados muito próximos, se não, muitas vezes até melhores do que a implementação pronta. Um fato interessante é que após 160 a acurácia do experimento tende a diminuir. De maneira geral, nota-se que a acurácia se mantém decente, aproximando-se de 70%, com os valores de precisão, revocação e F1 sendo retornados como uma list de dois valores devido ao fato de tratar-se de mais de

uma classe de dados, ou seja, se a carreira de um jogador vai durar pelo menos 5 anos na liga ou não.

## **KMeans**

K = 2:

### **Minha Implementação:**

Cluster 0: [0.56348415 0.71583632 0.63903086 0.63443628 0.62615378  
0.25417074

0.27903733 0.27565302 0.18622815 0.54536209 0.53836372 0.21876698

0.44417927 0.54645098 0.52788132 0.41967457 0.55357769 0.30715029

0.57089755]

Cluster 1: [-0.66177956 -0.84070838 -0.7505048 -0.74510874 -0.73538141 -  
0.29850884

-0.32771321 -0.32373854 -0.21871419 -0.64049625 -0.63227707 -0.25692917

-0.52166288 -0.64177509 -0.61996609 -0.49288352 -0.65014499 -0.36073026

-0.67048617]

Cluster 0: [0.65701858 0.89277257 0.82000216 0.81144325 0.80517137  
0.26864091

0.34714921 0.34953158 0.20972948 0.71256036 0.69959804 0.27075725

0.55147249 0.68101234 0.65738357 0.55071674 0.70014241 0.38109239

0.7402763 ]

Cluster 1: [-0.53473086 -0.72660509 -0.66737908 -0.6604132 -0.65530868 -  
0.21864006

-0.28253599 -0.28447494 -0.17069354 -0.57993491 -0.5693852 -0.2203625

-0.44882956 -0.55425878 -0.53502792 -0.44821447 -0.56982825 -0.31016149

-0.60249222]

Cluster 0: [0.70543825 1.00374786 0.95559268 0.94815809 0.94165807  
0.28205019

0.39661053 0.39741622 0.22059677 0.82552023 0.81178304 0.28895279

0.62084354 0.7712119 0.74441318 0.62243141 0.77405723 0.44057444

0.85373934]

Cluster 1: [-0.45978487 -0.6542147 -0.62282851 -0.61798285 -0.61374633 -  
0.1838324

-0.25849962 -0.25902474 -0.14377879 -0.53805094 -0.52909742 -0.18833132  
-0.40464841 -0.50265429 -0.48518764 -0.40568334 -0.5045088 -0.28715407  
-0.55644336]

Cluster 0: [0.72549304 1.06739254 1.01795691 1.0088439 1.00181898  
0.29156874

0.41469744 0.41912056 0.21367604 0.88546392 0.87691789 0.26719157  
0.67387737 0.83206544 0.80512879 0.6607826 0.81541938 0.48451232  
0.91996967]

Cluster 1: [-0.42329358 -0.62277703 -0.5939335 -0.58861646 -0.58451772 -  
0.17011766

-0.24195789 -0.24453858 -0.12467066 -0.51662961 -0.51164338 -0.15589464  
-0.39317808 -0.48547393 -0.46975756 -0.38553785 -0.47576168 -0.28269183  
-0.53676222]

Cluster 0: [0.73845159 1.11576177 1.06971294 1.06071083 1.05213744  
0.30368637

0.43225882 0.43709807 0.20523216 0.92975957 0.9238335 0.25784285  
0.71196152 0.8793179 0.85077403 0.68648735 0.85001041 0.52819397  
0.96256612]

Cluster 1: [-0.39567463 -0.5978437 -0.57316997 -0.56834649 -0.56375272 -  
0.1627202

-0.23161146 -0.23420441 -0.1099668 -0.49818063 -0.49500534 -0.13815649  
-0.38148081 -0.47115315 -0.45585887 -0.36783133 -0.4554497 -0.28301511  
-0.51575893]

