

SATyrus: Quando Otimização encontra Inteligência Artificial

Priscila M. V. Lima



Instituto Tércio Pacitti de
Aplicações e Pesquisas
Computacionais

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil



Difícil...

01/04/2017 - 10h24 - POR ANAÍS MOTTA (COM SORAIA YOSHIDA)

Viajar de avião: o que mudou com a nova regulamentação da ANAC

Nova regra para franquias de bagagem de mão e despachada continua suspensa, mas outras nove já estão em vigor

f p in G+ Assine Já!



RESOLUÇÃO Nº 400 DE DEZEMBRO DE 2016 ENLOBA 40 REGRAS DIFERENTES (FOTO: TÂNIA RÉGO/AGÊNCIA BRASIL)

SENADO FEDERAL Fale com o Senado

senadonoticias

Todas Política Economia Social Administração Tecnologia Justiça Infraestrut

Reforma Trabalhista Argumento Jornal Rádio TV Fotos S

Home > Matérias > Comissões

CI debate nova regulamentação para exploração de portos

Da Redação | 04/08/2017, 17h14 - ATUALIZADO EM 04/08/2017, 19h29



O pedido de esclarecimentos sobre o decreto presidencial foi formulado na Comissão de Serviços de Infraestrutura pela senadora Vanessa Grazziotin (PCdoB-AM)

Pedro França/Agência Senado

MDD 93/42/EEC

Diretiva para Dispositivos Médicos - Nova Regulamentação

SAIBA MAIS



LRQA / Certificação / Diretiva para Dispositivos Médicos

Diretiva para Dispositivos Médicos – Nova Regulamentação

Assim como com a recente Regulamentação dos Dispositivos de Diagnóstico In Vitro (IVD), a proposta de Regulamentação para Dispositivos Médicos (MDR – Medical Device Regulation) também se aproxima dos estágios finais de desenvolvimento antes de se tornar lei na forma de uma Regulamentação.

EBC Agência Brasil Últimas notícias Editorias Fotos

Economia

Nova regulamentação do setor mineral respeita meio ambiente, diz Temer

Compartilhar: f G+ t URL: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia>

25/07/2017 18h19 Brasília

Marcelo Brandão - Repórter da Agência Brasil

Mais Difícil...

NATURE | NEWS FEATURE

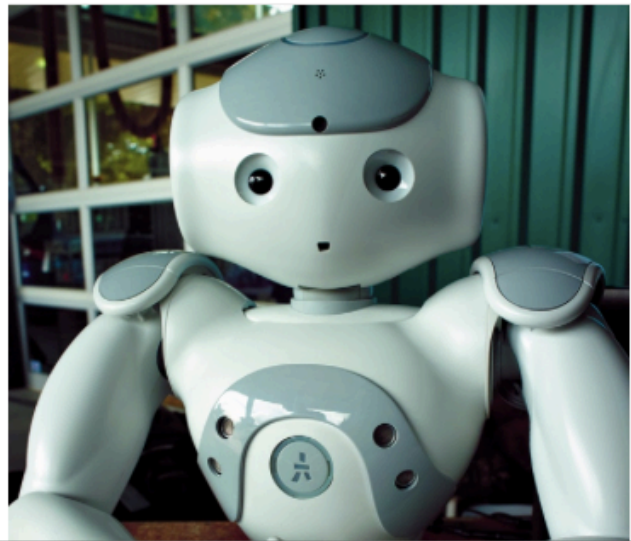
Machine ethics: The robot's dilemma

Working out how to build ethical robots is one of the thorniest challenges in artificial intelligence.

Boer Deng

01 July 2015

PDF Rights & Permissions



NBC NEWS SECTIONS NIGHTLY NEWS MSNBC MEET THE PRESS MEGYN KELLY DATELINE TODAY

advertisement

TECH > INNOVATION GADGETS INTERNET SECURITY MOBILE

For Driverless Cars, a Moral Dilemma: Who Lives and Who Dies?

by THE ASSOCIATED PRESS

SHARE
f Share
Tweet
Email
Print

BOSTON — Imagine you're behind the wheel when your brakes fail. As you speed toward a crowded crosswalk, you're confronted with an impossible choice: veer right and mow down a large group of elderly people, or veer left into a woman pushing a stroller.

