

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

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

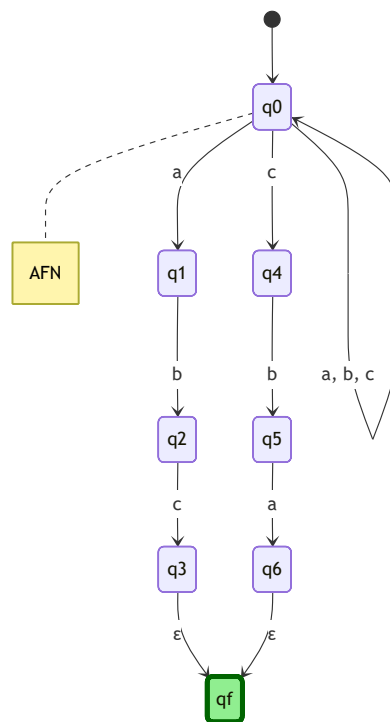


Figura 1: AFN 1a: Sufixo abc ou cba

1.2 Exercício 1b

Enunciado

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

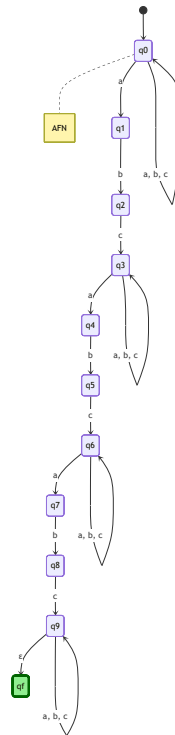


Figura 2: AFN 1b: Pelo menos 3 ocorrências de abc

1.3 Exercício 1c

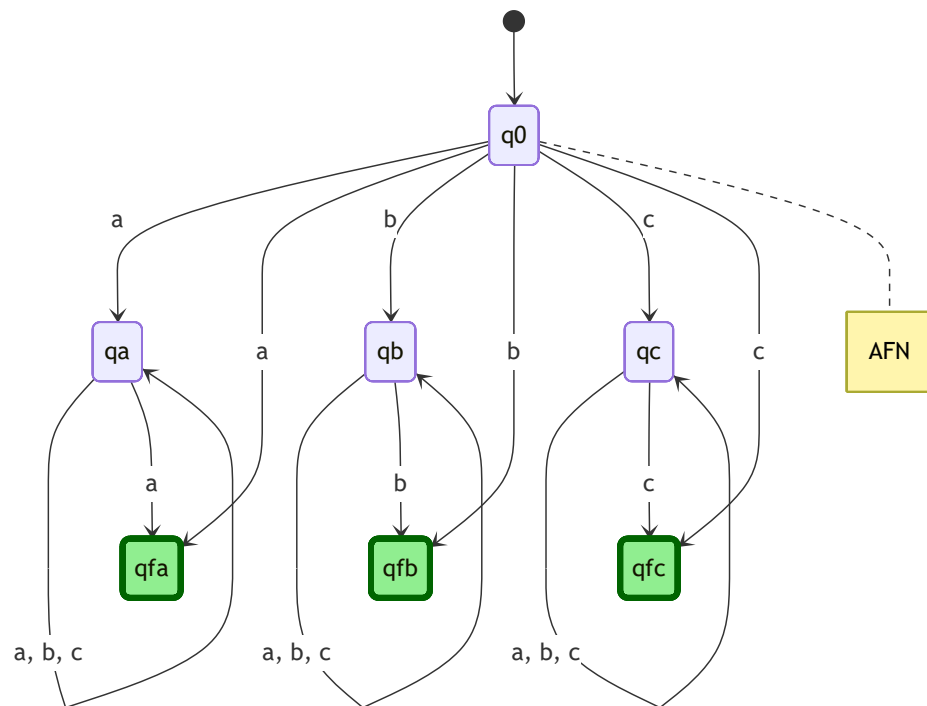
Enunciado
$$L_c = \{w \mid \text{o último símbolo de } w \text{ seja igual ao primeiro}\}$$


