

# Introdução à Teoria da Computação

## $\epsilon$ -AFNs

**Professor Murilo V. G. da Silva**

Departamento de Informática  
Universidade Federal do Paraná

2026/2

# Reconhecendo números decimais

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

(1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas:

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas:    5.72  
                                      +5.72

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas:    5.72  
                                     +5.72  
                                     -12.33

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas:    5.72  
                                     +5.72  
                                     -12.33  
                                     -1.

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72  
+5.72  
-12.33  
-1.  
-.5

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas:

- 5.72
- +5.72
- 12.33
- 1.
- .5

Exemplos de strings não aceitas:

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72  
+5.72  
-12.33  
-1.  
-.5

Exemplos de strings não aceitas: +-5.5.

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72  
+5.72  
-12.33  
-1.  
-.5

Exemplos de strings não aceitas: +-5.5.  
-8-

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72  
+5.72  
-12.33  
-1.  
-.5

Exemplos de strings não aceitas: +-5.5.  
-8-  
56-

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72  
+5.72  
-12.33  
-1.  
-.5

Exemplos de strings não aceitas: +-5.5.  
-8-  
56-  
..56

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72  
+5.72  
-12.33  
-1.  
-.5

Exemplos de strings não aceitas: +-5.5.  
-8-  
56-  
..56  
5

# Reconhecendo números decimais

Símbolos:  $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \cdot, +, -\}$ .

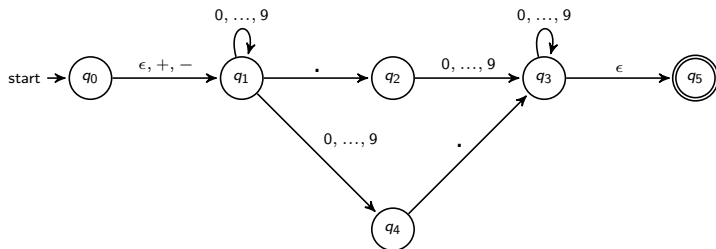
- (1) Opcional: Começa com sinal “+” ou “-”
- (2) Opcional: Seguido de string de dígitos (parte inteira do número)
- (3) **Obrigatório:** Ponto decimal “.”
- (4) Opcional: Outra string de dígitos (parte decimal do número)

**Restrição:** Pelo menos uma das strings de dígitos de (2) e (4) é não seja vazia.

Exemplos de strings aceitas: 5.72  
+5.72  
-12.33  
-1.  
-.5

Exemplos de strings não aceitas: +-5.5.  
-8-  
56-  
..56  
5

# Reconhecendo números decimais



# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

## Autômato Finito não Determinístico com transições $\epsilon$ ( $\epsilon$ -AFN)

Um  $\epsilon$ -AFN é uma 5-tupla  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  tal que cada um dos componentes tem a mesma interpretação de um AFN, exceto que  $\delta$  é do tipo  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ , tal que  $\epsilon \notin \Sigma$ .

# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

## Autômato Finito não Determinístico com transições $\epsilon$ ( $\epsilon$ -AFN)

Um  $\epsilon$ -AFN é uma 5-tupla  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  tal que cada um dos componentes tem a mesma interpretação de um AFN, exceto que  $\delta$  é do tipo  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ , tal que  $\epsilon \notin \Sigma$ .

Obs: Aqui  $\epsilon$  pode ser pensado como um elemento que faz parte do domínio de  $\delta$  que indica que o autômato consome zero símbolos em tais transições.

# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

## Autômato Finito não Determinístico com transições $\epsilon$ ( $\epsilon$ -AFN)

Um  $\epsilon$ -AFN é uma 5-tupla  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  tal que cada um dos componentes tem a mesma interpretação de um AFN, exceto que  $\delta$  é do tipo  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ , tal que  $\epsilon \notin \Sigma$ .

Obs: Aqui  $\epsilon$  pode ser pensado como um elemento que faz parte do domínio de  $\delta$  que indica que o autômato consome zero símbolos em tais transições.