Now imagine you're riding in the back of a self-driving car. How would it decide?

Researchers at the Massachusetts Institute of Technology are asking people worldwide how they think a robot car should handle such life-or-death decisions. Their goal is not just for better algorithms and ethical tenets to guide autonomous vehicles, but to understand what it will take for society to accept the vehicles and use them.



In this Tuesday, Jan. 10, 2017, photo, an autonomous vehicle is driven by an engineer on a street through an industrial park, in Boston. Steven Senne / AP

Their findings present a dilemma for car makers and governments eager to introduce self-driving vehicles on the promise that they'll be safer than human-controlled cars. People prefer a self-driving car to act in the greater good, sacrificing its passenger if it can save a crowd of pedestrians. They just don't want to get into that car.

"There is a real risk that if we don't understand those psychological

advertisement

Booking.com

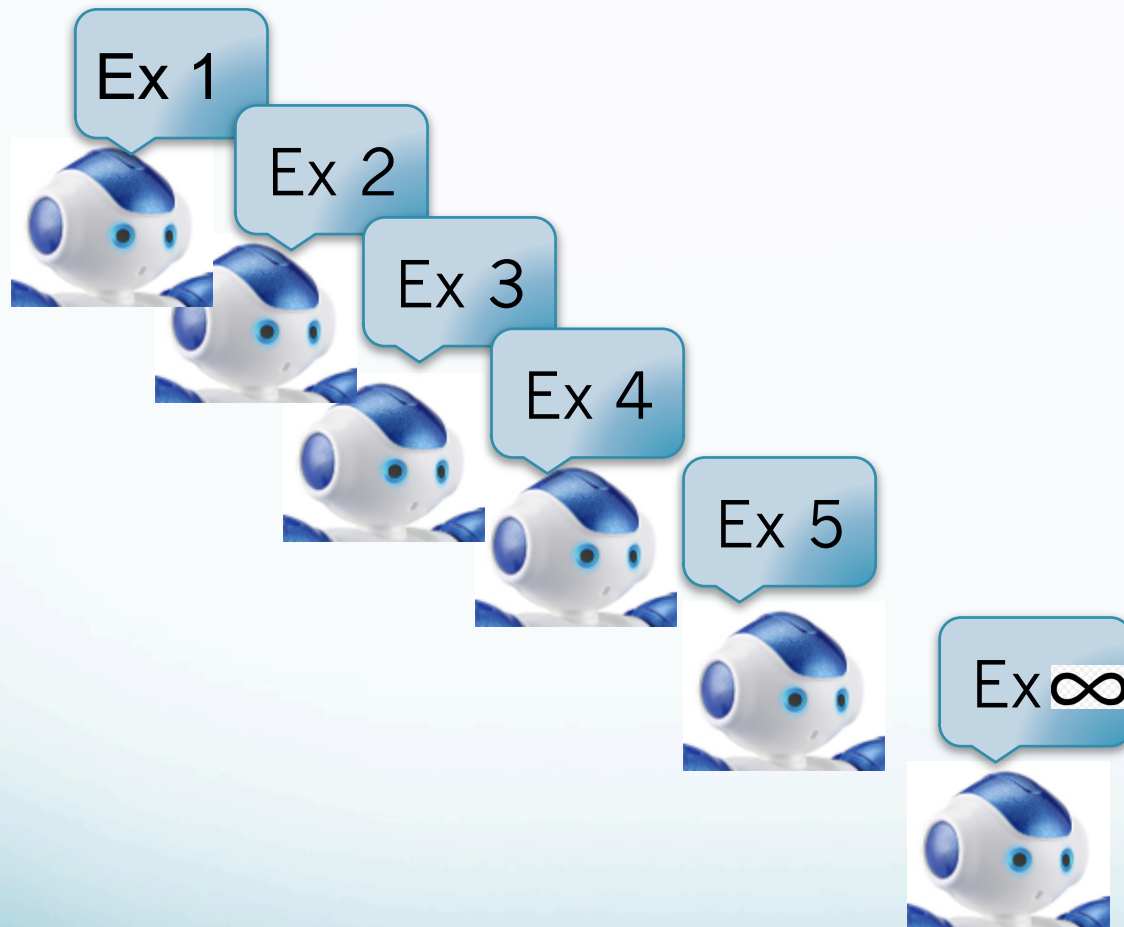
 Alghero - Casa Vacanze La Posada Sul 9.2/10 Reservar	 Alghero - F53 Kevin's charming 9.1/10 Reservar
--	--

