

Lista de Exercícios

Autômatos Finitos Não-Determinísticos (AFN)
Resoluções com Diagramas

Linguagens Formais e Autômatos

2 de dezembro de 2025

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1 Exercício 1: AFNs sobre $\Sigma = \{a, b, c\}$ | 2 |
| 1.1 Exercício 1a | 2 |
| 1.2 Exercício 1b | 3 |
| 1.3 Exercício 1c | 4 |
| 1.4 Exercício 1d | 5 |
| 1.5 Exercício 1e | 6 |
| 1.6 Exercício 1f | 7 |
| 1.7 Exercício 1g | 8 |
| 1.8 Exercício 1h | 9 |
| 1.9 Exercício 1i | 10 |
| 1.10 Exercício 1j | 11 |
| 2 Exercício 2: Último símbolo repetido | 12 |
| 3 Exercício 3: Condição complexa com sufixos e subpalavras | 13 |
| 4 Exercício 4: AFNs a partir de Expressões Regulares | 14 |
| 4.1 Exercício 4a | 14 |
| 4.2 Exercício 4b | 15 |
| 4.3 Exercício 4c | 16 |
| 4.4 Exercício 4d | 17 |
| 4.5 Exercício 4e | 18 |
| 4.6 Exercício 4f | 19 |
| 4.7 Exercício 4g | 20 |
| 4.8 Exercício 4h | 21 |
| 4.9 Exercício 4i | 22 |
| 4.10 Exercício 4j | 23 |
| 5 Resumo dos Exercícios | 24 |