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

1.4 Exercício 1d

Enunciado

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

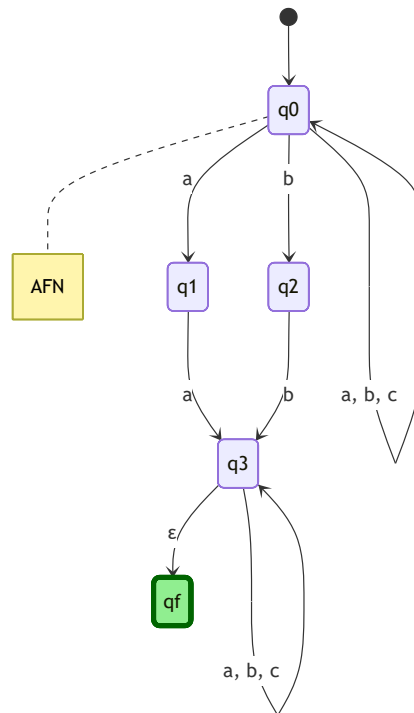


Figura 4: AFN 1d: Contém aa ou bb

1.5 Exercício 1e

Enunciado

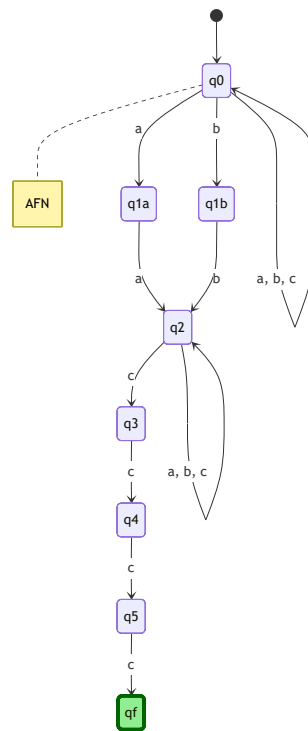
$$L_e = \{w \mid aa \text{ ou } bb \text{ é subpalavra E } cccc \text{ é sufixo}\}$$


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

1.6 Exercício 1f

Enunciado

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

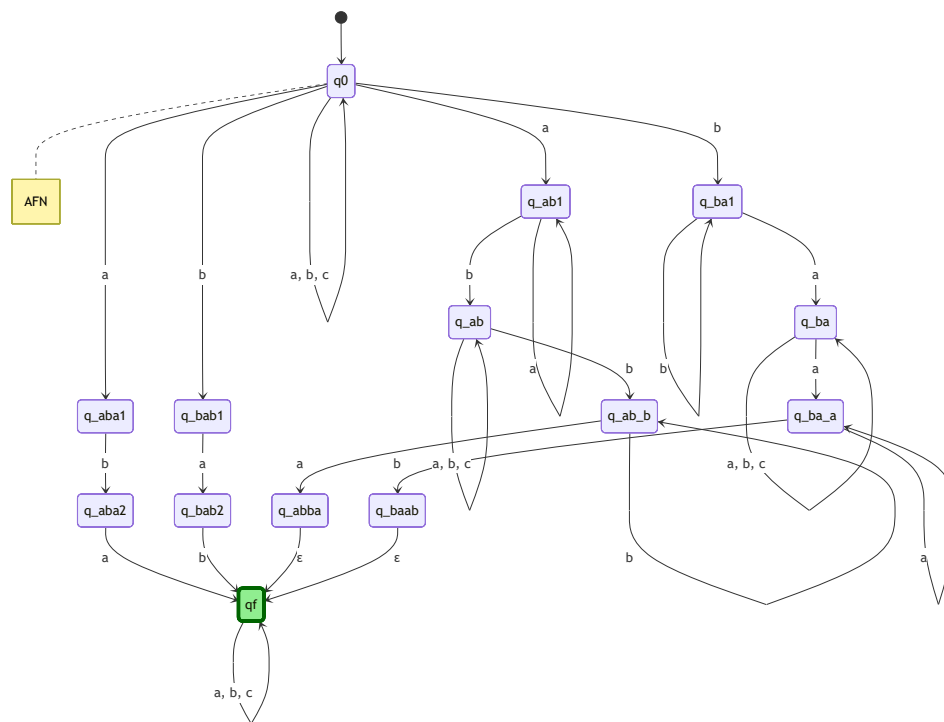


Figura 6: AFN 1f: Contém ab e ba

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)