FROM THE WEB Sponsored Links



Tiny Device Allows You To Track Anything (It's Genius!)
TrackR Bravo

Aprender TUDO através de exemplos?

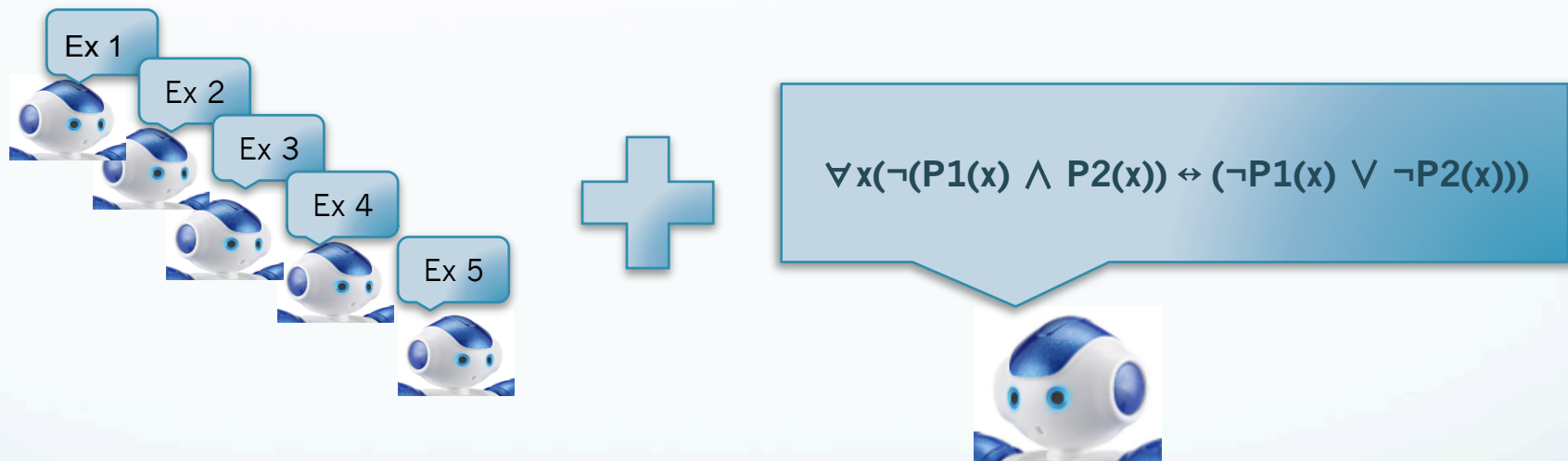


Atualmente: 2 Desafios para Inteligência Artificial

- Explicabilidade (*explainable AI*)
- Alinhamento com nossos interesses (*beneficial AI*)

Já sei!

- Fusão Implícito – Explícito



Mas.... COMO?