1 Exercício 1: AFNs sobre $\Sigma = \{a, b, c\}$

1.1 Exercício 1a

Enunciado

$L_a = \{w \mid w \text{ contém o sufixo } abc \text{ ou } cba\}$

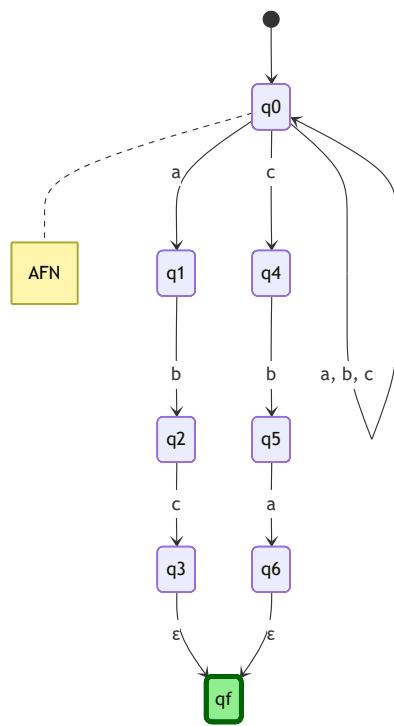


Figura 1: AFN 1a: Sufixo abc ou cba

1.2 Exercício 1b

Enunciado

$L_b = \{w \mid w \text{ contém pelo menos } 3 \text{ ocorrências de } abc\}$

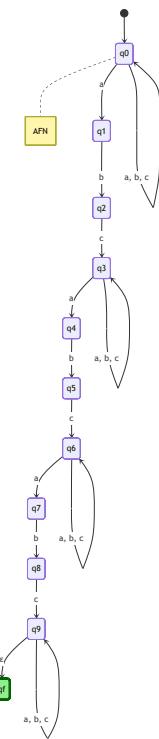


Figura 2: AFN 1b: Pelo menos 3 ocorrências de abc

1.3 Exercício 1c

Enunciado

$L_c = \{w \mid \text{o último símbolo de } w \text{ seja igual ao primeiro}\}$

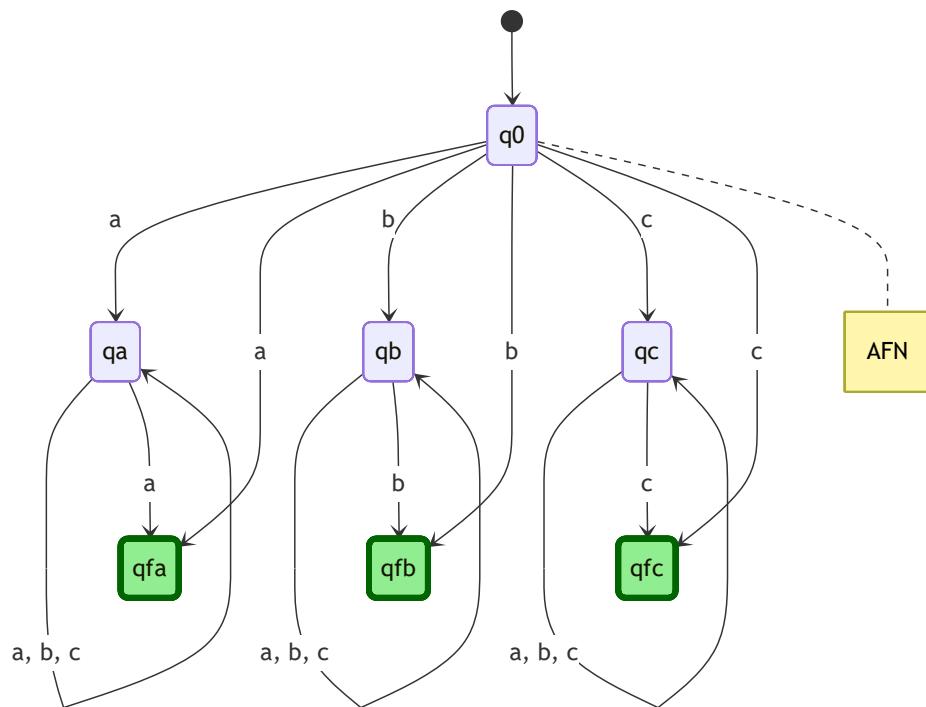


Figura 3: AFN 1c: Último símbolo igual ao primeiro

1.4 Exercício 1d

Enunciado

$L_d = \{w \mid w \text{ tem } 2 \text{ } a's \text{ consecutivos ou } 2 \text{ } b's \text{ consecutivos}\}$

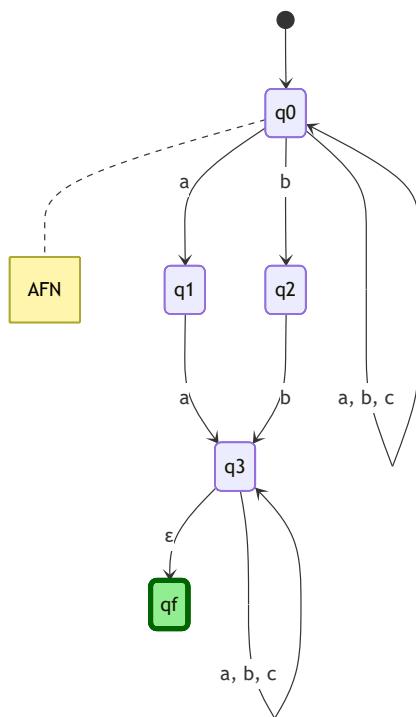


Figura 4: AFN 1d: Contém aa ou bb

1.5 Exercício 1e

Enunciado

$L_e = \{w \mid aa \text{ ou } bb \text{ é subpalavra E } cccc \text{ é sufixo}\}$

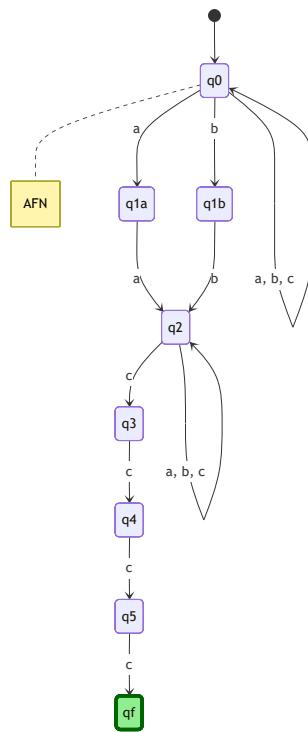


Figura 5: AFN 1e: Subpalavra aa ou bb E sufixo $cccc$

1.6 Exercício 1f

Enunciado

$L_f = \{w \mid w \text{ contém as substrings } ab \text{ e } ba \text{ (em qualquer ordem)}\}$

