

Atividade_2

September 25, 2018

1 Atividade 2 - Operações sobre conjuntos Fuzzy

Programar (em qualquer linguagem) os operadores estudados, aplicá-los sobre os conjuntos fuzzy triangulares abaixo e mostrar o conjunto fuzzy resultante.

```
In [1]: # LIBS
import skfuzzy as fuzz
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
%matplotlib inline

In [2]: def get_pertinence_triangle(a,m,b,x, max_degree=None):

    if x <= a or x >= b:
        return 0

    if x == m and max_degree != None:
        return max_degree

    if x > a and x <= m:
        return ((x-a)/(m-a))

    if x > m and x < b:
        return ((b-x)/(b-m))

def get_m(conj):
    return float((conj[0] + conj[len(conj)-1])/2)

def insert_m(conj, m):
    if m not in conj:
        conj.append(m)
        conj.sort()
    return conj

A = list(range(1, 6+1))
B = list(range(3, 7+1))
```

```

cfA = {}
cfB = {}

m_A = get_m(A)
m_B = get_m(B)

A = insert_m(A, m_A)
B = insert_m(B, m_B)

for i in A: # obtendo a pertinência de cada ponto do conjunto A
    cfA[i] = get_pertinence_triangle(A[0], m_A, A[len(A)-1], i)

for i in B: # obtendo a pertinência de cada ponto do conjunto A
    cfB[i] = get_pertinence_triangle(B[0], m_B, B[len(B)-1], i)

print('Crips ..... A {' , A, '}')
print('Conjunto .. B {' , B, '}')

print(' Fuzzy : elementos e pertinência ', cfA, len(cfA))
print(' Fuzzy : elementos e pertinência ', cfB, len(cfB))

Crips ... A { [1, 2, 3, 3.5, 4, 5, 6] }
Conjunto .. B { [3, 4, 5, 6, 7] }
Fuzzy : elementos e pertinência {1: 0, 2: 0.4, 3: 0.8, 3.5: 1.0, 4: 0.8, 5: 0.4, 6: 0} 7
Fuzzy : elementos e pertinência {3: 0, 4: 0.5, 5: 1.0, 6: 0.5, 7: 0} 5

In [3]: # função para plotagem dos conjuntos

def plotar_conjunto(cojuntos, labels, title=None):

    color = ['--bo', '--go', '--ro', '--yo', '--po']

    fig, ax = plt.subplots()

    for i in range(len(cojuntos)):
        plt.plot(cojuntos[i][0], cojuntos[i][1], color[i], label=labels[i])

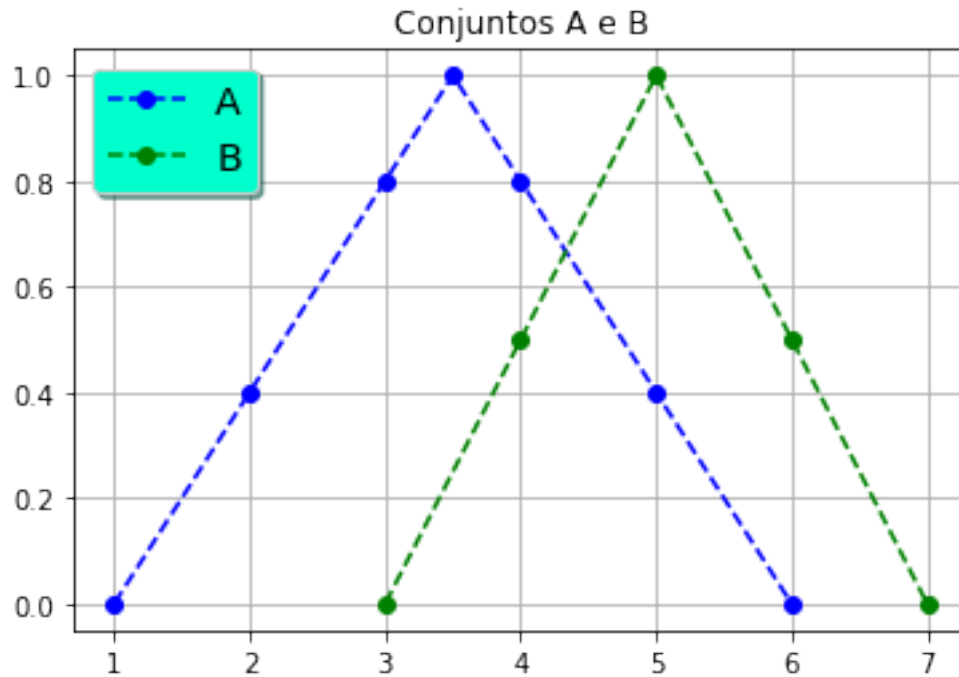
    legend = ax.legend(loc='upper left', shadow=True, fontsize='x-large')

    # Put a nicer background color on the legend.
    legend.get_frame().set_facecolor('#00FFCC')
    plt.title(title)
    plt.grid(True)