Total Perspective Vortex



Total Perspective Vortex

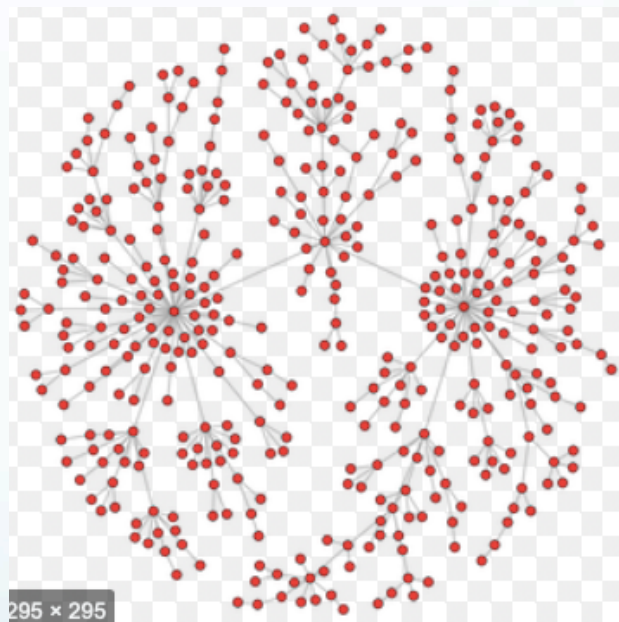
Baseado em:

“...since every piece of matter in the Universe is in someway affected by every other piece of matter in the Universe, it is in theory possible to extrapolate the whole of creation—every Galaxy, every sun, every planet, their orbits, their composition, and their economic and social history from, say, **one small piece of fairy cake.**”

From: the Restaurant at the End of the Universe, pg. 61, chapter 11, paragraph 2, lines 1-4

Traduzindo livremente...

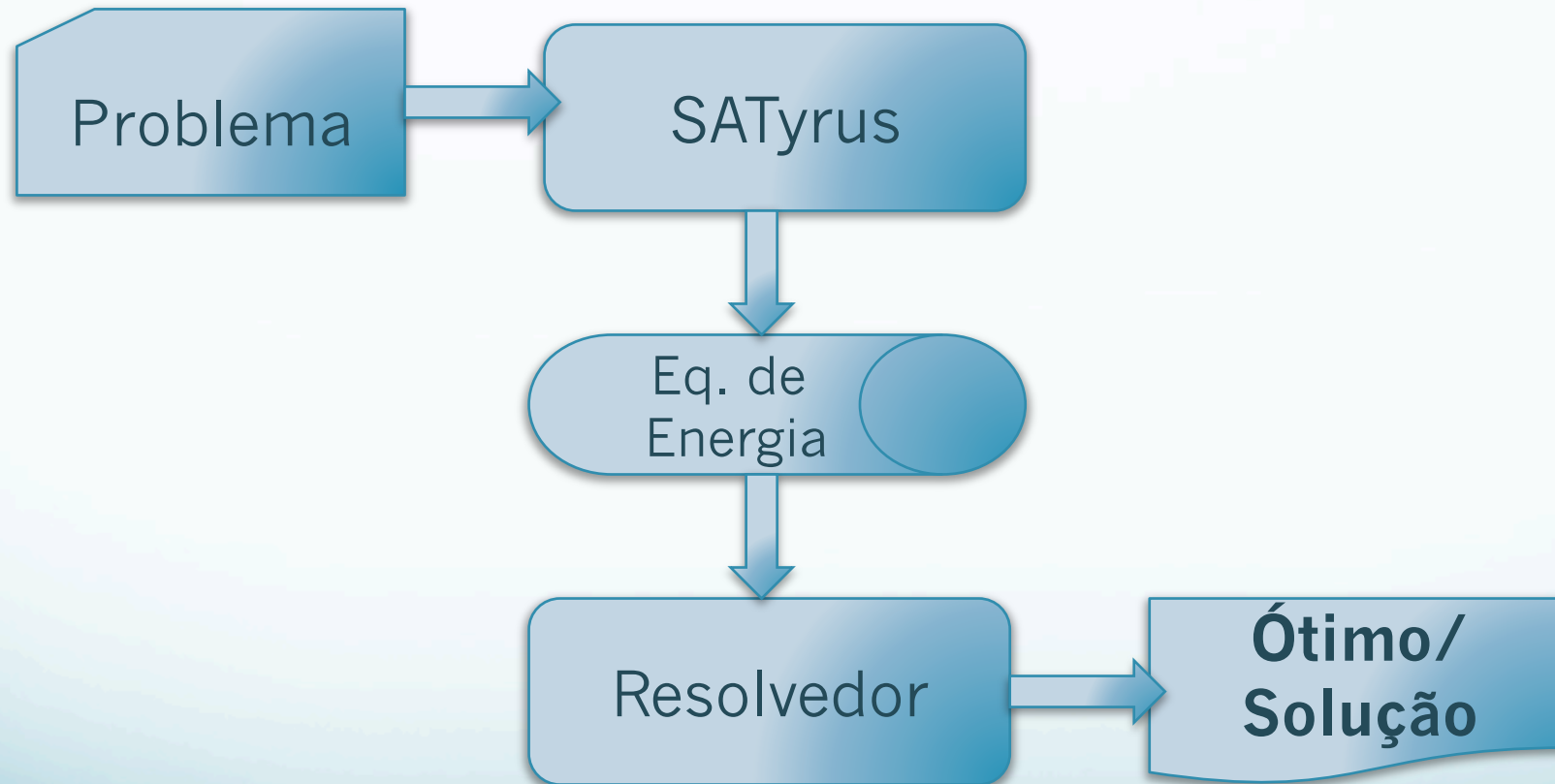
Tudo está conectado com tudo..