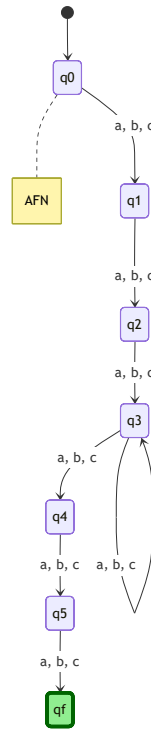


Figura 7: AFN 1g: Comprimento ≥ 6

1.8 Exercício 1h

Enunciado

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

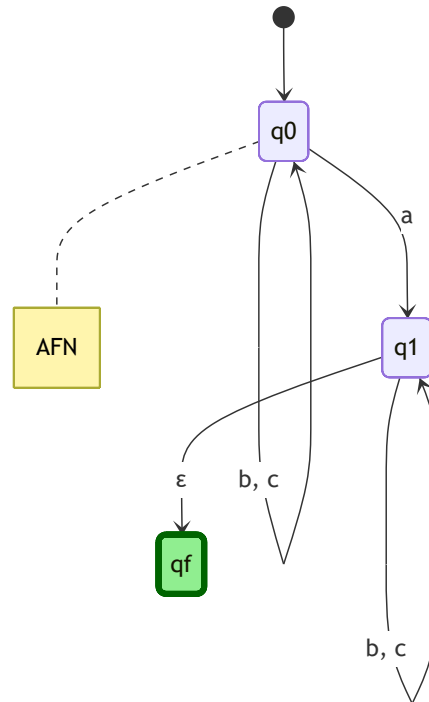


Figura 8: AFN 1h: Exatamente um a

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)