```

```
In [4]: # conjunto dos conjuntos
conj = [[cfA.keys(), cfA.values()],
        [cfB.keys(), cfB.values()]]

# plot sets
plotar_conjunto(conj, ['A','B'], 'Conjuntos A e B')
```



1.1 ## Operações padrão

1.1.1 Intersecção

- $(AB)(x) = \min(A(x), B(x))$

```
In [5]: #intersection = fuzz.fuzzymath.fuzzy_or(x,mfx,y,mfy) - função fuzzy
```

```
# mínimo ponto da intersecção dos conjuntos eu encontro
# o maior grau de pertinência.
```

```
# encontrar o maior ponto de intersecção de A e B e definir o meu M
```

```
# função de uniao com operador máximo
```

```
def intersection_fuzzy(cfA,cfB):
    chaves = list(set(cfA) & set(cfB))
    inter = {}
    for i in chaves:
```

```

        value = min(cfA[i], cfB[i])
        inter[i] = value
    return inter

```

```
AIB = intersection_fuzzy(cfA, cfB)
```

```
AIB
```

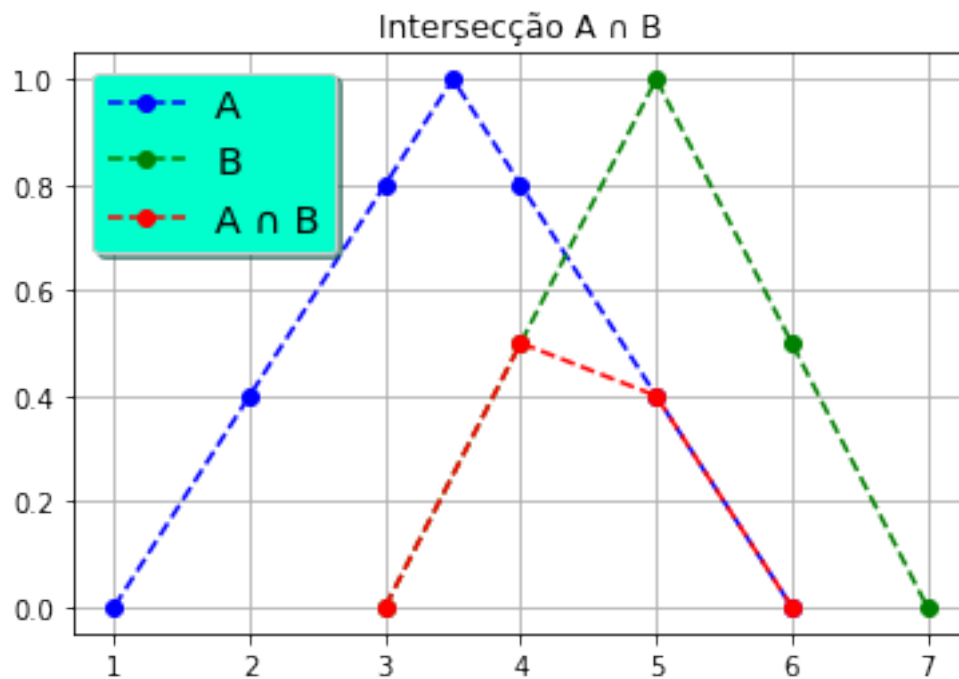
```
Out[5]: {3: 0, 4: 0.5, 5: 0.4, 6: 0}
```

```

In [30]: # se estiver somente o conjunto A e B eu adiciono o conjunto de intersecção para plot
        if len(conj) == 2:
            conj.append([AIB.keys(), AIB.values()])

        plotar_conjunto(conj, ['A', 'B', 'A ∩ B'], 'Intersecção A ∩ B')

```



1.1.2 União

- $(A \cup B)(x) = \max(A(x), B(x))$

```
In [6]: # função de uniao com operador mínimo
```

```

def union_fuzzy(cfA, cfB):
    chaves = list(set(cfA).union(cfB))
    print(chaves)