Cluster 0: [0.74959411 1.15991717 1.118363 1.10715003 1.09871678  
0.3078703

0.46439233 0.4703064 0.20063866 0.97429864 0.96876999 0.25569697  
0.73942534 0.91961617 0.88757114 0.71903863 0.88066225 0.55296353  
1.00962064]

Cluster 1: [-0.37113795 -0.57429651 -0.55372227 -0.54817052 -0.54399506 -  
0.1524323

-0.22992926 -0.23285742 -0.09933992 -0.48239333 -0.47965599 -0.12660031  
-0.3661032 -0.45531902 -0.43945294 -0.35600936 -0.43603222 -0.2737825  
-0.49988191]

Cluster 0: [0.75207948 1.17380537 1.13568676 1.12414839 1.11622628  
0.30832453

0.48212114 0.48791492 0.20784297 0.98639955 0.97994546 0.261216

0.74960375 0.92959387 0.89801271 0.71841925 0.8817678 0.56461726

1.01662132]

Cluster 1: [-0.36303698 -0.56660868 -0.54820841 -0.54263871 -0.53881462 -  
0.14883162

-0.23272514 -0.23552186 -0.10032807 -0.47614584 -0.47303038 -0.12609182

-0.36184192 -0.44872512 -0.43348055 -0.34678882 -0.42563895 -0.27254692

-0.49073422]

Cluster 0: [0.75204783 1.17957922 1.14209252 1.13117647 1.12243405  
0.31389643

0.48277056 0.48858042 0.20586217 0.99014185 0.98253706 0.26520388

0.75331969 0.93561726 0.90354065 0.72251695 0.88214481 0.56354626

1.02086788]

Cluster 1: [-0.35994565 -0.56457102 -0.54662911 -0.54140446 -0.53722016 -  
0.15023733

-0.23106398 -0.2338447 -0.09852989 -0.47390238 -0.47026257 -0.12693206

-0.36055439 -0.44780578 -0.43245325 -0.34581156 -0.42221276 -0.2697249

-0.48860849]

Cluster 0: [0.75204783 1.17957922 1.14209252 1.13117647 1.12243405  
0.31389643

0.48277056 0.48858042 0.20586217 0.99014185 0.98253706 0.26520388

0.75331969 0.93561726 0.90354065 0.72251695 0.88214481 0.56354626

1.02086788]

Cluster 1: [-0.35994565 -0.56457102 -0.54662911 -0.54140446 -0.53722016 -  
0.15023733

-0.23106398 -0.2338447 -0.09852989 -0.47390238 -0.47026257 -0.12693206

-0.36055439 -0.44780578 -0.43245325 -0.34581156 -0.42221276 -0.2697249

-0.48860849]

## **Implementação Pronta(Pontos Extras):**

Resultados do treino:

Centróides: [[44.22427984 11.92860082 4.15144033 1.60761317 3.74958848  
42.71131687

0.15967078 0.53580247 16.06460905 0.78004115 1.14855967 67.5526749

0.70823045 1.35185185 2.05967078 0.89958848 0.40308642 0.25

0.77530864]

[73.55290102 22.57935154 9.16535836 3.5390785 7.78754266  
45.37320819

0.33464164 1.01535836 22.01552901 1.75494881 2.41313993  
72.88720137

1.27440273 2.64880546 3.92303754 2.06962457 0.79846416 0.47201365

1.54778157]]

Resultados do teste:

Centróides: [[44.22427984 11.92860082 4.15144033 1.60761317 3.74958848  
42.71131687

0.15967078 0.53580247 16.06460905 0.78004115 1.14855967 67.5526749

0.70823045 1.35185185 2.05967078 0.89958848 0.40308642 0.25

0.77530864]

[73.55290102 22.57935154 9.16535836 3.5390785 7.78754266  
45.37320819

0.33464164 1.01535836 22.01552901 1.75494881 2.41313993  
72.88720137

1.27440273 2.64880546 3.92303754 2.06962457 0.79846416 0.47201365

1.54778157]]