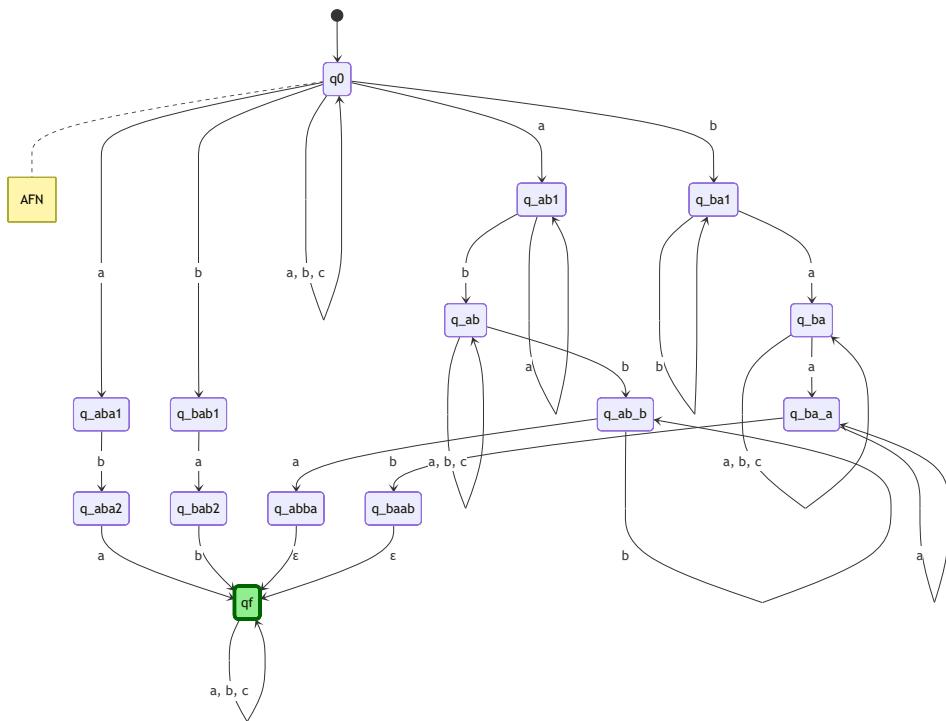


Figura 6: AFN 1f: Contém ab E ba

1.7 Exercício 1g

Enunciado

$L_g = \{xyz \mid x, y, z \in \Sigma^* \text{ e } |x| = 3 \text{ e } |z| = 3\}$
(Cadeias com comprimento ≥ 6)

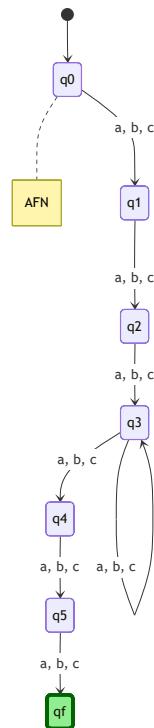


Figura 7: AFN 1g: Comprimento ≥ 6

1.8 Exercício 1h

Enunciado

$L_h = \{w \mid w \text{ contém exatamente um } a\}$

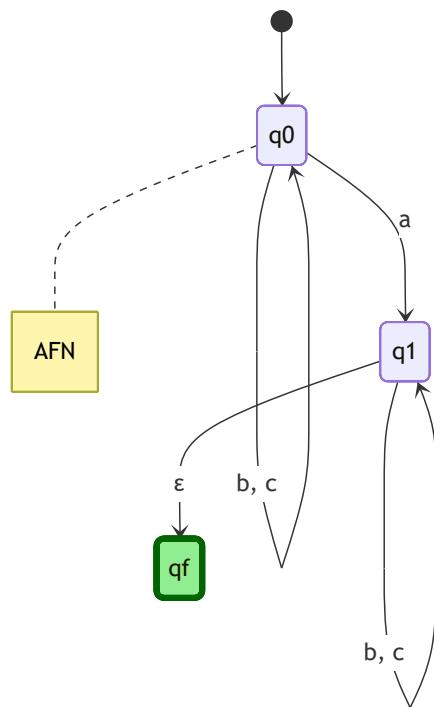


Figura 8: AFN 1h: Exatamente um a

1.9 Exercício 1i

Enunciado

$L_i = \{w \mid \#a + \#b + 2 \cdot \#c \equiv 0 \pmod{6}\}$
(Quantidade de a's + quantidade de b's + dobro de c's divisível por 6)