```

```

inter = {}
for i in chaves:
    if i in cfA and i in cfB: # se tiverem a mesma chave
        value = max(cfA[i], cfB[i])
        inter[i] = value
    else:
        if i in cfA:
            inter[i] = cfA[i]
        else:
            inter[i] = cfB[i]

return inter

```

```

AUB = union_fuzzy(cfA, cfB)
AUB

```

```
[1, 2, 3, 3.5, 4, 5, 6, 7]
```

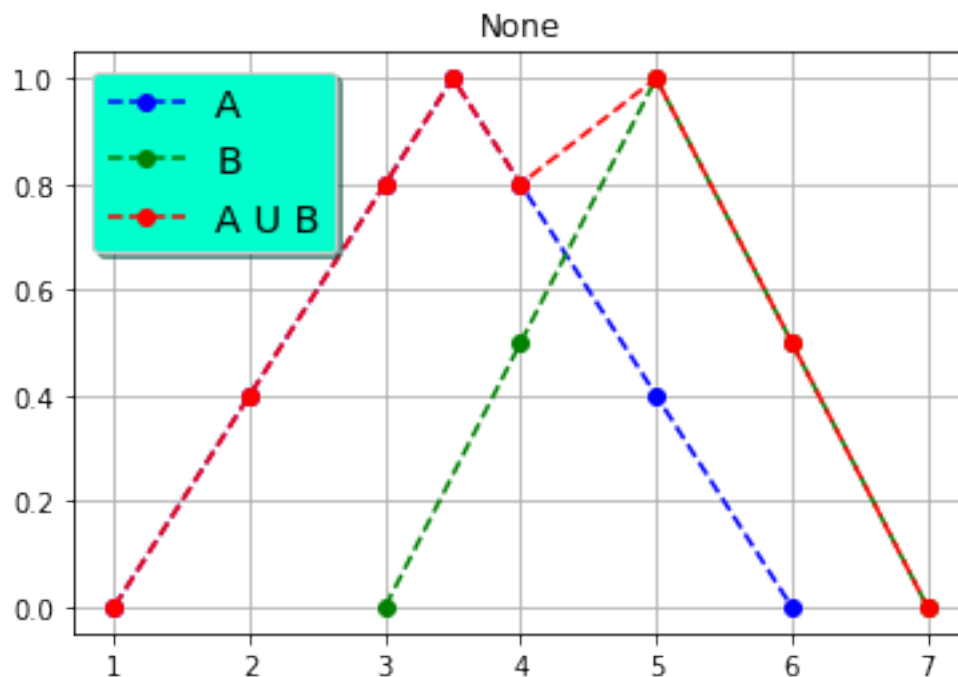
```
Out[6]: {1: 0, 2: 0.4, 3: 0.8, 3.5: 1.0, 4: 0.8, 5: 1.0, 6: 0.5, 7: 0}
```

```

In [32]: # na posição da interseção eu ponho o conjunto da uniao
if len(conj) == 3:
    conj[2] = [AUB.keys(), AUB.values()]