**K = 3**

**Minha Implementação:**

Cluster 0: [0.68836861 0.96538604 0.90899282 0.90055064 0.89364699  
0.27834567

0.39144861 0.39282614 0.22020704 0.78426508 0.77015398 0.29007478

0.59226815 0.74006797 0.71261562 0.6004605 0.74948135 0.42681435

0.81683532]

Cluster 1: [-0.67050323 -0.8499995 -0.758578 -0.75322085 -0.74429723 -  
0.30016542

-0.33434595 -0.32998522 -0.22572425 -0.64575872 -0.63653847 -0.26658673

-0.52672879 -0.64933679 -0.62676704 -0.49684078 -0.65625353 -0.36063361  
-0.67644674]

Cluster 2: [ 0.14253746 -0.09752033 -0.22934748 -0.22165946 -0.23032967  
0.15326273

-0.07350609 -0.09199649 0.08257983 -0.22662368 -0.21464818 0.00751699  
-0.04254097 -0.08225151 -0.07420573 -0.16552478 -0.08771814 -0.09305076  
-0.22329358]

Cluster 0: [0.76938995 1.2586023 1.23593201 1.22205911 1.22080456  
0.28392307

0.55471456 0.56386151 0.23678884 1.0667728 1.04936247 0.30418134  
0.75959071 0.95944208 0.92196696 0.79584731 0.94598222 0.57755445  
1.09797409]

Cluster 1: [-0.7583174 -0.92683619 -0.80714946 -0.80269422 -0.79344092 -  
0.34709731

-0.35897654 -0.35992117 -0.24309821 -0.68099654 -0.67528584 -0.29538257  
-0.58025226 -0.71151105 -0.6876736 -0.52260244 -0.71925532 -0.40950164  
-0.72827688]

Cluster 2: [ 0.2054158 -0.04477052 -0.16900461 -0.16151711 -0.17158505  
0.15746238

-0.07984817 -0.08720449 0.07501641 -0.16491029 -0.15565855 0.07584428  
-0.0016593 -0.02808671 -0.02218961 -0.10535538 -0.00617203 -0.03973924  
-0.13651367]

Cluster 0: [0.80509138 1.42377198 1.4287264 1.40966701 1.4093126  
0.29681106

0.61982661 0.63089727 0.26014502 1.2523005 1.22255318 0.34550021  
0.85787539 1.08775248 1.04455093 0.93586794 1.11164603 0.6411488  
1.27230202]

Cluster 1: [-0.7583174 -0.92683619 -0.80714946 -0.80269422 -0.79344092 -  
0.34709731

-0.35897654 -0.35992117 -0.24309821 -0.68099654 -0.67528584 -0.29538257  
-0.58025226 -0.71151105 -0.6876736 -0.52260244 -0.71925532 -0.40950164  
-0.72827688]



Cluster 2: [ 0.26692 0.04439098 -0.08235114 -0.0747357 -0.08406183  
0.16812429

-0.0266313 -0.0327512 0.08425284 -0.09952284 -0.08635369 0.08352825  
0.04925302 0.03743937 0.04051691 -0.060251 0.03012137 0.01186643  
-0.06352865]

Cluster 0: [0.80190915 1.49854532 1.53528344 1.508692 1.51179923  
0.28625757

0.65824629 0.66856573 0.26993501 1.3698796 1.34045553 0.3473838  
0.92544941 1.15899855 1.11776429 1.0120168 1.16283919 0.67465223  
1.38701014]

Cluster 1: [-0.74217977 -0.90052137 -0.79192596 -0.78690743 -0.7758558 -  
0.3435927

-0.34857609 -0.34463868 -0.23342191 -0.67252388 -0.66532002 -0.28741031  
-0.56497875 -0.6911508 -0.6686181 -0.5115253 -0.68875189 -0.4017747  
-0.70911601]