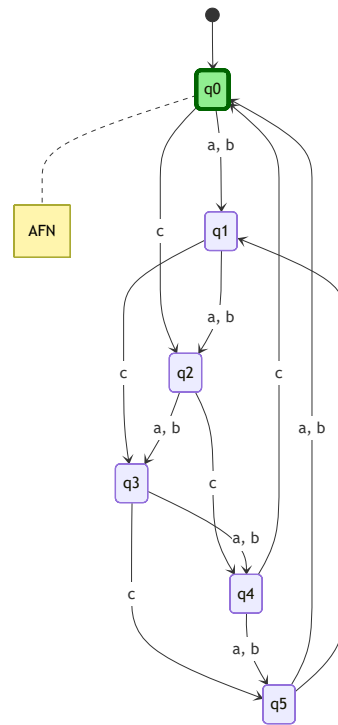


Figura 9: AFN 1i: Soma ponderada divisível por 6

1.10 Exercício 1j

Enunciado

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

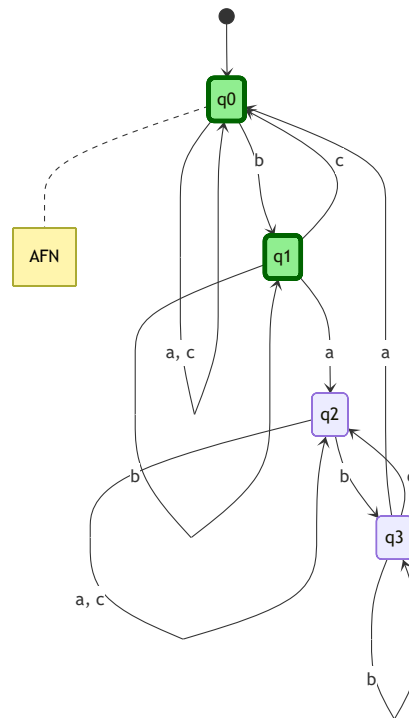


Figura 10: AFN 1j: Número par de substrings ba

2 Exercício 2: Último símbolo repetido

Enunciado

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

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

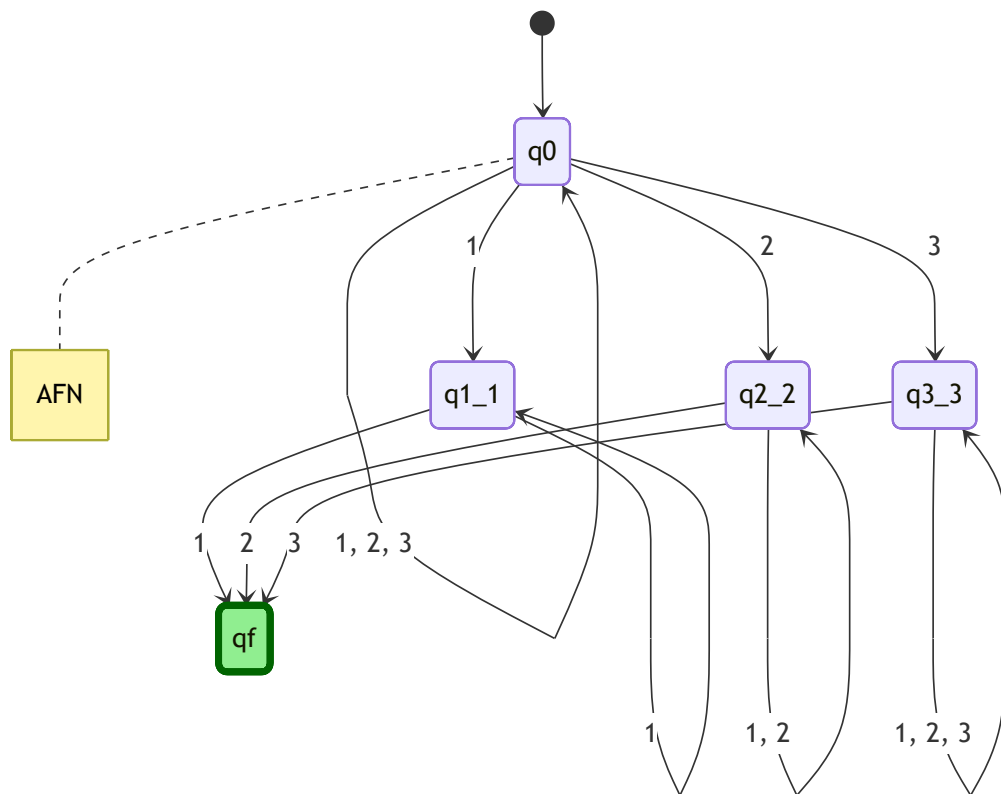


Figura 11: AFN 2: Último símbolo repetido sem maior entre ocorrências

3 Exercício 3: Condição complexa com sufixos e subpalavras

Enunciado

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