```

```
plotar_conjunto(conj, ['A', 'B', 'A U B'])
```



1.1.3 Complemento

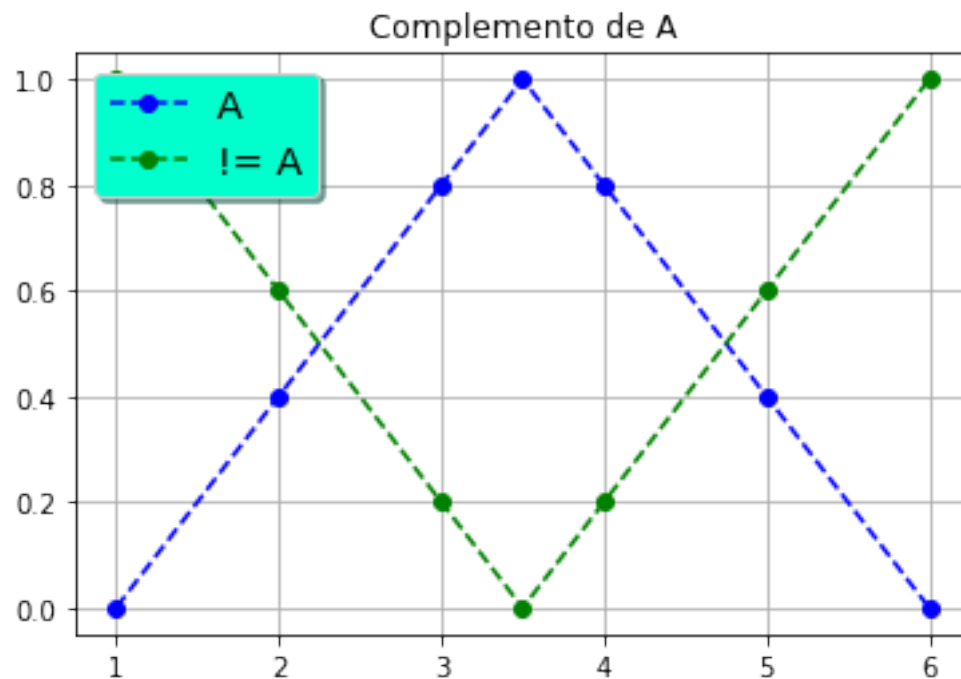
- $A(x) = 1A$

```
In [34]: def complemento_fuzzy(conj):  
        cj = {}  
        for key in conj:  
            cj[key] = 1-conj[key]  
        return cj
```

```
In [36]: # complemento de A  
        c_cfA = complemento_fuzzy(cfA)  
        print(cfA)  
        print(c_cfA)  
  
        # removo ultima opção, que geralmente é a união  
        if len(conj) == 3:  
            conj.pop()  
  
        # adiciono o complemento de A  
        conj[1] = [c_cfA.keys(), c_cfA.values()]  
  
        # ploto o conjunto A e o seu complemento  
        plotar_conjunto(conj,['A','!= A'], "Complemento de A")
```

{1: 0, 2: 0.4, 3: 0.8, 3.5: 1.0, 4: 0.8, 5: 0.4, 6: 0}

{1: 1, 2: 0.6, 3: 0.19999999999999996, 3.5: 0.0, 4: 0.19999999999999996, 5: 0.6, 6: 1}



```

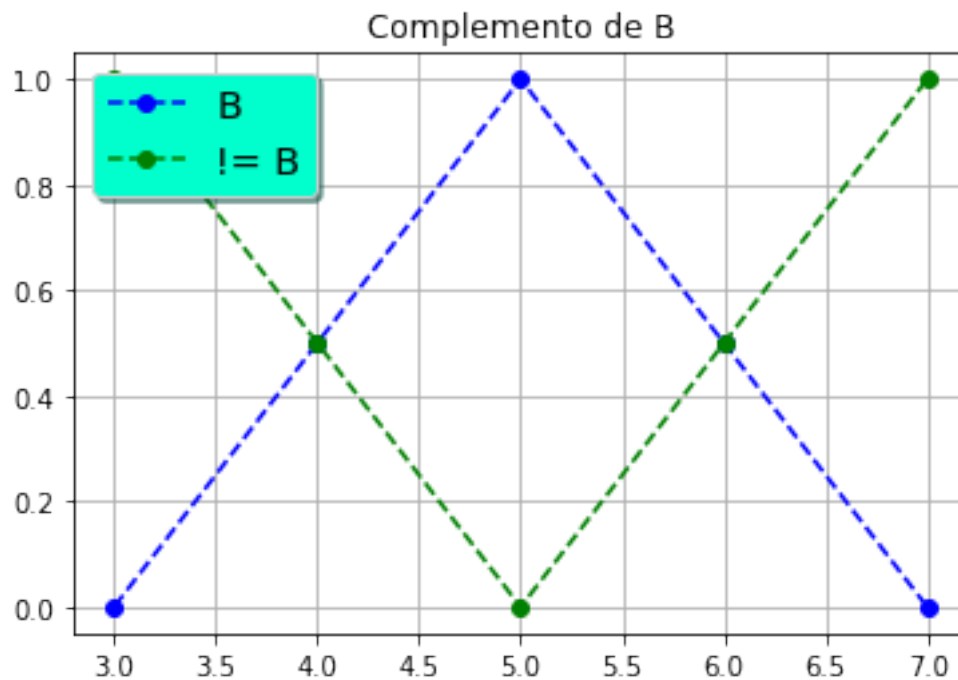
In [37]: # complemento de B
         c_cfB = complemento_fuzzy(cfB)
         print(cfA)
         print(c_cfB)

         conj[0] = [cfB.keys(), cfB.values()]
         conj[1] = [c_cfB.keys(), c_cfB.values()]

         plotar_conjunto(conj,['B','!= B'], "Complemento de B")

{1: 0, 2: 0.4, 3: 0.8, 3.5: 1.0, 4: 0.8, 5: 0.4, 6: 0}
{3: 1, 4: 0.5, 5: 0.0, 6: 0.5, 7: 1}