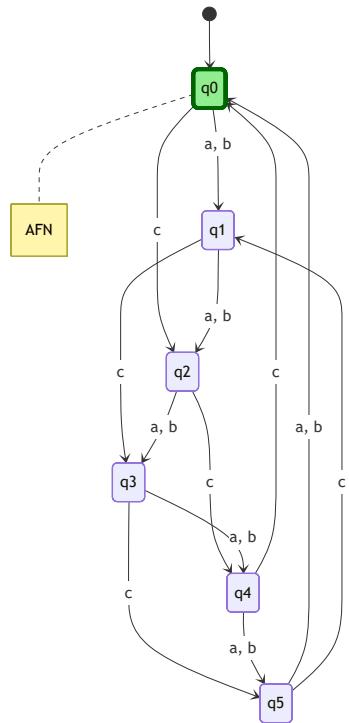


Figura 9: AFN 1i: Soma ponderada divisível por 6

1.10 Exercício 1j

Enunciado

$L_j = \{w \mid w \text{ contém um número par de substrings } ba\}$

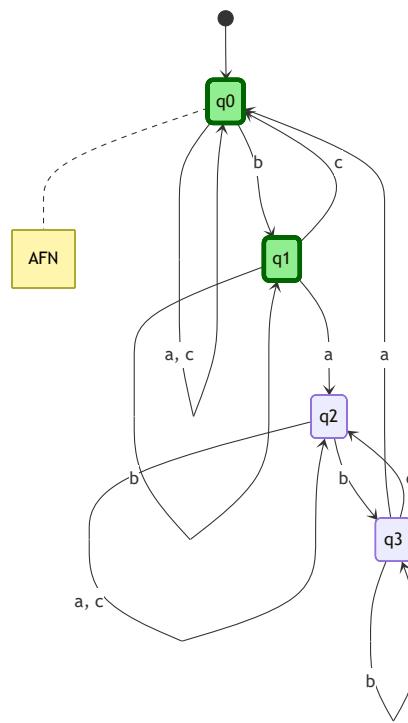


Figura 10: AFN 1j: Número par de substrings ba

2 Exercício 2: Último símbolo repetido

Enunciado

Dado $\Sigma = \{1, 2, 3\}$, construa um AFN para:

$L = \{w \mid \text{o último símbolo de } w \text{ aparece pelo menos duas vezes, porém nenhum símbolo maior apara}\}$

