

# Resolução de problemas através de computação humana utilizando redes sociais

**Lucas Martinelli Tabajara**  
(bolsista IC)

**Daniel Scain Farenzena**  
(doutorando)

**Márcio Dorn** (doutorando)

**Luís da Cunha Lamb** (orientador)

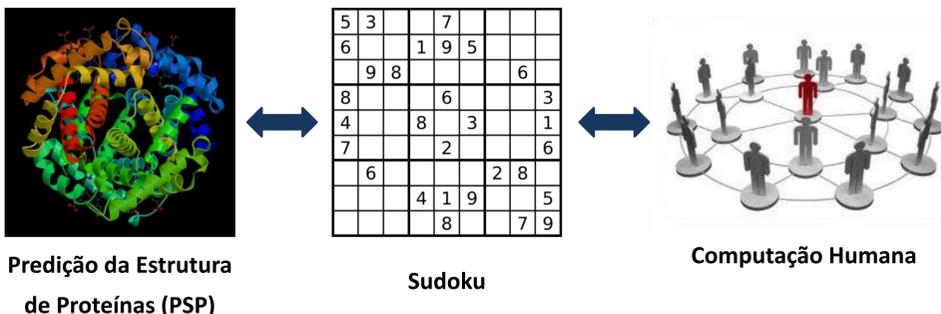
XXIII Salão de Iniciação Científica – UFRGS



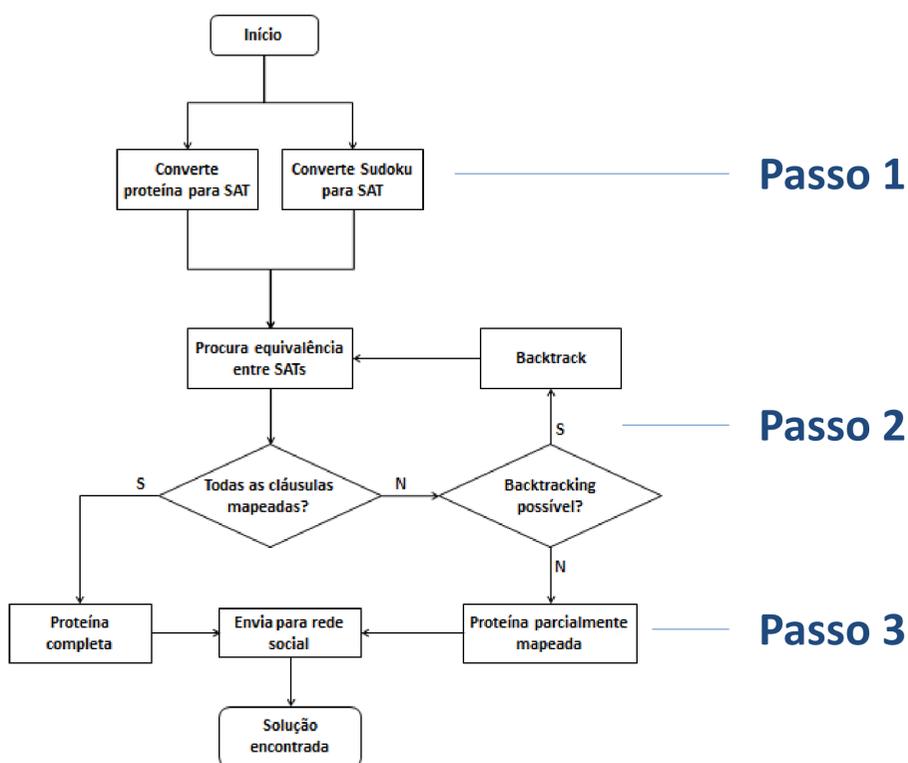
**RESUMO:** Computação humana (*human computation*) é uma técnica computacional em que certos passos do processo são delegados para seres humanos. Isto permite a resolução de problemas que computadores não são capazes de solucionar atualmente de forma eficiente, mas cuja computação é facilmente realizada por seres humanos, um exemplo sendo o processamento de alguns tipos de imagens. Atualmente, a internet tornou possível a utilização de um grande número de pessoas em conjunto neste processo, permitindo um maior poder de processamento e resultados mais precisos. Neste trabalho, estudamos a equivalência entre problemas em formas distintas, tentando representar um problema computacional complexo através de outro mais adequado para computação humana. Nosso objetivo é mapear problemas existentes de grande importância, tais como o da predição da estrutura de proteínas, em tabuleiros de Sudoku a serem disponibilizados em um aplicativo para redes sociais. Desta forma, ao resolverem o Sudoku, os usuários estariam resolvendo partes do problema a ser computado. Para encontrar essa equivalência, o Sudoku e o problema das proteínas foram ambos codificados na forma de problemas de satisfatibilidade booleana (SAT). Foi utilizado um algoritmo de busca com *backtracking* para mapear variáveis e cláusulas entre os dois problemas. Utilizando esse método encontrou-se um máximo de 181 cláusulas equivalentes entre os dois SATs. Com isto, pode-se afirmar que foi possível mapear parte de um problema no outro. Portanto, podemos dizer que a equivalência existe, ainda que parcial. Acreditamos que, dado mais tempo, seria possível encontrar um número ainda maior de cláusulas equivalentes. No entanto, a abordagem por SAT se mostrou um processo às vezes lento e limitado, dificultando um mapeamento mais completo. A partir desses resultados, estudamos utilizar uma abordagem por grafos e algoritmos já existentes de *subgraph matching* para acelerar o processo.