```



1.2 ## Operações Generalizadas

1.2.1 T-Normas e intersecção generalizada

- Produto Algébrico

$$- \quad x \text{ t } y = xy$$

```

In [44]: def intersection_fuzzy_produto_algebrico(cfA,cfB):
         chaves = list(set(cfA) & set(cfB))

```

```

inter = {}
for i in chaves:
    value = (cfA[i] * cfB[i])
    inter[i] = value
return inter

```

```
pa_AB = intersection_fuzzy_produto_algebrico(cfA, cfB)
```

```
pa_AB
```

```
Out[44]: {3: 0.0, 4: 0.4, 5: 0.4, 6: 0.0}
```

```
In [47]: # conjunto dos conjuntos
```

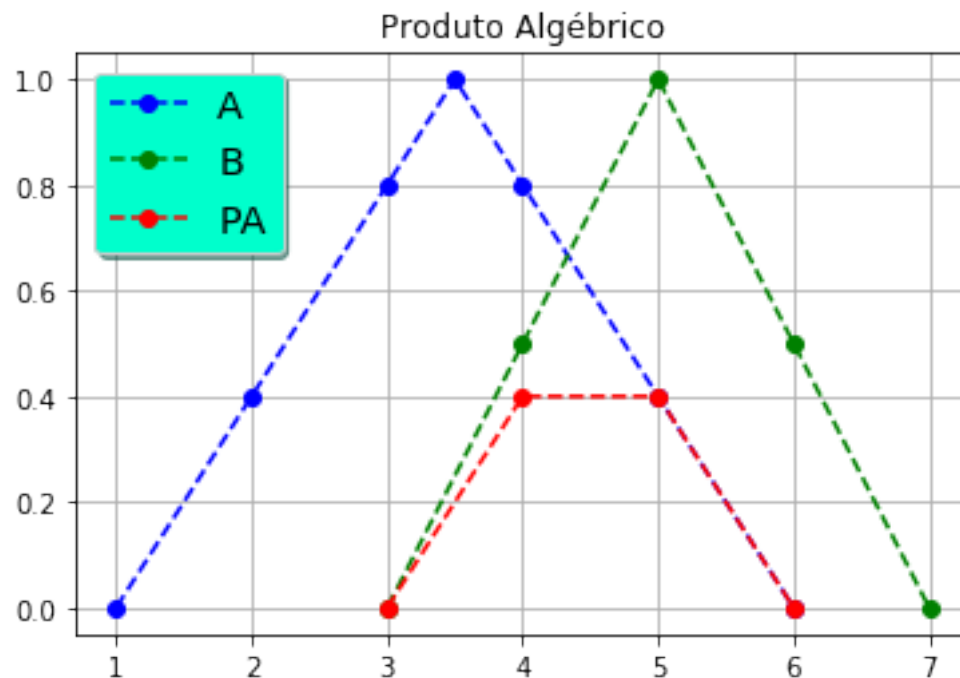
```

conj = [[cfA.keys(), cfA.values()],
        [cfB.keys(), cfB.values()]]

```

```
conj.append([pa_AB.keys(), pa_AB.values()])
```

```
In [48]: plotar_conjunto(conj,['A','B', 'PA'], "Produto Algébrico")
```



- **Diferença Limitada - Conjunção de Lukasiewicz**

$$- \quad x \dot{\vee} y = \max(0, x + y - 1)$$

```

In [50]: def intersection_fuzzy_diferenca_limitada(cfA, cfB):
          chaves = list(set(cfA) & set(cfB))