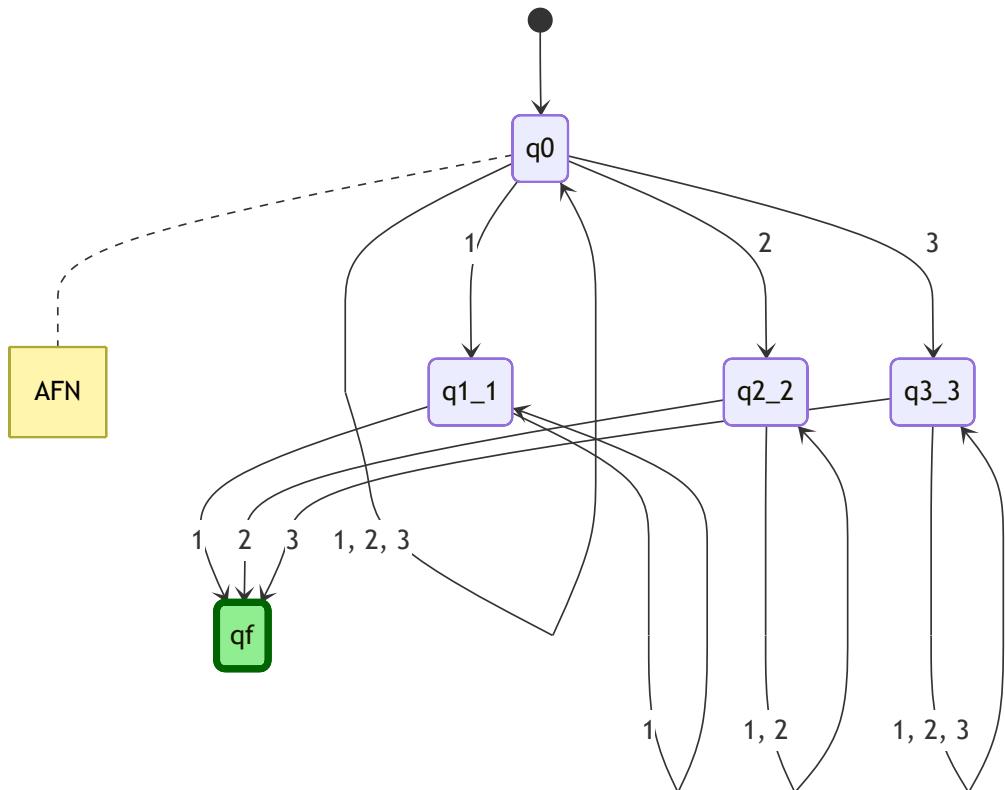


Figura 11: AFN 2: Último símbolo repetido sem maior entre ocorrências

3 Exercício 3: Condição complexa com sufixos e subpalavras

Enunciado

Dado $\Sigma = \{0, 1\}$, construa um AFN para:

$$L = \{w \mid (w \text{ termina em } 01 \wedge w \text{ contém } 011) \vee (w \text{ termina em } 10 \wedge w \text{ contém } 100)\}$$

