

# Modelando e verificando o cálculo formal de Planos de Corte com Lean 4

Projeto Orientado em Computação I - Pesquisa Científica

Bernardo Borges

Departamento de Ciência da Computação

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, Brasil

bernardoborges@dcc.ufmg.br

**Abstract**—Esta pesquisa envolve a definição e verificação da lógica pseudo-boleana de Planos de Corte utilizando o provador de teoremas Lean 4

**Index Terms**—lean, cutting planes, formal methods, pseudo boolean reasoning

## I. INTRODUÇÃO

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris luctus lacus eu varius fermentum. Nullam lacus urna, semper a euismod sed, hendrerit eu nisi. Donec nec risus turpis. Vestibulum placerat justo sit amet aliquam mattis. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Sed vulputate vulputate maximus. Sed euismod turpis vitae libero consectetur gravida. Pellentesque eu nibh ipsum. Ut porta tortor vel pharetra euismod. Nulla quis nunc bibendum, condimentum sem a, tempus lectus.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

### A. Satisfiabilidade

O problema da satisfabilidade booleana (SAT) é muito importante para a Ciência da Computação, sendo o primeiro demonstrado ser da class NP-Completo. Ele é o problema de decidir para dada expressão booleana, se é possível escolher valores para as variáveis de forma que a expressão como um todo seja verdadeira. Este problema é extensivamente pesquisado na área de métodos formais [1] e existem inclusive competições para definir qual é o melhor solucionador do mundo [2].

Um formato comumente utilizado para representar essas expressões é a Forma Normal Conjuntiva (CNF), que consiste da conjunção de cláusulas, em que cada cláusula é a disjunção de variáveis ou negação de variáveis.

$$C_1 \wedge C_2 \wedge \dots \wedge C_n \quad (1)$$

onde,

$$C_i = a_1^i \vee a_2^i \vee \dots \vee a_k^i \quad (2)$$

e para cada  $j$

$$a_j^i \in \{x_1, x_2, \dots, x_m, \neg x_1, \neg x_2, \dots, \neg x_m\} \quad (3)$$

### B. Pseudo-Booleans

Neste trabalho, introduzimos uma outra representação para expressões, chamados Pseudo-Booleanos, funções estudadas desde os anos 1960 na área de pesquisa operacional, em programação inteira. Este formato consiste de:

$$\sum_i a_i l_i \geq A \quad (4)$$

onde,

$$A, a_i \in \mathbb{N} \\ l_i \in \{x_i, \bar{x}_i\}, \quad x_i + \bar{x}_i = 1 \quad (5)$$

Este formato é exponencialmente mais compacto que o CNF, o que motiva seu uso [3].

### C. Pseudo-Boolean Reasoning

A lógica formal de Cutting Planes introduz 2 axiomas e 4 regras de inferência, nomeadamente **Adição**, **Multiplicação**, **Divisão** e **Saturação**, que permitem derivar novas inequações a partir de outras [4].

## III. CONTRIBUIÇÕES

Capítulo de contribuição: descrição organizada das atividades conduzidas pelo aluno.

## CONCLUSÕES

Capítulo de fechamento: conclusões e relação de trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Sat Live! keep up to date with research on the satisfiability problem”, access at <http://www.satlive.org/>.
- [2] “The International SAT Competition Web Page”, access at <https://satcompetition.github.io/>.
- [3] J. Nordström, “Pseudo-Boolean Solving and Optimization”, February 2021.
- [4] J. Nordström, “A Unified Proof System for Discrete Combinatorial Problems”, November 2023.