```



```

inter = {}
for i in chaves:
    value = max(0, ((cfA[i] + cfB[i]) - 1))
    inter[i] = value
return inter

dl_AB = intersection_fuzzy_diferenca_limitada(cfA, cfB)

dl_AB

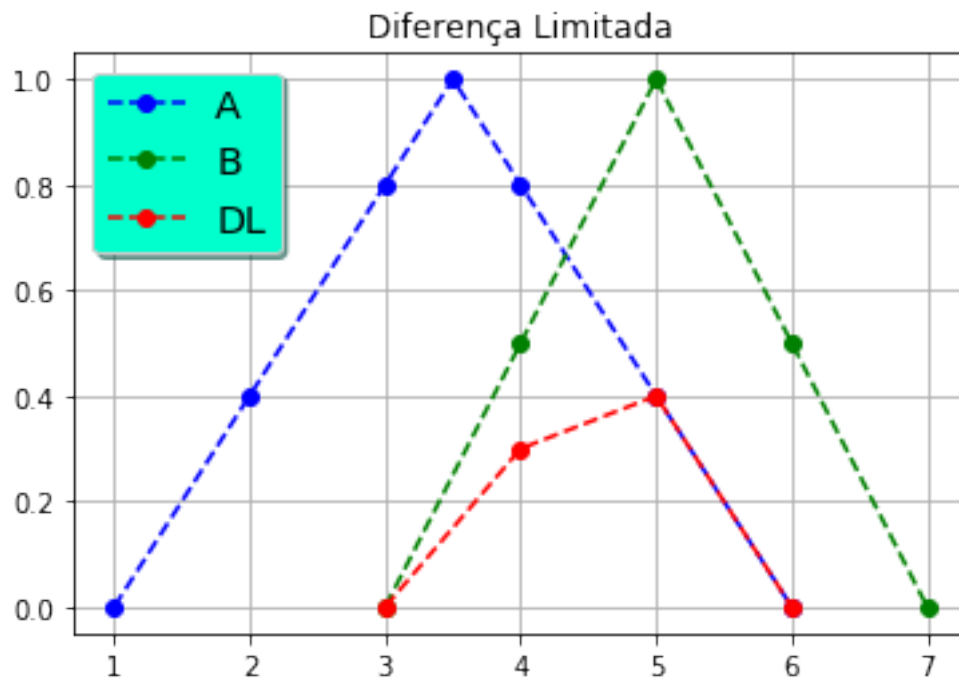
```

Out[50]: {3: 0, 4: 0.30000000000000004, 5: 0.39999999999999999, 6: 0}

```

In [51]: conj[2] = [dl_AB.keys(), dl_AB.values()]
plotar_conjunto(conj, ['A', 'B', 'DL'], "Diferença Limitada")

```



• Intersecção (produto) - Conjuncção Drástica

- y se $x = 1$
- x se $y = 1$
- 0 caso contrário.

```

In [54]: def intersection_fuzzy_drastica(cfA, cfB):
    chaves = list(set(cfA) & set(cfB))
    inter = {}
    for i in chaves:
        value = 0

```

```

    if cfA[i] == 1:
        value = cfB[i]
    elif cfB[i] == 1:
        value = cfA[i]
    else:
        value = 0
    inter[i] = value
return inter

```

```
ID_AB = intersection_fuzzy_drastica(cfA, cfB)
```

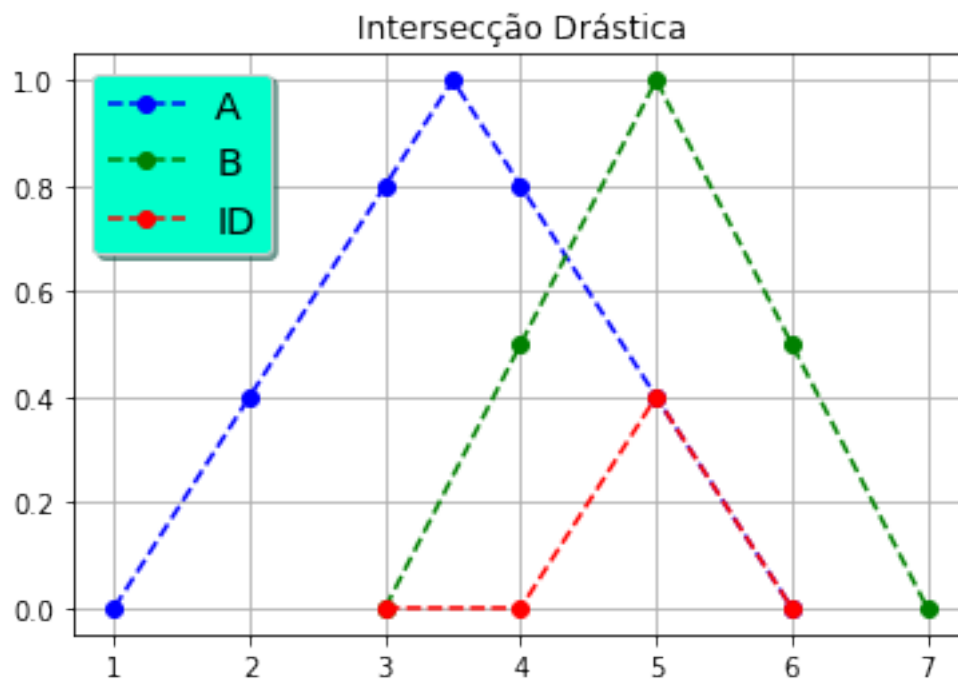
```
ID_AB
```

```
Out[54]: {3: 0, 4: 0, 5: 0.4, 6: 0}
```

```

In [55]: conj[2] = [ID_AB.keys(), ID_AB.values()]
          plotar_conjunto(conj, ['A', 'B', 'ID'], "Intersecção Drástica")