(e aqui entra a Otimização)

- Gerando uma Rede Neural Artificial (RNA) a partir de uma especificação de um problema e...
- Resolvendo a Equação de Energia que representa essa RNA
- Os mínimos (ótimos) globais dessa equação representam as soluções para o problema especificado

(e aqui entra a Otimização)



SATyrus

- Plataforma em que se especifica um problema alvo em linguagem declarativa e se compila o mesmo para uma função de energia que representa seu espaço de estados de soluções.

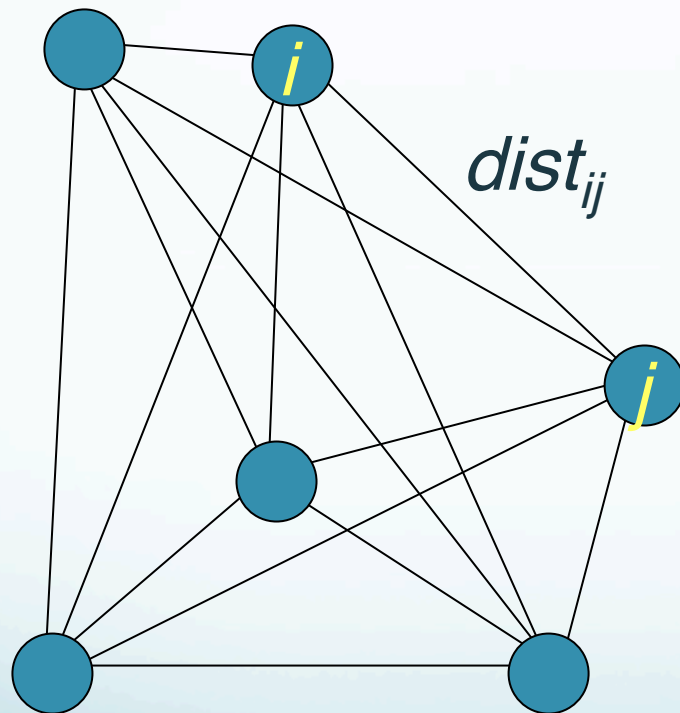
Mapeando SAT para Minimização de Energia

- $H(\text{true}) = 1$
- $H(\text{false}) = 0$
- $H(\neg p) = 1 - H(p)$
- $H(p \wedge q) = H(p) \times H(q)$
- $H(p \vee q) = H(p) + H(q) - H(p \wedge q)$
- $H(p \vee q) = H(p) + H(q)$

É possível associar energia E_i a $H^*(\neg\varphi)$

E_i conta o número de cláusulas não satisfeitas.