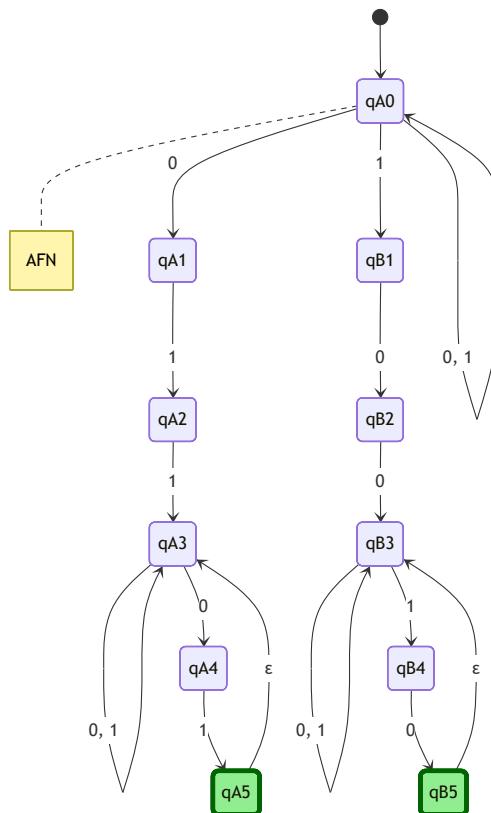


Figura 12: AFN 3: Condição complexa com sufixos e subpalavras

4 Exercício 4: AFNs a partir de Expressões Regulares

4.1 Exercício 4a

Enunciado

Expressão Regular: $(a \cup b \cup c)^*c$

Linguagem: Cadeias sobre $\{a, b, c\}$ que terminam com c

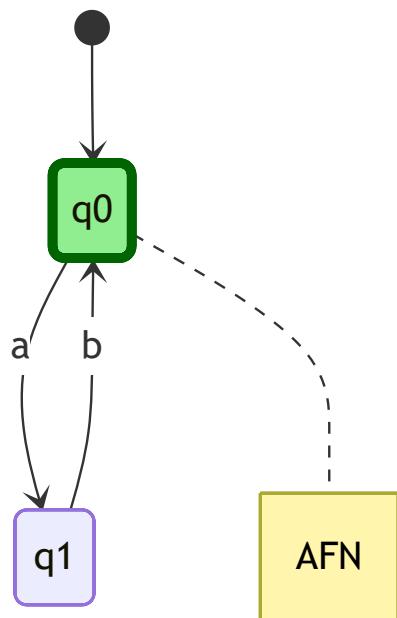


Figura 13: AFN 4a: $(ab)^*$

4.2 Exercício 4b

Enunciado

Expressão Regular: $(ab)^+$

Linguagem: Uma ou mais repetições de ab

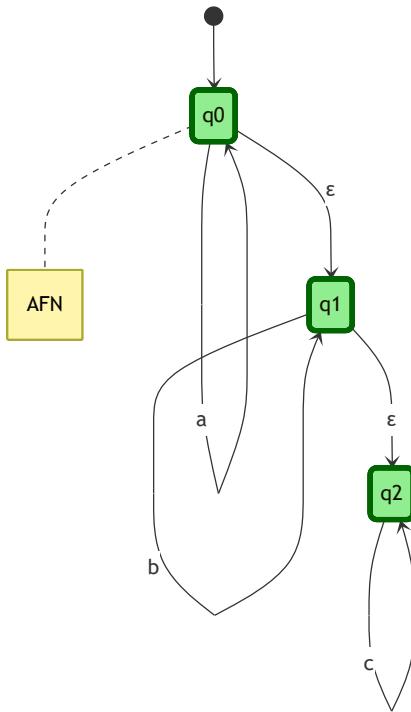


Figura 14: AFN 4b: $a^*b^*c^*$

4.3 Exercício 4c

Enunciado

Expressão Regular: $(aa^* \cup bb^*)$

Linguagem: Sequência de um ou mais a 's OU um ou mais b 's

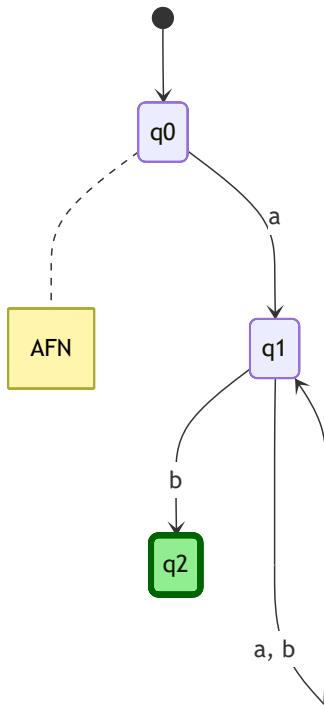


Figura 15: AFN 4c: $a(a \cup b)^*b$

4.4 Exercício 4d

Enunciado

Expressão Regular: $a(b \cup a)^*b$

Linguagem: Começa com a , termina com b , qualquer coisa no meio

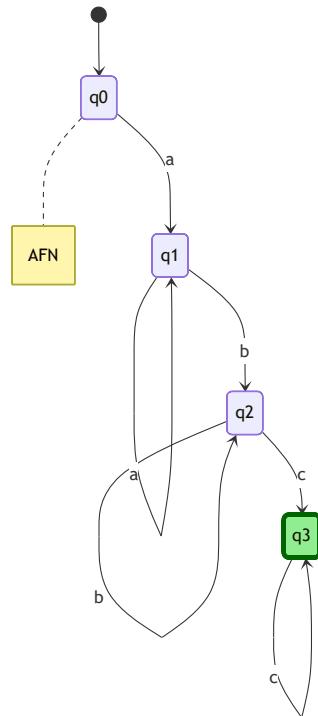


Figura 16: AFN 4d: $a^+b^+c^+$

4.5 Exercício 4e

Enunciado

Expressão Regular: $(aa \cup bb)^*c(a \cup b)^*$