```



1.3 ## Operações Generalizadas

1.3.1 Co-normas triangulares (s-normas): união

- Soma algébrica (probabilística):

$$x \text{ s } y = x + y - xy$$

```
In [63]: # função de uniao com operador mínimo
```

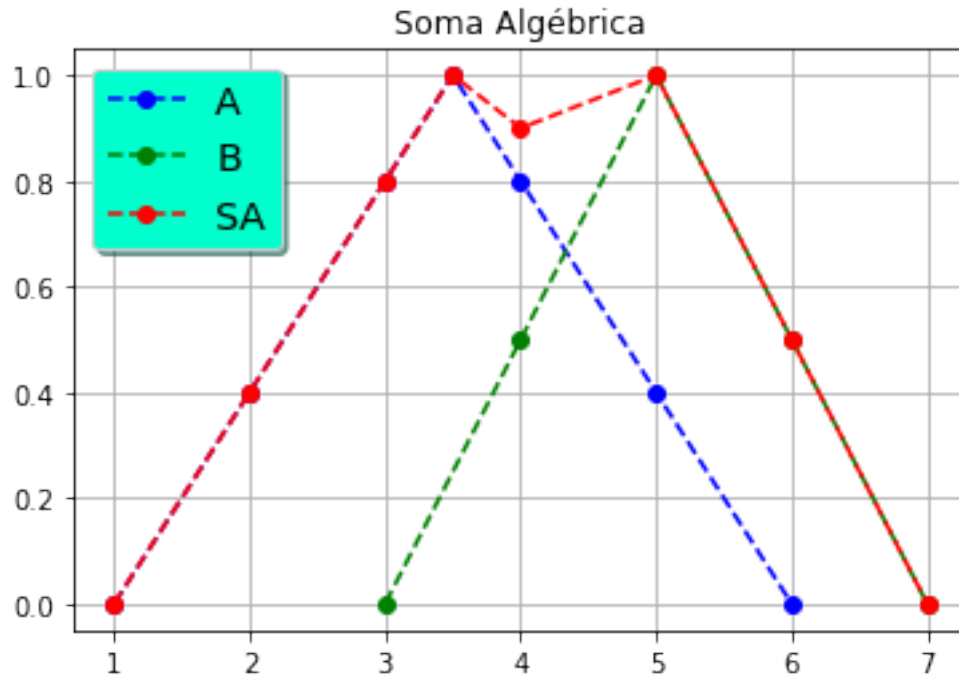
```
def soma_algebrica(x, y):  
    return x + y - (x*y)  
  
def union_fuzzy_soma_algebrica(cfA,cfB):  
    chaves = list(set(cfA).union(cfB))  
    print(chaves)  
    inter = {}  
    for i in chaves:  
        if i in cfA and i in cfB: # se tiverem a mesma chave  
            value = soma_algebrica(cfA[i], cfB[i])  
            inter[i] = value  
        else:  
            if i in cfA:  
                inter[i] = cfA[i]  
            else:  
                inter[i] = cfB[i]  
  
    return inter  
  
sa_AB = union_fuzzy_soma_algebrica(cfA, cfB)  
sa_AB
```

```
[1, 2, 3, 3.5, 4, 5, 6, 7]
```

```
Out[63]: {1: 0, 2: 0.4, 3: 0.8, 3.5: 1.0, 4: 0.9, 5: 0.9999999999999999, 6: 0.5, 7: 0}
```

```
In [64]: # na posição da interseção eu ponho o conjunto da uniao
```

```
if len(conj) == 3:  
    conj[2] = [sa_AB.keys(), sa_AB.values()]  
  
plotar_conjunto(conj,['A','B','SA'], 'Soma Algébrica')
```



- **Soma limitada (Lukasiewicz):**

$$- x \text{ s3 } y = \min(1, x + y)$$

In [65]: *# função de uniao com operador soma limitada*
geralmente atinge uma maior região de uniao

```
def soma_limitada(x, y):
    return min(1, (x+y))

def union_fuzzy_soma_limitada(cfA, cfB):
    chaves = list(set(cfA).union(cfB))
    print(chaves)
    inter = {}
    for i in chaves:
        if i in cfA and i in cfB: # se tiverem a mesma chave
            value = soma_limitada(cfA[i], cfB[i])
            inter[i] = value
        else:
            if i in cfA:
                inter[i] = cfA[i]
            else:
                inter[i] = cfB[i]

    return inter
```

