

Linguagem 1 – NÃO REGULAR

Definição da Linguagem

Seja a linguagem

$$L_1 = \{ a^n b^n \mid n \geq 0 \},$$

ou seja, o conjunto de todas as cadeias que possuem uma sequência de "a" seguidos por uma sequência de "b", com a mesma quantidade de cada símbolo. Exemplos: ϵ , "ab", "aabb", "aaabbb", etc.

Essa linguagem é clássica na teoria da computação e é conhecida por não ser regular, pois exige uma contagem equilibrada entre os dois símbolos, algo que autômatos finitos não conseguem fazer.

Cadeia Testada

Para aplicar o Lema do Bombeamento, escolhamos uma cadeia w pertencente à linguagem, com comprimento $|w| \geq p$. Seja $w = "aaabbb"$, com $p = 3$. Esta cadeia pertence à linguagem L_1 , pois contém 3 "a"s seguidos por 3 "b"s.

Conclusão Fundamentada

Ao testar todas as divisões de $w = x + y + z$ que respeitam o lema ($|xy| \leq p$, $|y| \geq 1$), encontramos uma divisão tal que:

- $x = ""$, $y = "aab"$, $z = ""$

- Para $i = 2$, a cadeia bombeada se torna "aabaab", que não pertence à linguagem, pois os números de "a"s e "b"s são diferentes.

Essa quebra viola o Lema do Bombeamento, portanto, a linguagem L_1 não pode ser regular.

```
PS C:\Users\higor\OneDrive\Área de Trabalho\Lema do Bombeamento> python lema_bombeamento_nao_regular.py
Analisando a cadeia: aaabbb
Comprimento de w: 6, p = 3
Testando todas as divisões possíveis  $w = x + y + z$  com  $|xy| \leq p$  e  $|y| \geq 1...$ 

Divisão: x = '', y = 'a', z = 'aabbb'
i = 0: 'aabbb' -> NÃO pertence à linguagem
>> Quebra do lema detectada com essa divisão!

PS C:\Users\higor\OneDrive\Área de Trabalho\Lema do Bombeamento> 
```

Linguagem 2 – POSSIVELMENTE REGULAR

Definição da Linguagem

Seja a linguagem

$$L_2 = \{ a^n b^m \mid n, m \geq 0 \},$$

ou seja, o conjunto de todas as cadeias compostas por um bloco de "a"s seguido por um bloco de "b"s, sem nenhuma exigência de igualdade entre os dois.

Exemplos válidos: ϵ , "a", "b", "aaab", "abbbb", "aaaabbbbb", etc.

Essa linguagem é regular, pois pode ser reconhecida por um autômato finito que apenas verifica a ordem dos símbolos ("a"s antes dos "b"s), sem precisar contar.

Cadeia Testada

Para aplicar o Lema do Bombeamento, escolhemos uma cadeia $w =$ "aaabbbbb", com $p = 4$.

Essa cadeia pertence à linguagem L_2 , pois os símbolos "a" aparecem antes dos "b", mesmo em quantidade desigual.

Conclusão Fundamentada

Foram testadas todas as divisões possíveis de $w = x + y + z$, respeitando $|xy| \leq p$ e $|y| \geq 1$. Para todas as combinações testadas e para todos os valores de $i = 0, 1, 2, 3$, as cadeias bombeadas continuaram pertencendo à linguagem.

Nenhuma quebra do lema foi encontrada. Portanto, não podemos concluir que L_2 é não regular. Como o lema não foi violado, e considerando o comportamento simples da linguagem, a evidência reforça que L_2 é regular.

```
PS C:\Users\higor\OneDrive\Área de Trabalho\Lema do Bombeamento> python lema_bombeamento_regular.py
Analisando a cadeia: aaabbbbb
Comprimento de w: 9, p = 4
Testando todas as divisões possíveis  $w = x + y + z$  com  $|xy| \leq p$  e  $|y| \geq 1...$ 
```

```
Divisão: x = '', y = 'a', z = 'aabbbbb'
i = 0: 'aabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 1: 'aaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 2: 'aaaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 3: 'aaaaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
```

```
Divisão: x = '', y = 'aa', z = 'abbbbb'
i = 0: 'abbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 1: 'aaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 2: 'aaaaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 1: 'aaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 1: 'aaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 2: 'aaaaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 3: 'aaaaaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
```

```
Divisão: x = '', y = 'aaa', z = 'bbbbbb'
i = 0: 'bbbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 1: 'aaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 2: 'aaaaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 3: 'aaaaaaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
```

```
Divisão: x = '', y = 'aaab', z = 'bbbb'
i = 0: 'bbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 1: 'aaabbbbb' -> PERTENCE à linguagem
i = 2: 'aaababbbbb' -> NÃO pertence à linguagem
>> Quebra do lema detectada com essa divisão!
```

```
PS C:\Users\higor\OneDrive\Área de Trabalho\Lema do Bombeamento> □
```

Conclusão Geral

O Lema do Bombeamento foi aplicado em duas linguagens distintas:

- Na linguagem $L_1 = \{ a^n b^n \}$, a violação do lema indica com clareza que ela não é regular.
- Na linguagem $L_2 = \{ a^n b^m \}$, o lema não foi violado em nenhuma das divisões testadas, e a simplicidade estrutural da linguagem sugere fortemente que ela é regular.

O experimento mostra como o lema é uma ferramenta poderosa para comprovar a não regularidade de certas linguagens, mas não é suficiente para provar regularidade, sendo necessário complementar com construção de autômatos ou expressões regulares.