## Objetivo

Mapeamento de problemas em instâncias de Sudoku e posterior resolução deles por computação humana [1]:



## Metodologia



## Passo 1: Conversão para SAT

Conversão do PSP para SAT



$$(p_1 \vee \neg p_2 \vee \neg p_3) \wedge (\neg p_2 \vee \neg p_4 \vee p_5) \wedge \dots$$

Problema de Satisfatibilidade Booleana (SAT)

Conversão do Sudoku para SAT

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 |   | 7 |   |   |   |   |   |
| 6 |   |   | 1 | 9 | 5 |   |   |   |
| 9 | 8 |   |   |   |   | 6 |   |   |
| 8 |   |   | 6 |   |   |   | 3 |   |
| 4 |   |   | 8 | 3 |   |   |   | 1 |
| 7 |   |   | 2 |   |   |   |   | 6 |
|   | 6 |   |   |   |   | 2 | 8 |   |
|   |   | 4 | 1 | 9 |   |   |   | 5 |
|   |   |   | 8 |   |   | 7 | 9 |   |

$$(s_1 \vee s_2 \vee \neg s_3) \wedge (\neg s_3 \vee s_4 \vee \neg s_5) \wedge \dots$$

Tanto o PSP quanto o Sudoku são convertidos para um Problema de Satisfatibilidade Booleana (SAT). O PSP é lido de um arquivo texto no formato DIMACS. Para representar o Sudoku na forma de SAT é usada a codificação mínima apresentada em [2]. Por fim, ambos os SATs são convertidos para 3SAT.

## Passo 2: Mapeamento entre SATs

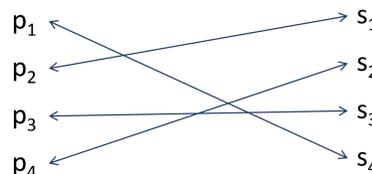
SAT da proteína (p):

$$(\neg p_1 \vee p_2 \vee \neg p_3) \wedge (p_2 \vee p_3 \vee p_4) \wedge (p_2 \vee \neg p_4 \vee p_5)$$

SAT do Sudoku (s):

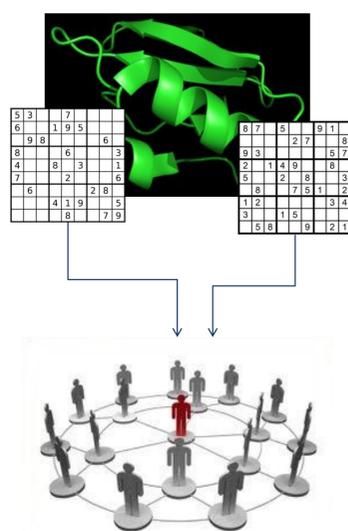
$$(s_1 \vee s_2 \vee s_3) \wedge (s_1 \vee \neg s_3 \vee \neg s_4)$$

Mapeamento de variáveis



Um algoritmo com *backtracking* é utilizado para tentar encontrar cláusulas equivalentes entre os dois SATs. Ao fim da execução, obtém-se um mapeamento de cláusulas e variáveis entre os SATs.

## Passo 3: Computação Humana



A instância de Sudoku previamente mapeada é compartilhada com indivíduos conectados em uma rede social, na qual são incentivados a resolver a instância através de uma premiação, criando um ambiente competitivo. Entretanto, do comportamento competitivo emerge a cooperação [3], permitindo que o problema seja resolvido em grupo [4]. Quando a solução é encontrada, utiliza-se o mapeamento de variáveis para encontrar a solução para o PSP. Desta forma, a rede social realiza computação humana através da metodologia apresentada.

## Resultados

- A conversão do PSP para SAT gerou um SAT de 36085 cláusulas, para um peptídeo (mini-proteína) (PDB-ID: 1ZDD);
- A conversão do Sudoku (grade em branco) para SAT gerou um SAT de 16605 cláusulas;
- Foram mapeadas com sucesso 181 cláusulas do Sudoku para o PSP;
- A implementação atual do algoritmo revelou-se inapropriada para os propósitos da pesquisa, levando 40 min. para mapear 181 cláusulas (1,09% do total do Sudoku) e não percorrendo todo o espaço de soluções nesse tempo.

## Bibliografia

- [1] von Ahn, L., Dabbish, L. "Designing games with a purpose", Communications of the ACM, Volume: 51, Issue: 8, August 2008.
- [2] Lynce, I., Ouaknine, J. "Sudoku as a SAT Problem", 9th Int. Symp. on AI and Mathematics, January 2006.
- [3] Nowak, M. "Five Rules for the Evolution of Cooperation", Science, pp. 1560-1563, Volume: 314, Issue: 5805.
- [4] Farenzena, D.S., Araujo, R.M., Lamb, C.L. "Collaboration Emergence in Social Networks with Informational Natural Selection", The Third IEEE International Conference on Social Computing Proc. (a ser publicado). MIT, 2011.