## Exemplo

O  $\epsilon$ -AFN do exemplo anterior é  $E = (\{q_0, \dots, q_5\}, \{., +, -, 0, \dots, 9\}, \delta, q_0, \{q_5\})$

# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

## Autômato Finito não Determinístico com transições $\epsilon$ ( $\epsilon$ -AFN)

Um  $\epsilon$ -AFN é uma 5-tupla  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  tal que cada um dos componentes tem a mesma interpretação de um AFN, exceto que  $\delta$  é do tipo  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ , tal que  $\epsilon \notin \Sigma$ .

Obs: Aqui  $\epsilon$  pode ser pensado como um elemento que faz parte do domínio de  $\delta$  que indica que o autômato consome zero símbolos em tais transições.

## Exemplo

O  $\epsilon$ -AFN do exemplo anterior é  $E = (\{q_0, \dots, q_5\}, \{., +, -, 0, \dots, 9\}, \delta, q_0, \{q_5\})$  tal que  $\delta$  é especificado pela tabela abaixo:

# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

## Autômato Finito não Determinístico com transições $\epsilon$ ( $\epsilon$ -AFN)

Um  $\epsilon$ -AFN é uma 5-tupla  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  tal que cada um dos componentes tem a mesma interpretação de um AFN, exceto que  $\delta$  é do tipo  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ , tal que  $\epsilon \notin \Sigma$ .

Obs: Aqui  $\epsilon$  pode ser pensado como um elemento que faz parte do domínio de  $\delta$  que indica que o autômato consome zero símbolos em tais transições.

## Exemplo

O  $\epsilon$ -AFN do exemplo anterior é  $E = (\{q_0, \dots, q_5\}, \{., +, -, 0, \dots, 9\}, \delta, q_0, \{q_5\})$  tal que  $\delta$  é especificado pela tabela abaixo:

|        | $\epsilon$  | <i>sin</i> al | .           | dígito         |
|--------|-------------|---------------|-------------|----------------|
| $q_0$  | $\{q_1\}$   | $\{q_1\}$     | $\emptyset$ | $\emptyset$    |
| $q_1$  | $\emptyset$ | $\emptyset$   | $\{q_2\}$   | $\{q_1, q_4\}$ |
| $q_2$  | $\emptyset$ | $\emptyset$   | $\emptyset$ | $\{q_3\}$      |
| $q_3$  | $\{q_5\}$   | $\emptyset$   | $\emptyset$ | $\{q_3\}$      |
| $q_4$  | $\emptyset$ | $\{q_3\}$     | $\emptyset$ | $\emptyset$    |
| $*q_5$ | $\emptyset$ | $\emptyset$   | $\emptyset$ | $\emptyset$    |

# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

## Autômato Finito não Determinístico com transições $\epsilon$ ( $\epsilon$ -AFN)

Um  $\epsilon$ -AFN é uma 5-tupla  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  tal que cada um dos componentes tem a mesma interpretação de um AFN, exceto que  $\delta$  é do tipo  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ , tal que  $\epsilon \notin \Sigma$ .

Obs: Aqui  $\epsilon$  pode ser pensado como um elemento que faz parte do domínio de  $\delta$  que indica que o autômato consome zero símbolos em tais transições.

## Exemplo

O  $\epsilon$ -AFN do exemplo anterior é  $E = (\{q_0, \dots, q_5\}, \{., +, -, 0, \dots, 9\}, \delta, q_0, \{q_5\})$  tal que  $\delta$  é especificado pela tabela abaixo:

|        | $\epsilon$  | sinal       | .           | dígito         |
|--------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| $q_0$  | $\{q_1\}$   | $\{q_1\}$   | $\emptyset$ | $\emptyset$    |
| $q_1$  | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\{q_2\}$   | $\{q_1, q_4\}$ |
| $q_2$  | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\{q_3\}$      |
| $q_3$  | $\{q_5\}$   | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\{q_3\}$      |
| $q_4$  | $\emptyset$ | $\{q_3\}$   | $\emptyset$ | $\emptyset$    |
| $*q_5$ | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\emptyset$    |

Obs: a rigor, tabela acima não é uma tabela de transições, pois “sinal” e “dígito” não são símbolos

# $\epsilon$ -AFN: Definição Formal

## Autômato Finito não Determinístico com transições $\epsilon$ ( $\epsilon$ -AFN)

Um  $\epsilon$ -AFN é uma 5-tupla  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  tal que cada um dos componentes tem a mesma interpretação de um AFN, exceto que  $\delta$  é do tipo  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ , tal que  $\epsilon \notin \Sigma$ .