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

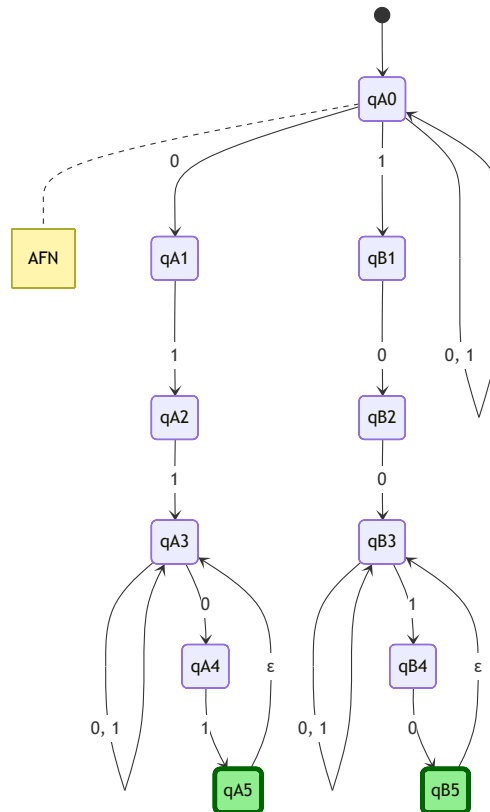


Figura 12: AFN 3: Condição complexa com sufixos e subpalavras

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

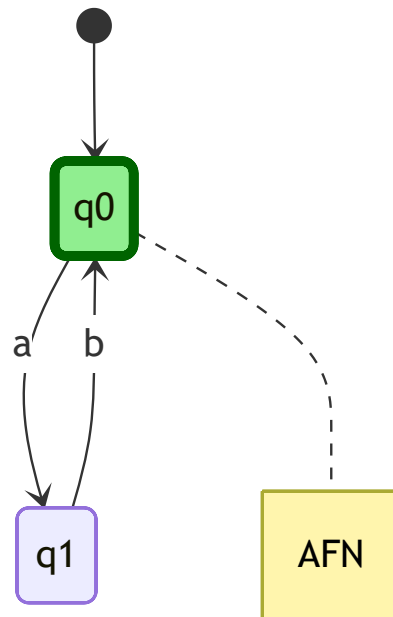


Figura 13: AFN 4a: $(ab)^*$

4.2 Exercício 4b

Enunciado

Expressão Regular: $(ab)^+$

Linguagem: Uma ou mais repetições de ab

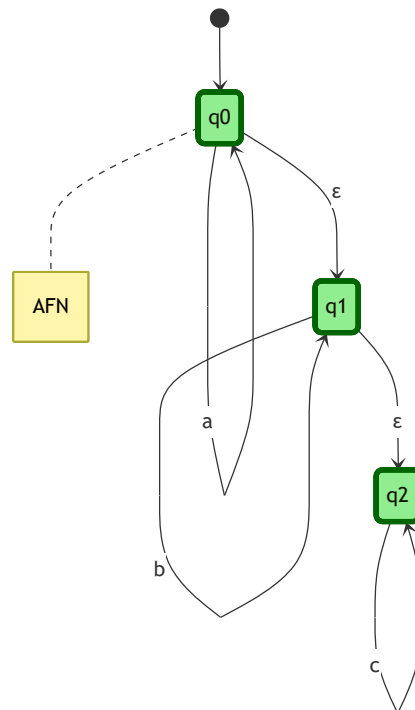


Figura 14: AFN 4b: $a^*b^*c^*$

4.3 Exercício 4c

Enunciado

Expressão Regular: $(aa^* \cup bb^*)$

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

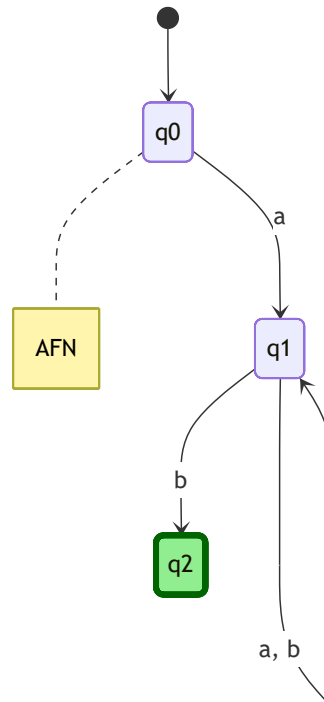


Figura 15: AFN 4c: $a(a \cup b)^*b$