TSP como Restrições Pseudo-Booleanas



$$G=(V, A)$$

Traveling Salesperson Problem (TSP) consiste em determinar o ciclo Hamiltoniano de custo mínimo de $G=(V, A)$;

TSP como Restrições Pseudo-Booleanas

Restrições de integridade (viabilidade E_i):

(i) Todas as n cities devem participar do tour:

$\forall_i, \forall_j \mid 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n: \forall_j (v_{ij})$, então, seja $\varphi_1 = \bigwedge_i (\bigvee_j (v_{ij}))$.

(ii) Duas cidades não podem ocupar a mesma posição no tour:

$\forall_i, \forall_j, \forall_{i'} \mid 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n, 1 \leq i' \leq n, i \neq i': \neg(v_{ij} \wedge v_{i'j})$. então, seja $\varphi_2 = \bigwedge_i \bigwedge_{i' \neq i} \bigwedge_j \neg(v_{ij} \wedge v_{i'j})$.

(iii) Uma cidade não pode ocupar duas posições no tour:

$\forall_i, \forall_j, \forall_{j'} \mid 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n, 1 \leq j' \leq n, j \neq j': \neg(v_{ij} \wedge v_{ij'})$, então, seja $\varphi_3 = \bigwedge_i \bigwedge_j \bigwedge_{j' \neq j} \neg(v_{ij} \wedge v_{ij'})$.

TSP como Restrições Pseudo-Booleanas

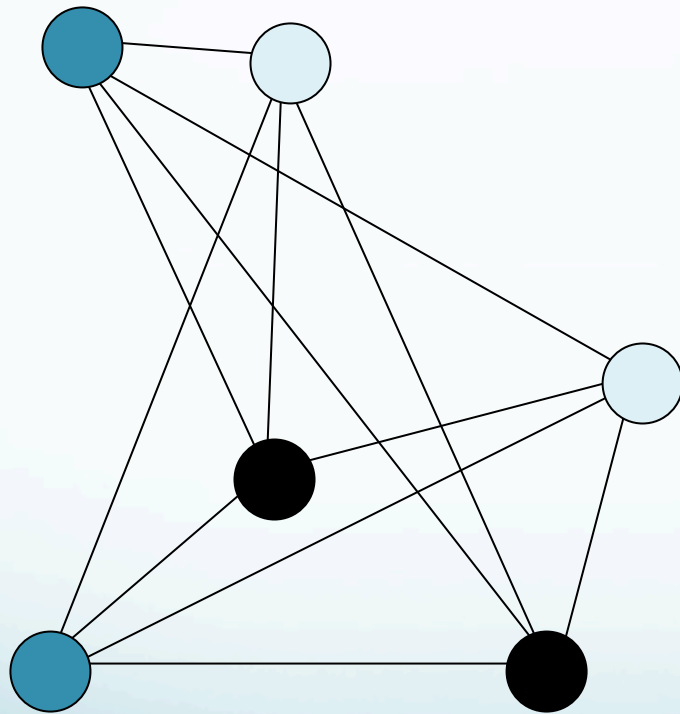
Restrições de custo (otimalidade E_0):

(iv) Custo entre duas cidades consecutivas no tour:

$\forall i, \forall j, \forall i' \mid 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n-1, 1 \leq i' \leq n, i \neq i'$: $dist_{ij'}(v_{ij} \wedge v_{i'(j+1)})$.
então, seja $\varphi_4 = \bigvee_i \bigvee_{i' \neq i} \bigvee_{j < n} dist_{ij'}(v_{ij} \wedge v_{i'(j+1)})$.