Obs: Aqui  $\epsilon$  pode ser pensado como um elemento que faz parte do domínio de  $\delta$  que indica que o autômato consome zero símbolos em tais transições.

## Exemplo

O  $\epsilon$ -AFN do exemplo anterior é  $E = (\{q_0, \dots, q_5\}, \{., +, -, 0, \dots, 9\}, \delta, q_0, \{q_5\})$  tal que  $\delta$  é especificado pela tabela abaixo:

|        | $\epsilon$  | sinal       | .           | dígito         |
|--------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| $q_0$  | $\{q_1\}$   | $\{q_1\}$   | $\emptyset$ | $\emptyset$    |
| $q_1$  | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\{q_2\}$   | $\{q_1, q_4\}$ |
| $q_2$  | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\{q_3\}$      |
| $q_3$  | $\{q_5\}$   | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\{q_3\}$      |
| $q_4$  | $\emptyset$ | $\{q_3\}$   | $\emptyset$ | $\emptyset$    |
| $*q_5$ | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\emptyset$ | $\emptyset$    |

Obs: a rigor, tabela acima não é uma tabela de transições, pois “sinal” e “dígito” não são símbolos ([Exercício](#): Apresente a tabela de transições completa do autômato).

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

Base:  $q \in \epsilon$ -Fecho( $q$ )

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

Base:  $q \in \epsilon$ -Fecho( $q$ )

Indução: se  $p \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ) e  $r \in \delta(p, \epsilon)$ , então  $r \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ).

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

Base:  $q \in \epsilon$ -Fecho( $q$ )

Indução: se  $p \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ) e  $r \in \delta(p, \epsilon)$ , então  $r \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ).

Exercício: Ler no livro definição de  $\hat{\delta}$  para  $\epsilon$ -AFNs

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

Base:  $q \in \epsilon$ -Fecho( $q$ )

Indução: se  $p \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ) e  $r \in \delta(p, \epsilon)$ , então  $r \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ).

## Exercício: Ler no livro definição de $\hat{\delta}$ para $\epsilon$ -AFNs

Ideia: Definição indutiva semelhante à definição de  $\hat{\delta}$  para AFNs

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

Base:  $q \in \epsilon$ -Fecho( $q$ )

Indução: se  $p \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ) e  $r \in \delta(p, \epsilon)$ , então  $r \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ).

## Exercício: Ler no livro definição de $\hat{\delta}$ para $\epsilon$ -AFNs

Ideia: Definição indutiva semelhante à definição de  $\hat{\delta}$  para AFNs

- Cuidado adicional com fecho dos estados.

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

Base:  $q \in \epsilon$ -Fecho( $q$ )

Indução: se  $p \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ) e  $r \in \delta(p, \epsilon)$ , então  $r \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ).

## Exercício: Ler no livro definição de $\hat{\delta}$ para $\epsilon$ -AFNs

Ideia: Definição indutiva semelhante à definição de  $\hat{\delta}$  para AFNs

- Cuidado adicional com fecho dos estados.

## Linguagem de $\epsilon$ -AFNs

Seja  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um  $\epsilon$ -AFN.

# Função de transição estendida em $\epsilon$ -AFNs

## $\epsilon$ -Fecho de um estado

Seja um  $\epsilon$ -AFN com conjunto de estados  $Q$  e seja  $q \in Q$ . Vamos definir o conjunto  $\epsilon$ -Fecho( $q$ ) de maneira indutiva:

Base:  $q \in \epsilon$ -Fecho( $q$ )

Indução: se  $p \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ) e  $r \in \delta(p, \epsilon)$ , então  $r \in \epsilon$ -Fecho( $q$ ).

## Exercício: Ler no livro definição de $\hat{\delta}$ para $\epsilon$ -AFNs

Ideia: Definição indutiva semelhante à definição de  $\hat{\delta}$  para AFNs

- Cuidado adicional com fecho dos estados.

## Linguagem de $\epsilon$ -AFNs

Seja  $E = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$  um  $\epsilon$ -AFN.

Então  $L(E) = \{w : \hat{\delta}(q_0, w) \cap F \neq \emptyset\}$  é a linguagem de  $E$ .