4.4 Exercício 4d

Enunciado

Expressão Regular: $a(b \cup a)^*b$

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

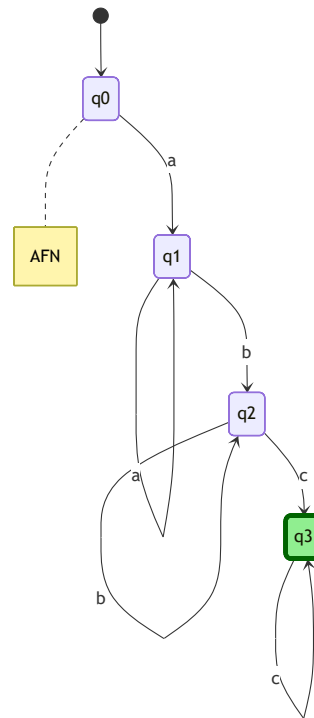


Figura 16: AFN 4d: $a^+b^+c^+$

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

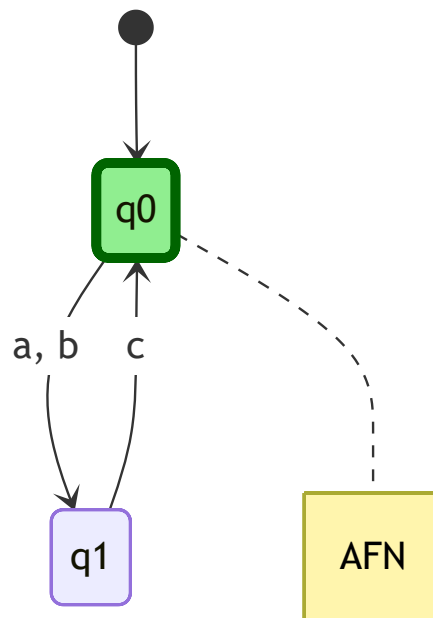


Figura 17: AFN 4e: $((a \cup b)c)^*$

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

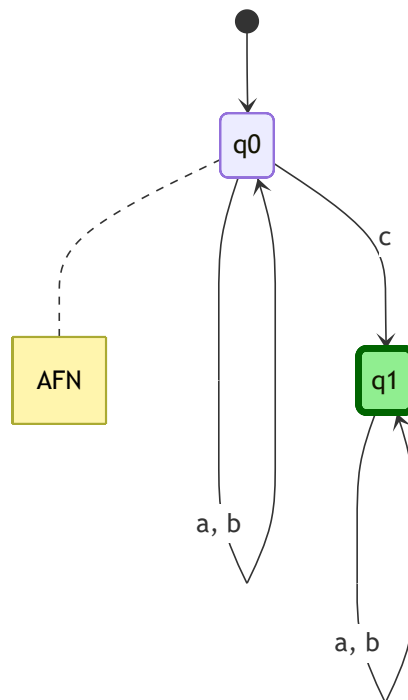


Figura 18: AFN 4f: $(a \cup b)^*c(a \cup b)^*$

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

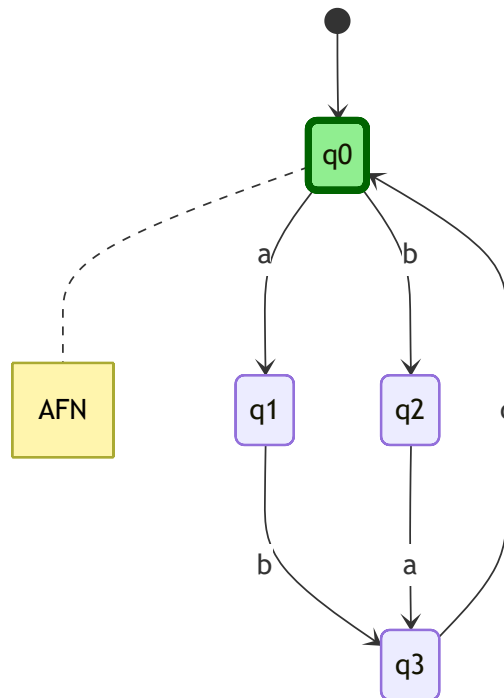


Figura 19: AFN 4g: $((ab \cup ba)c)^*$

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