$$E = E_i + E_0$$

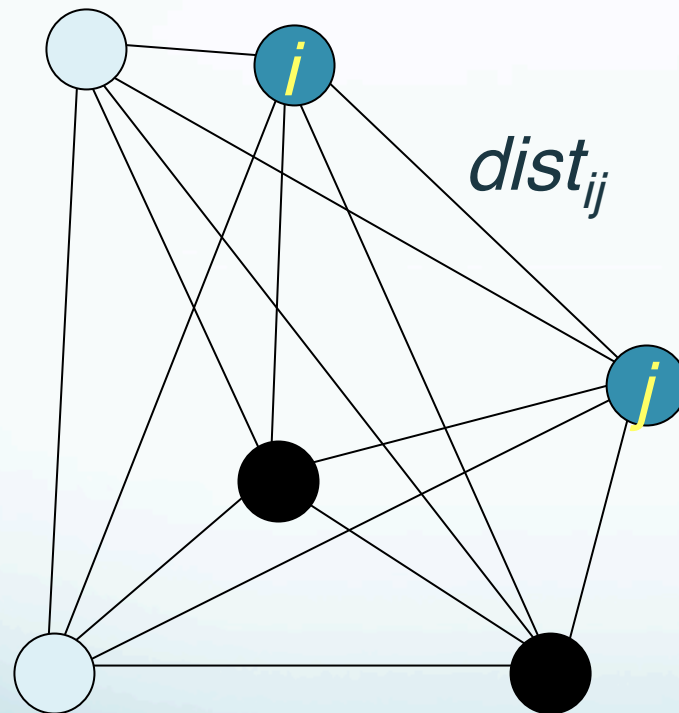
Coloração de Grafos como Restrições Pseudo-Booleanas



$G=(V, A)$

Determinar a atribuição do menor número de cores aos vértices de $G=(V, A)$ sem colorir nós vizinhos com a mesma cor;

