

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**  
**Departamento de Ciência da Computação**  
**Teoria da Computação - GCC 108**

**Autores**

Guilherme Grego Santos  
Lucas Neves Saber Gabriel  
Otávio Augusto Trindade Fonseca

**Análise Crítica: “Computação além das máquinas de Turing”**

**Introdução**

Existe um questionamento sobre a existência de computação além das máquinas de Turing, e foi mostrado por Godel (1931) que todo sistema formal forneceria uma proposição indecidível por esse sistema, e por Davis (2004) que essa proposição poderia se tornar verdadeira em um sistema mais poderoso, porém todo sistema “mais poderoso” sempre teria suas próprias proposições indecidíveis e iria fazendo o processo de adicionar um axioma novo à proposição. E esse tema foi estudado por Turing, que tentava evitar o teorema da incompletude de Godel, além das suas diversas pesquisas, Turing provou, usando o não determinismo, que mesmo em sistemas mais poderosos que as máquinas de Turing ainda existe indecidibilidade.

Através dessa ideia de sistemas mais poderosos que as Máquinas de Turing, surgiu o conceito de *hipercomputação* que é a computação de funções ou números que não são computadas por máquinas de Turing, e um posto da *hipercomputação* é que ela não invalida suas próprias teorias, porém pode invalidar as três profundas expressões da computação, sendo assim buscamos compreender o porquê e como a hipercomputação pode invalidar uma dessas expressões, a tese de Church-Turing.

## Metodologia

Foi utilizado o método de pesquisa exploratória com a finalidade de analisar conceitos e teses no que tange à hipercomputação correlacionada com a tese de Church-Turing. A finalidade é traçar um padrão que possa ser trabalhado como exemplo e aplicado junto aos objetos abordados.

Para isso, a pesquisa será baseada em estudos de autores, como por exemplo Joel David Hamkins, Gualtiero Piccini, Paolo Cotogno, entre outros pesquisadores que elaboraram trabalhos pertinentes ao assunto.

Contudo, é importante ressaltar que o corpus de autores tende a aumentar na medida em que a análise for sendo desenvolvida.

Como objeto de estudo, foram selecionados artigos e teses, dos autores mencionados, pelo motivo de estarem enquadradas como o núcleo de todo o setor de análises envolvendo a computação além das máquinas de Turing.

Partindo dos conceitos e conhecimentos empíricos dos autores explorados, a crítica será realizada pela análise destes objetos, compreendendo todo o estudo que os autores já realizaram, assim como a relevância que possuem para a construção da hipercomputação como prova inválida no contexto da tese de Church-Turing.

Para isso, será utilizada a pesquisa bibliográfica. Além disso, a análise terá caráter essencialmente qualitativo, com ênfase na observação e estudo documental, ao mesmo tempo que será necessário o cruzamento dos levantamentos com toda a pesquisa bibliográfica já feita.

## Interpretação

O termo “hipercomputação” adotado, definitivamente, no ano de 1999 por Jack Copeland e Diane Proudfoot, refere-se a um padrão de computação poderoso que vai além ou é indistinguível à computabilidade de Turing, atingindo um número infinito de fases de computação completas. Essa abordagem compreende inúmeros métodos hipotéticos para o cálculo de funções não-computáveis por Turing. A tese de Church-Turing consolida a ideia de que uma função qualquer que seja algoritmicamente computável pode ser executada por uma máquina de Turing.

Uma máquina acelerada de Turing engloba-se no conjunto categórico da hipercomputação. Ela consegue fazer cálculos computacionais que uma máquina de Turing normal não pode fazer e que não são executadas pela máquina idealizada pela tese de Church-Turing. No âmbito matemático e da computação, uma máquina acelerada de Turing é uma classe pressuposta que está relacionada às máquinas de Turing que podem executar uma quantidade ilimitada de etapas computacionais dentro de um período finito.

Entretanto, é impossível corporificar tal máquina, pois a quantidade de energia para realizar a computação será expandida exponencialmente à medida que a eficiência computacional está acelerando. Sendo assim, pode-se argumentar, a princípio, que a tese de Church-Turing é uma hipótese intangível.