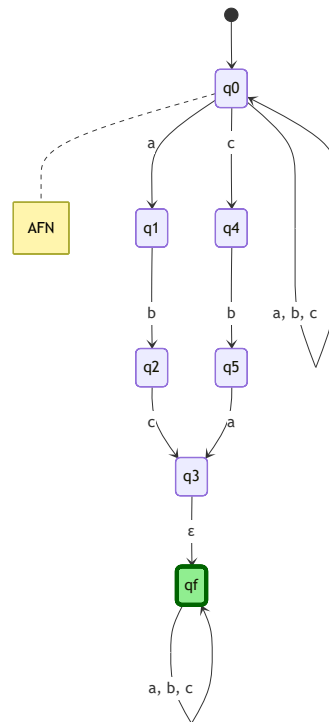


Figura 20: AFN 4h: $(a \cup b \cup c)^*(abc \cup cba)(a \cup b \cup c)^*$

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

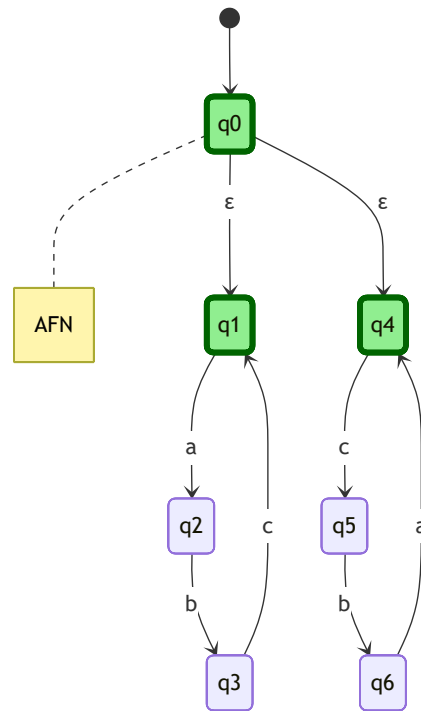
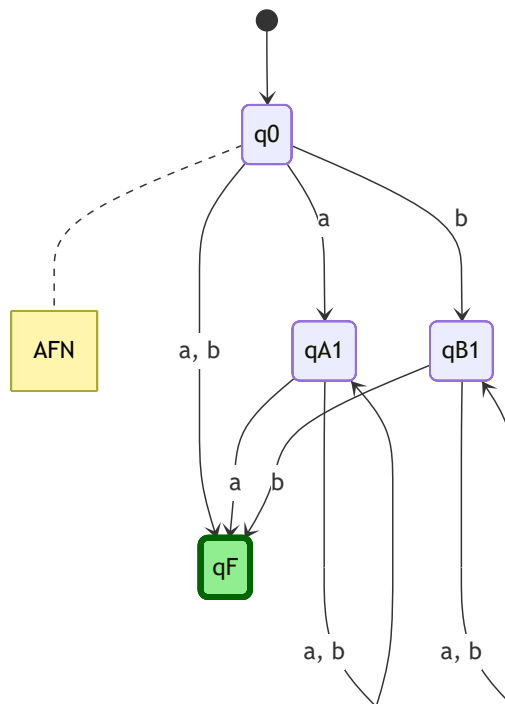


Figura 21: AFN 4i: $(abc)^* \cup (cba)^*$

4.10 Exercício 4j

EnunciadoExpressão Regular: $(a \cup b)^*aa(a \cup b)^*$ Linguagem: Contém aa como substringFigura 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	$(\text{Termina } 01 \wedge \text{ contém } 011) \vee (\text{Termina } 10 \wedge \text{ contém } 100)$	$\{0, 1\}$
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