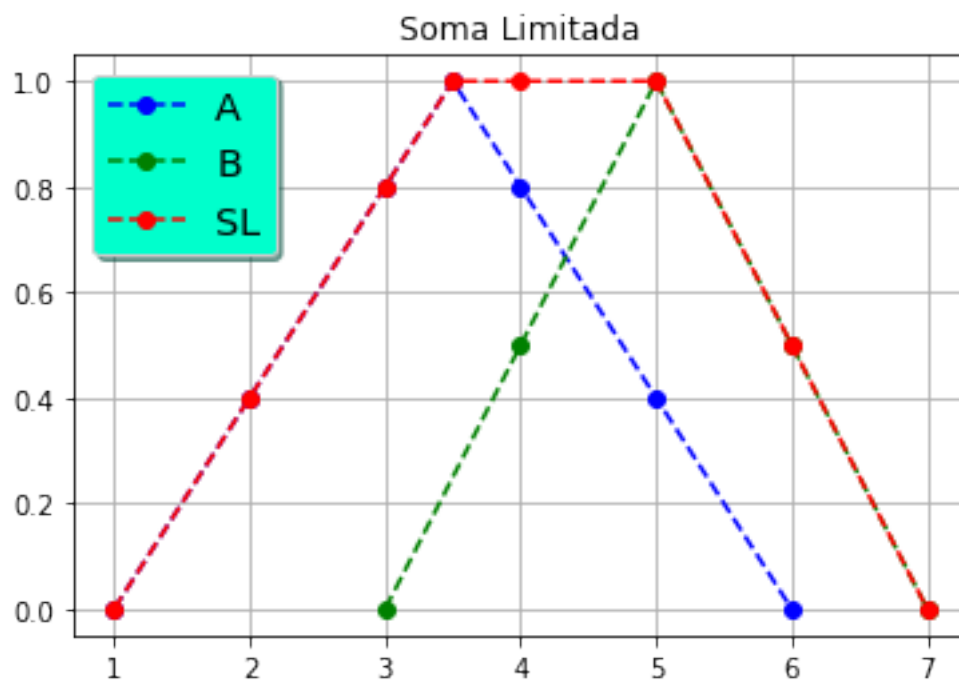
```
sl_AB = union_fuzzy_soma_limitada(cfA, cfB)
sl_AB
```

```
[1, 2, 3, 3.5, 4, 5, 6, 7]
```

```
Out[65]: {1: 0, 2: 0.4, 3: 0.8, 3.5: 1.0, 4: 1, 5: 1, 6: 0.5, 7: 0}
```

```
In [66]: if len(conj) == 3:
          conj[2] = [sl_AB.keys(), sl_AB.values()]

          plotar_conjunto(conj, ['A', 'B', 'SL'], 'Soma Limitada')
```



- **União (soma) drástica: $x \text{ s4 } y = :$**

- x se $y = 0$
- y se $x = 0$
- 1 caso contrário.

```
In [71]: # função de uniao com operador soma drástica
          # geralmente atinge uma maior região de uniao
```

```
def soma_drastica(x, y):
    if x == 0:
        return y
```

```

    elif y == 0:
        return x
    return 1

def union_fuzzy_soma_soma_drastica(cfA,cfB):
    chaves = list(set(cfA).union(cfB))
    print(chaves)
    inter = {}
    for i in chaves:
        if i in cfA and i in cfB: # se tiverem a mesma chave
            value = soma_drastica(cfA[i], cfB[i])
            inter[i] = value
        else:
            if i in cfA:
                inter[i] = cfA[i]
            else:
                inter[i] = cfB[i]

    return inter

sd_AB = union_fuzzy_soma_soma_drastica(cfA, cfB)
sd_AB

[1, 2, 3, 3.5, 4, 5, 6, 7]

Out[71]: {1: 0, 2: 0.4, 3: 0.8, 3.5: 1.0, 4: 1, 5: 1, 6: 0.5, 7: 0}

In [72]: if len(conj) == 3:
        conj[2] = [sd_AB.keys(), sd_AB.values()]

        plotar_conjunto(conj,['A','B','SL'], 'Soma Drástica')

```