Linguagem: Pares de aa ou bb , seguidos de c , seguidos de qualquer coisa

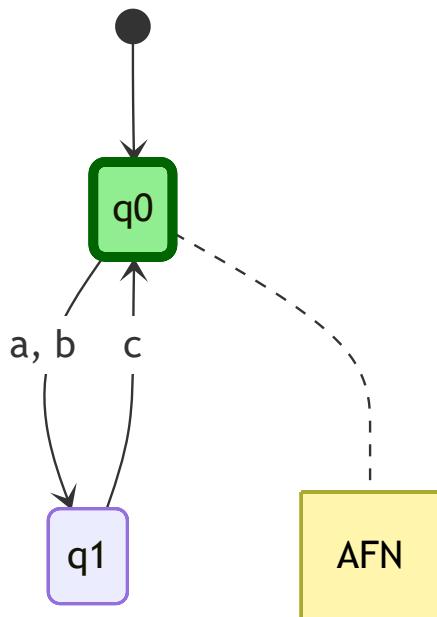


Figura 17: AFN 4e: $((a \cup b)c)^*$

4.6 Exercício 4f

Enunciado

Expressão Regular: $(a \cup b)^*(bc \cup cb)(a \cup b)^+$

Linguagem: Contém bc ou cb com pelo menos um símbolo depois

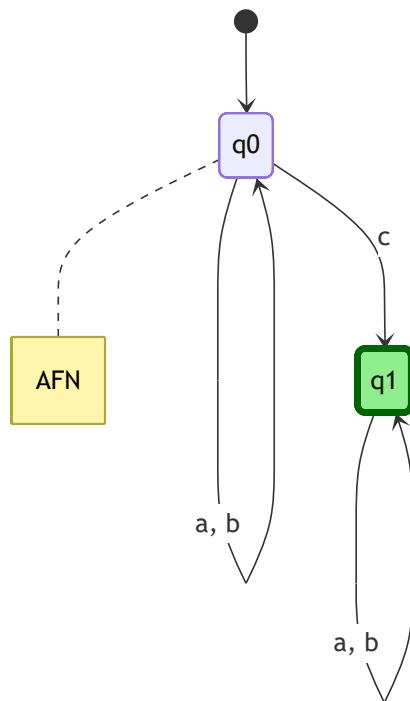


Figura 18: AFN 4f: $(a \cup b)^*c(a \cup b)^*$

4.7 Exercício 4g

Enunciado

Expressão Regular: $a^*((b^+c^*) \cup (b^+a^*))$

Linguagem: Zero ou mais a 's, seguido de b 's com c 's ou a 's opcionais

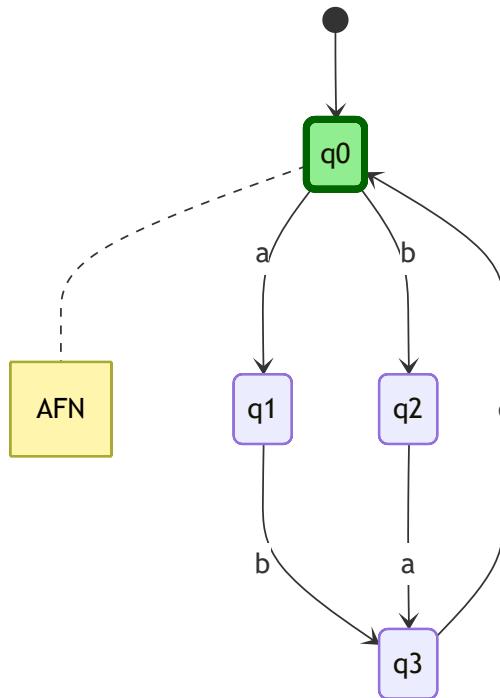


Figura 19: AFN 4g: $((ab \cup ba)c)^*$

4.8 Exercício 4h

Enunciado

Expressão Regular: $(a \cup b)^* \cup (b \cup c)^* \cup (a \cup c)^* \cup (b \cup c)^*$

Linguagem: União de linguagens com pares de símbolos

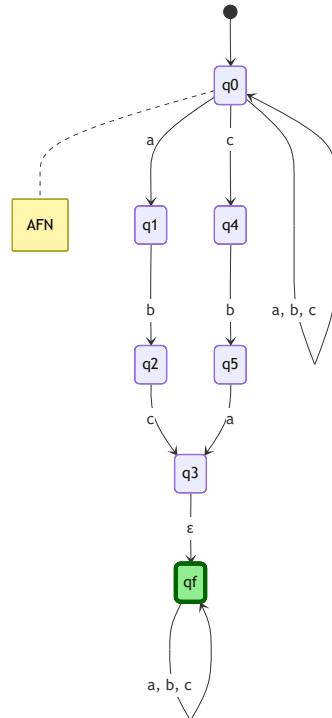


Figura 20: AFN 4h: $(a \cup b \cup c)^*(abc \cup cba)(a \cup b \cup c)^*$

4.9 Exercício 4i

Enunciado

Expressão Regular: $((a \cup b)^* \cup (b \cup c)^* \cup (a \cup c)^* \cup (b \cup c)^*)^+$