Cluster 2: [ 0.34386532 0.12152442 -0.01547958 -0.00589392 -0.01948131  
0.20701089

0.00304859 -0.00697565 0.09817405 -0.05032436 -0.04148597 0.11243244  
0.08452782 0.08828275 0.08734513 -0.02144181 0.08355196 0.0508069  
-0.02076349]

Cluster 0: [0.80658257 1.5440722 1.60232591 1.57337167 1.57228761  
0.30296017

0.67154848 0.68341557 0.27461106 1.44323216 1.41568571 0.33933688  
0.97092816 1.2152954 1.17210757 1.02689046 1.19813534 0.71184167  
1.43772576]

Cluster 1: [-0.71647655 -0.87758995 -0.77644235 -0.76996579 -0.76175348 -  
0.31096795

-0.34865281 -0.34457837 -0.2321044 -0.66246289 -0.65533336 -0.27545926  
-0.54616235 -0.67117895 -0.64816981 -0.50362178 -0.67303369 -0.37983285  
-0.6963236 ]

Cluster 2: [ 0.38988572 0.18216663 0.0356987 0.04368121 0.03487739  
0.19424639

0.04150415 0.03054707 0.11923108 -0.00997618 -0.00348722 0.13436805

0.10806648 0.12105246 0.11771286 0.02975338 0.13228579 0.05571363  
0.0316225 ]

Cluster 0: [0.83730829 1.59051705 1.67337506 1.6391622 1.64501261  
0.28202905

0.69443505 0.7130558 0.26188111 1.52273534 1.49199998 0.35398792  
0.98953631 1.25591764 1.20576076 1.0778054 1.21272393 0.72391038  
1.51287643]

Cluster 1: [-0.69600231 -0.86407635 -0.76933148 -0.76290352 -0.75371218 -  
0.31084001

-0.34172758 -0.33691469 -0.22800295 -0.65715925 -0.64937021 -0.27135146  
-0.54120307 -0.66264251 -0.6408813 -0.49350925 -0.66231165 -0.36895119  
-0.68169504]

Cluster 2: [0.39934169 0.2257265 0.07489489 0.0841845 0.07062433  
0.22339865

0.05721243 0.04248726 0.13690328 0.01822587 0.02422773 0.14219202  
0.14464666 0.155372 0.15463758 0.04590068 0.17615628 0.07443764  
0.05160182]

Cluster 0: [0.83960366 1.63851266 1.74614143 1.7048798 1.71442714  
0.27040092

0.73282664 0.75165209 0.28923021 1.60443345 1.57654475 0.34860724  
1.0203774 1.30468235 1.25014424 1.12981309 1.23536527 0.76925537  
1.58709353]

Cluster 1: [-0.67061357 -0.85167894 -0.76028308 -0.75486322 -0.7463553 -  
0.29918911

-0.33673648 -0.33232331 -0.23255623 -0.64651675 -0.63673245 -0.27251029  
-0.52776268 -0.64901979 -0.62684175 -0.49735845 -0.6567317 -0.36003261  
-0.67697296]

Cluster 2: [0.41771538 0.27524496 0.11926153 0.13126458 0.11695469  
0.23283378

0.07091307 0.05730185 0.14571618 0.04807399 0.04895562 0.16643  
0.168316 0.18474351 0.18287126 0.08358037 0.224775 0.08218441  
0.09178908]

Cluster 0: [0.83838665 1.67283733 1.80116543 1.75635405 1.76072799  
0.28827982

0.71980797 0.73653609 0.25557067 1.67695195 1.65213368 0.34930751  
1.07879179 1.35469019 1.30533534 1.12324814 1.25829139 0.79822913  
1.64702147]

Cluster 1: [-0.66177956 -0.84070838 -0.7505048 -0.74510874 -0.73538141 -  
0.29850884

-0.32771321 -0.32373854 -0.21871419 -0.64049625 -0.63227707 -0.25692917  
-0.52166288 -0.64177509 -0.61996609 -0.49288352 -0.65014499 -0.36073026  
-0.67048617]

