

**QUESTÃO 1:** O objetivo aqui é fazer uma revisão de conceitos fundamentais de Teoria da Computação. Responda **Verdadeiro** ou **Falso**.

- (a) Para todo algoritmo escrito em C, existe uma Máquina de Turing equivalente que resolve o mesmo problema, e vice-versa. A razão disso é que, embora estes dois formalismos sejam diferentes, ambos são capazes de expressar algoritmos que decidem qualquer linguagem recursiva. Verdadeiro ou Falso?
- (b) *Máquinas de Turing* são modelos matemáticos formais para representar o que chamamos de algoritmos. No caso específico da *Máquina de Turing Universal* (que é a especificação de uma Máquina de Turing em particular) temos um modelo matemático para representar o que chamamos de um computador de propósito geral. Verdadeiro ou Falso?
- (c) Autômatos com pilha (APs)<sup>1</sup> são formalismos matemáticos usados para descrever certos algoritmos, embora nem todo algoritmo possível pode ser expresso em termos de APs. A razão disso é que o conjunto das linguagens livres de contexto (formalismo usado para definir problemas decidíveis por APs) está estritamente contido no conjunto de linguagens recursivas (formalismo para definir todo problema decidível algorítmicamente, ou seja, todo problema decidível por alguma Máquina de Turing). Em Teoria da Computação diferentes modelos de computação estão associados a diferentes conjuntos de problemas, sendo que tipicamente modelos mais gerais (e.g., Máquinas de Turing) são capazes de resolver problemas que modelos mais simples (e.g., APs, autômatos finitos determinísticos, etc) não são capazes de resolver. Verdadeiro ou Falso?
- (d) Existem formalismos que, embora sejam interessantes do ponto de vista matemático, podem não ter correspondência com processos fisicamente realizáveis. As *máquinas de Turing com oráculo* são um exemplo de tal formalismo. Um outro exemplo comum são as *máquinas “analógicas”* (i.e. máquinas que possuem fitas contendo células capazes de armazenar números reais com precisão infinita). Estes formalismos, muitas vezes chamados de modelos de *hipercomputação*, não são considerados modelos realistas de computação. Verdadeiro ou Falso?
- (e) O de modelo de computação quântica normalmente é considerado um modelo de hipercomputação. Verdadeiro ou Falso?
- (f) O modelo de computação quântica tipicamente não é considerado um modelo de hipercomputação. A razão disso é que existe de uma correspondência de *um para um* entre algoritmos quânticos e o comportamento de objetos físicos (de acordo com o que entendemos das leis mecânica quântica). A dificuldade de construção de computadores quânticos é mais um problema de engenharia do que um problema de princípios fundamentais da natureza. Verdadeiro ou Falso?
- (g) O formalismo matemático que utilizaremos para descrever algoritmos quânticos é chamado de circuito quântico. Neste modelo poderemos escrever circuitos quânticos que não apenas serão equivalentes a qualquer algoritmo concebível, como seremos também capazes de escrever circuitos que resolvam problemas que não são recursivos (por exemplo, o problema da parada). Verdadeiro ou Falso?
- (h) O conjunto de problemas solúveis por circuitos quânticos é o conjunto das linguagens recursivas. Em outras palavras, computação clássica e quântica são equivalentes em termos de *computabilidade*. Verdadeiro ou Falso?

---

<sup>1</sup>Em alguns textos o acrônimo usado para se referir a autômatos com pilha é PDA (do inglês, *pushdown automata*)

- (i) Uma vez que tenhamos computadores quânticos, a Tese de Church-Turing, na versão em que a tese é uma afirmação empiricamente verificável, terá sido refutada. Verdadeiro ou Falso?
- (j) A Tese de Church-Turing Estendida (TCTE) não é normalmente aceita com a mesma credibilidade com que a Tese de Church-Turing (TCT) é aceita. De fato, uma vez que tenhamos computadores quânticos construídos, teremos uma evidência forte para descartar a TCTE. Por outro lado, mesmo neste cenário, a TCT continuará intacta. Verdadeiro ou Falso?
- (k) Embora computadores quânticos e clássicos sejam equivalentes em termos de computabilidade, um dos pilares da área de teoria de computação quântica é a conjectura de que a classe de complexidade  $P$  seja estritamente menor do que a classe de complexidade  $BQP$ . Esta conjectura implica que o conjunto dos problemas decidíveis em tempo polinomial por computadores quânticos está **estritamente** contido no conjunto de problemas decidíveis em tempo polinomial por computadores clássicos. Verdadeiro ou Falso?

**QUESTÃO 2:** Considere um objeto físico que pode estar em exatamente dois estados possíveis. Que objeto matemático podemos usar para representar este objeto físico nas seguintes situações:

- (a) Em uma descrição determinística do objeto.
- (b) Em uma descrição probabilística do objeto.
- (c) Em uma descrição quântica do objeto (i.e., uma descrição que segue o que entendemos da física de objetos muito pequenos).

**QUESTÃO 3:** Supondo que estamos trabalhando no espaço  $\mathbb{C}^2$ . A notação  $|1\rangle$  se refere a qual vetor? E se estivéssemos trabalhando no espaço  $\mathbb{C}^4$ ?