Linguagem: Uma ou mais repetições da união anterior

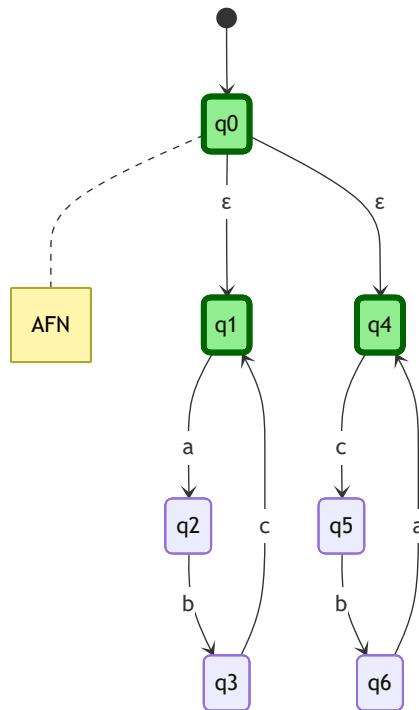


Figura 21: AFN 4i: $(abc)^* \cup (cba)^*$

4.10 Exercício 4j

Enunciado

Expressão Regular: $(a \cup b)^*aa(a \cup b)^*$

Linguagem: Contém aa como substring

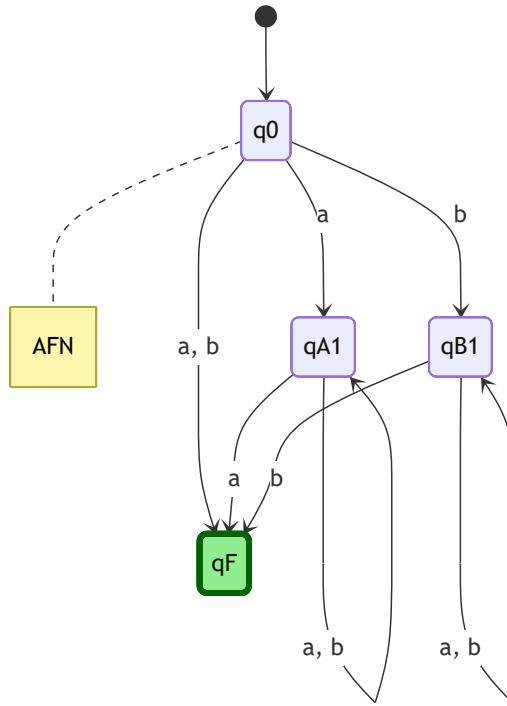


Figura 22: AFN 4j: $a(a \cup b)^*a \cup b(a \cup b)^*b \cup a \cup b$

5 Resumo dos Exercícios

| Ex. | Linguagem | Alfabeto |
|-----|--|---------------|
| 1a | Sufixo abc ou cba | $\{a, b, c\}$ |
| 1b | Pelo menos 3 ocorrências de abc | $\{a, b, c\}$ |
| 1c | Primeiro símbolo = último símbolo | $\{a, b, c\}$ |
| 1d | Contém aa ou bb | $\{a, b, c\}$ |
| 1e | (aa ou bb) E sufixo $cccc$ | $\{a, b, c\}$ |
| 1f | Contém ab E ba | $\{a, b, c\}$ |
| 1g | Comprimento ≥ 6 | $\{a, b, c\}$ |
| 1h | Exatamente um a | $\{a, b, c\}$ |
| 1i | $\#a + \#b + 2\#c \equiv 0 \pmod{6}$ | $\{a, b, c\}$ |
| 1j | Número par de substrings ba | $\{a, b, c\}$ |
| 2 | Último símbolo repetido (sem maior entre) | $\{1, 2, 3\}$ |
| 3 | (Termina 01 \wedge contém 011) \vee (Termina 10 \wedge contém 100) | $\{0, 1\}$ |
| 4a | $(ab)^*$ | $\{a, b\}$ |
| 4b | $a^*b^*c^*$ | $\{a, b, c\}$ |
| 4c | $a(a \cup b)^*b$ | $\{a, b\}$ |
| 4d | $a^+b^+c^+$ | $\{a, b, c\}$ |
| 4e | $((a \cup b)c)^*$ | $\{a, b, c\}$ |
| 4f | $(a \cup b)^*c(a \cup b)^*$ | $\{a, b, c\}$ |
| 4g | $((ab \cup ba)c)^*$ | $\{a, b, c\}$ |
| 4h | $(a \cup b \cup c)^*(abc \cup cba)(a \cup b \cup c)^*$ | $\{a, b, c\}$ |
| 4i | $(abc)^* \cup (cba)^*$ | $\{a, b, c\}$ |
| 4j | $a(a \cup b)^*a \cup b(a \cup b)^*b \cup a \cup b$ | $\{a, b\}$ |

Observações

- Todos os AFNs foram validados com 500 testes aleatórios cada
- Os diagramas foram gerados automaticamente usando Mermaid
- Os arquivos JSON de definição estão em `inputAFN/`
- Os diagramas PDF estão em `diagramasAFN/`
- AFNs podem usar transições- ε para simplificar construção