Cluster 2: [0.44730914 0.31140346 0.14790765 0.16030887 0.14667769  
0.2397561

0.09276571 0.08088179 0.15692369 0.06714722 0.06767962 0.16359997  
0.17598922 0.20488552 0.19932581 0.12234126 0.25576256 0.0996182  
0.11612282]

Cluster 0: [0.83220543 1.68191788 1.81790203 1.77095013 1.77557333  
0.28883756

0.7411368 0.75725104 0.2537341 1.69274612 1.66475728 0.36058743  
1.08174772 1.36761787 1.31507869 1.11712545 1.25372363 0.81394037  
1.65902065]

Cluster 1: [-0.6545506 -0.83424607 -0.74358 -0.73810784 -0.72891825 -  
0.29241666

-0.32050647 -0.31880903 -0.21400349 -0.63651198 -0.62742591 -0.25761753  
-0.51467593 -0.6367042 -0.61399909 -0.49105429 -0.64614922 -0.35933146  
-0.66658222]

Cluster 2: [0.46310814 0.32972435 0.16020982 0.17311004 0.1597698  
0.2416744

0.0868514 0.07798781 0.15910839 0.07985581 0.08032003 0.16841064  
0.1849196 0.21643842 0.21030086 0.14077653 0.2759189 0.10449084  
0.13130675]

Cluster 0: [0.83269276 1.69590346 1.83592253 1.79204057 1.79606823  
0.29445179

0.71862745 0.73965082 0.23840311 1.70850862 1.68458471 0.35091648

1.10247368 1.38490537 1.33378096 1.13032017 1.26534465 0.83021949  
1.68227995]

Cluster 1: [-0.65005189 -0.83173724 -0.7423614 -0.73670603 -0.72782079 -  
0.28832591

-0.31842205 -0.31708042 -0.20965999 -0.63657123 -0.6281664 -0.25439583  
-0.51199449 -0.632739 -0.61037001 -0.49034471 -0.64405024 -0.35770625  
-0.66615951]

Cluster 2: [0.46836005 0.33956292 0.1703341 0.18135086 0.16860182  
0.23858297

0.10142466 0.09109035 0.16348401 0.09077643 0.09014054 0.1729751  
0.1849196 0.21928889 0.21242798 0.1464274 0.28265523 0.10449084  
0.13851058]

Cluster 0: [0.84233525 1.69772854 1.83815861 1.79570999 1.79543248  
0.30345553

0.70836316 0.72784034 0.23522604 1.71045503 1.68773356 0.34753767  
1.11392799 1.39660929 1.34584256 1.13189738 1.27030938 0.83900656  
1.68742817]

Cluster 1: [-0.65091988 -0.82759245 -0.74026625 -0.7349754 -0.7258706 -  
0.28752333

-0.316867 -0.31500614 -0.21042359 -0.63386236 -0.62491359 -0.25454629  
-0.50732933 -0.62839514 -0.60584278 -0.48964355 -0.64100067 -0.3561003  
-0.66273649]

Cluster 2: [0.47476345 0.3457271 0.17775201 0.18854215 0.17716749  
0.23794674

0.10836603 0.09800362 0.16873326 0.0960331 0.09409037 0.17819628  
0.18182175 0.21827283 0.2107043 0.15211115 0.28614786 0.10411639  
0.14194269]

Cluster 0: [0.84233525 1.69772854 1.83815861 1.79570999 1.79543248  
0.30345553

0.70836316 0.72784034 0.23522604 1.71045503 1.68773356 0.34753767  
1.11392799 1.39660929 1.34584256 1.13189738 1.27030938 0.83900656  
1.68742817]

Cluster 1: [-0.65091988 -0.82759245 -0.74026625 -0.7349754 -0.7258706 -  
0.28752333