## **Considerações finais**

Analisando a tese de Church-Turing, de maneira sintética, é que todas as funções efetivamente computáveis são recursivas e pela ideia de Turing é que todas as funções efetivamente computáveis são computáveis por uma máquina de Turing. As duas teses são conhecidas como verdadeiras, porém analisando uma série de artigos, Jack Copeland (professor de filosofia na Universidade de Canterbury) e outros afirmaram que essa interpretação tradicional de Church-Turing é um mal-entendido dizendo que a tese não diz nada sobre o que é computável por máquinas, ou computável em princípio, mas referência apenas ao que pode ser calculado por humanos, isso leva a interpretação de que as máquinas são capazes de hipercomputação, dessa forma a tese de Church-Turing deve ser reinterpretada para não se tornar falsa.

Além disso, existem indícios que Church e Turing pensavam que a tese se aplicava às máquinas, Turing na abertura de seu famoso artigo sobre números computáveis ele afirmava “De acordo com minha definição, um número é computável se seu decimal puder ser escrito em uma máquina” além de dizer em um discurso em 1947 para a London Mathematical Society “Eu considere um tipo de máquina que tinha um mecanismo central e uma memória infinita que estava contida em uma fita infinita”

A questão final é sobre a possibilidade da hipercomputação no mundo real. Uma das teses negativas é chamada de “tese de Church-Turing física” ou “tese de Gandy”. Existem diversos problemas existentes, dado que as propostas que existem envolvem o infinito, como memória infinita, passos infinitos, quantidade infinita de transferência de informação entre outras propostas. Para isso é preciso aceitar entre a verdade da interpretação tradicional e a fraca (de Copeland), afinal está se discutindo que uma tese se encaixa na outra e a outra não faz o mesmo. Ou seja, para garantir a leitura tradicional da tese de Church-Turing é preciso mostrar que a hipercomputação é impossível no mundo real.

Portanto, seguindo a base do artigo “On the Possibilities of Hypercomputing Supertasks” de Vincent C. Muller, existe pouca esperança de provar que a hipercomputação é contraditória e, portanto, impossível em qualquer mundo, porém não há uma distinção clara entre possibilidade lógica e real, pois “O equívoco é que o conjunto de funções computáveis (ou o conjunto de tarefas computacionais quânticas) tem algum status privilegiado a priori dentro da matemática. Mas não, a única coisa que privilegia esse conjunto de operações é que ele é instanciado nas leis computacionalmente

universais da física. É somente através de nosso conhecimento de física que sabemos a distinção entre computável e não computável [...], ou entre simples e complexo.” Ou seja, a hipercomputação pode ser feita em máquinas reais, porém pode quebrar as regras da tese de Church-Turing devido a diversas propriedades sobre o infinito e diversas outras que podem não ser aplicadas no “mundo real”.

## **Referências bibliográficas**

- C. MULLER, Vincent. On the Possibilities of Hypercomputing Supertasks. Springer Science+Business Media B.V. 2011
- CARDOSO, Guilherme; MIRANDA, Sérgio. Ferramentas Formais para a Filosofia. Rua Alberto Rosa, 154 - Pelotas/RS. UFPel, 2022.
- Hamkins, J. D., & Lewis, A. (2000). Infinite time Turing machines. *The Journal of Symbolic Logic*, 65, 567–604
- Ord, T., & Kieu, T. D. (2005). The diagonal method and hypercomputation. *British Journal for the Philosophy of Science*, 147–156.
- Piccinini, G. (2007). Computationalism, the Church-Turing thesis, and the Church-Turing fallacy. *Synthese*, 154, 97–120.
- Copeland, J. B. (2004). Hypercomputation: Philosophical issues. *Theoretical Computer Science*, 317, 251–267.
- Cotogno, P. (2003). Hypercomputation and the physical Church-Turing thesis. *British Journal for the Philosophy of Science*, 181–223.
- Cotogno, P. (2009). A brief critique of pure hypercomputation. *Minds and Machines*, 19, 391–405.