-0.316867 -0.31500614 -0.21042359 -0.63386236 -0.62491359 -0.25454629  
-0.50732933 -0.62839514 -0.60584278 -0.48964355 -0.64100067 -0.3561003  
-0.66273649]

Cluster 2: [0.47476345 0.3457271 0.17775201 0.18854215 0.17716749  
0.23794674

0.10836603 0.09800362 0.16873326 0.0960331 0.09409037 0.17819628  
0.18182175 0.21827283 0.2107043 0.15211115 0.28614786 0.10411639  
0.14194269]

### **Implementação Pronta(Pontos Extras):**

Resultados do treino:

Centróides: [[7.22535545e+01 2.28857820e+01 9.35829384e+00  
3.57488152e+00

8.12654028e+00 4.36796209e+01 4.86729858e-01 1.44573460e+00  
3.12862559e+01 1.72748815e+00 2.29312796e+00 7.53030806e+01  
1.02274882e+00 2.36729858e+00 3.38791469e+00 2.36516588e+00  
8.45734597e-01 3.56635071e-01 1.56208531e+00]

[3.92814371e+01 1.15308383e+01 3.95508982e+00 1.51586826e+00  
3.70089820e+00 4.06829341e+01 2.03592814e-01 6.86227545e-01  
2.13679641e+01 7.23952096e-01 1.03952096e+00 6.84440120e+01  
5.81736527e-01 1.19221557e+00 1.77095808e+00 9.82335329e-01  
4.07185629e-01 1.81137725e-01 7.67065868e-01]

[6.64050633e+01 1.74674051e+01 6.70348101e+00 2.65917722e+00  
5.44398734e+00 4.84984177e+01 9.49367089e-04 5.09493671e-02  
1.16708861e+00 1.38196203e+00 2.08037975e+00 6.61528481e+01  
1.47183544e+00 2.56962025e+00 4.04651899e+00 1.02468354e+00  
5.40822785e-01 5.92088608e-01 1.16582278e+00]]

Resultados do teste:

Centróides: [[7.22535545e+01 2.28857820e+01 9.35829384e+00  
3.57488152e+00

8.12654028e+00 4.36796209e+01 4.86729858e-01 1.44573460e+00

3.12862559e+01 1.72748815e+00 2.29312796e+00 7.53030806e+01  
 1.02274882e+00 2.36729858e+00 3.38791469e+00 2.36516588e+00  
 8.45734597e-01 3.56635071e-01 1.56208531e+00]  
 [3.92814371e+01 1.15308383e+01 3.95508982e+00 1.51586826e+00  
 3.70089820e+00 4.06829341e+01 2.03592814e-01 6.86227545e-01  
 2.13679641e+01 7.23952096e-01 1.03952096e+00 6.84440120e+01  
 5.81736527e-01 1.19221557e+00 1.77095808e+00 9.82335329e-01  
 4.07185629e-01 1.81137725e-01 7.67065868e-01]  
 [6.64050633e+01 1.74674051e+01 6.70348101e+00 2.65917722e+00  
 5.44398734e+00 4.84984177e+01 9.49367089e-04 5.09493671e-02  
 1.16708861e+00 1.38196203e+00 2.08037975e+00 6.61528481e+01  
 1.47183544e+00 2.56962025e+00 4.04651899e+00 1.02468354e+00  
 5.40822785e-01 5.92088608e-01 1.16582278e+00]]

## **Análise e Discussão dos resultados:**

Como pode-se ver, a implementação pronta já gera os clusters separados ao fim, enquanto a minha os imprime separadamente, com o número que vem logo após a palavra cluster em cada linha sendo ao qual cluster o dado pertence. Ambas são abordagens válidas e funcionais. Com o “k” = 3, notou-se que os dados estão muito homogêneos em todos os clusters, com muitos números tendo o termo “e” depois deles, indicando que talvez o algoritmo não tenha sido de alta eficiência na hora de separar os dados nesse caso. Por outro lado, o “k = 2” gerou números um pouco mais afatsados em cada grupo, indicando maior eficiência