Combinando Coloração de Mapas e TSP



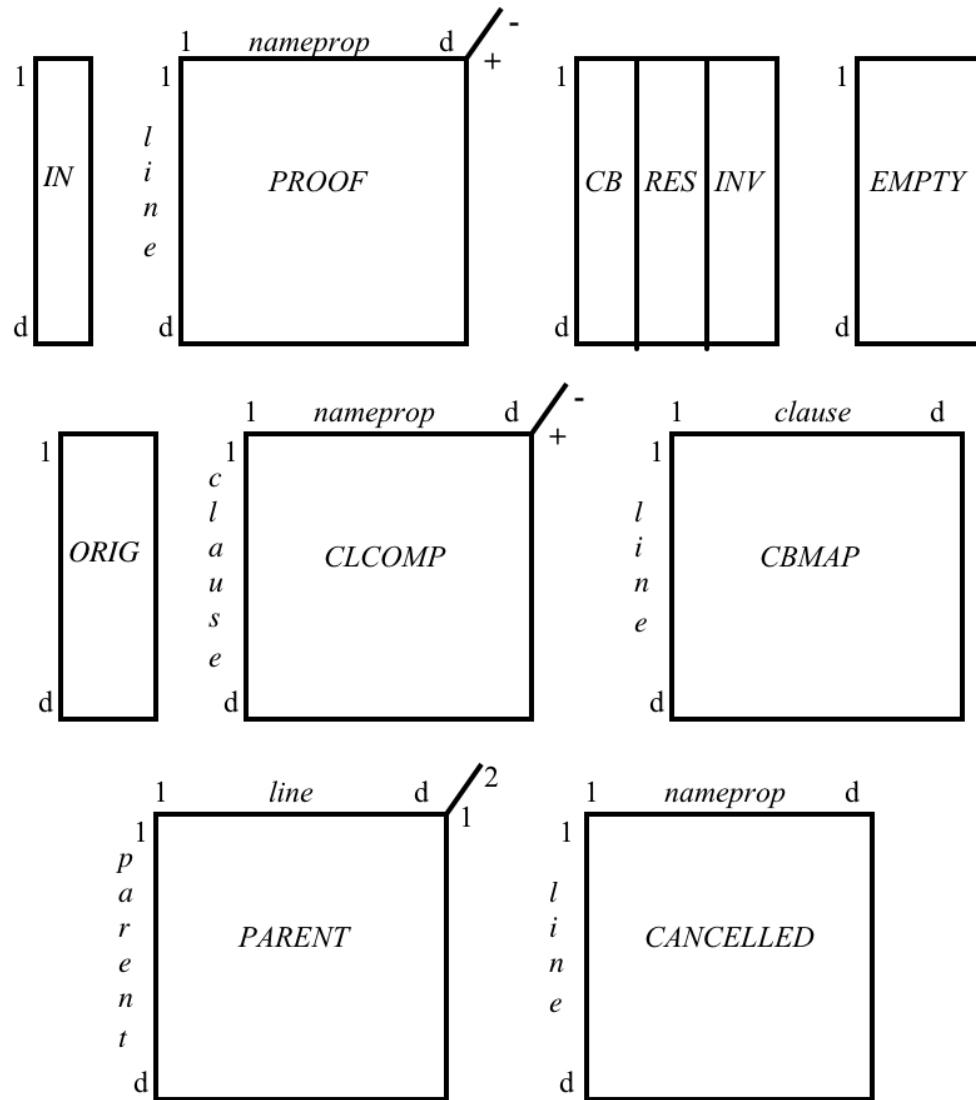
$G=(V, A)$

TSP (ciclo Hamiltoniano de custo mínimo *de* $G=(V, A)$) sobre cidades pertencentes a diferentes regiões:

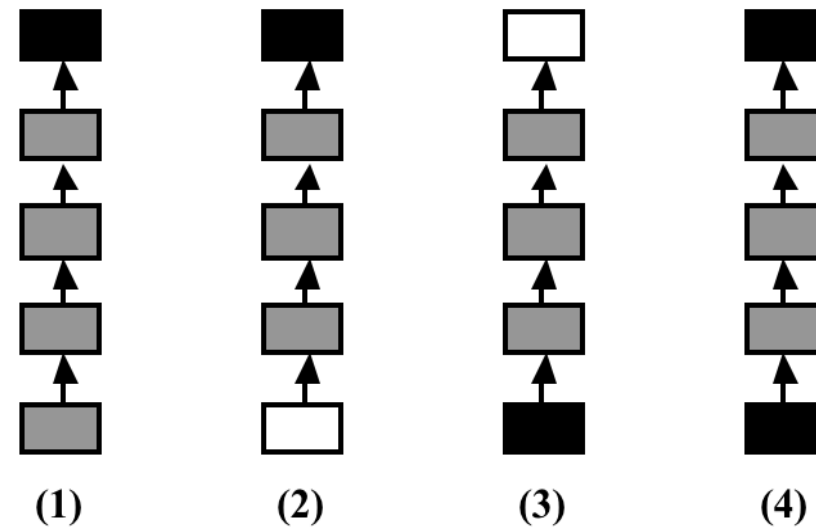
quando uma cidade for visitada, todas as outras da mesma região tb devem ser antes de passar para outra região;

LIMA, P. M. V.; PEREIRA, Gláucia C; MORVELI-ESPINOZA, M. M.; FRANÇA, Felipe Maia Galvão Mapping and Combining Combinatorial Problems into Energy Landscapes via Pseudo-Boolean Constraints. Lecture Notes in Computer Science. , v.3704, p.308 - 317, 2005

Raciocínio Neuro-simbólico: ARQ-PROP II



Raciocínio Dir. por Objetivo com ARQ-PROP II



1. DEDUCTION
2. ABDUCTION
3. PREDICTION
4. PLANNING

■ given
■ copied or deduced from the KB
□ required to complete a proof

LIMA, P. M. V.; MORVELI-ESPINOZA, M. M. M.; PEREIRA, Gláucia C; FERREIRA, T. O.; FRANÇA, Felipe Maia Galvão Logical Reasoning via Satisfiability Mapped into Energy Functions. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. , v.22, p. 1031 - 1043, 2008.

SATyrus e seus desdobramentos

- Q-SATyrus
- R-SATyrus
- W-SATyrus



“Nova” Tecnologia

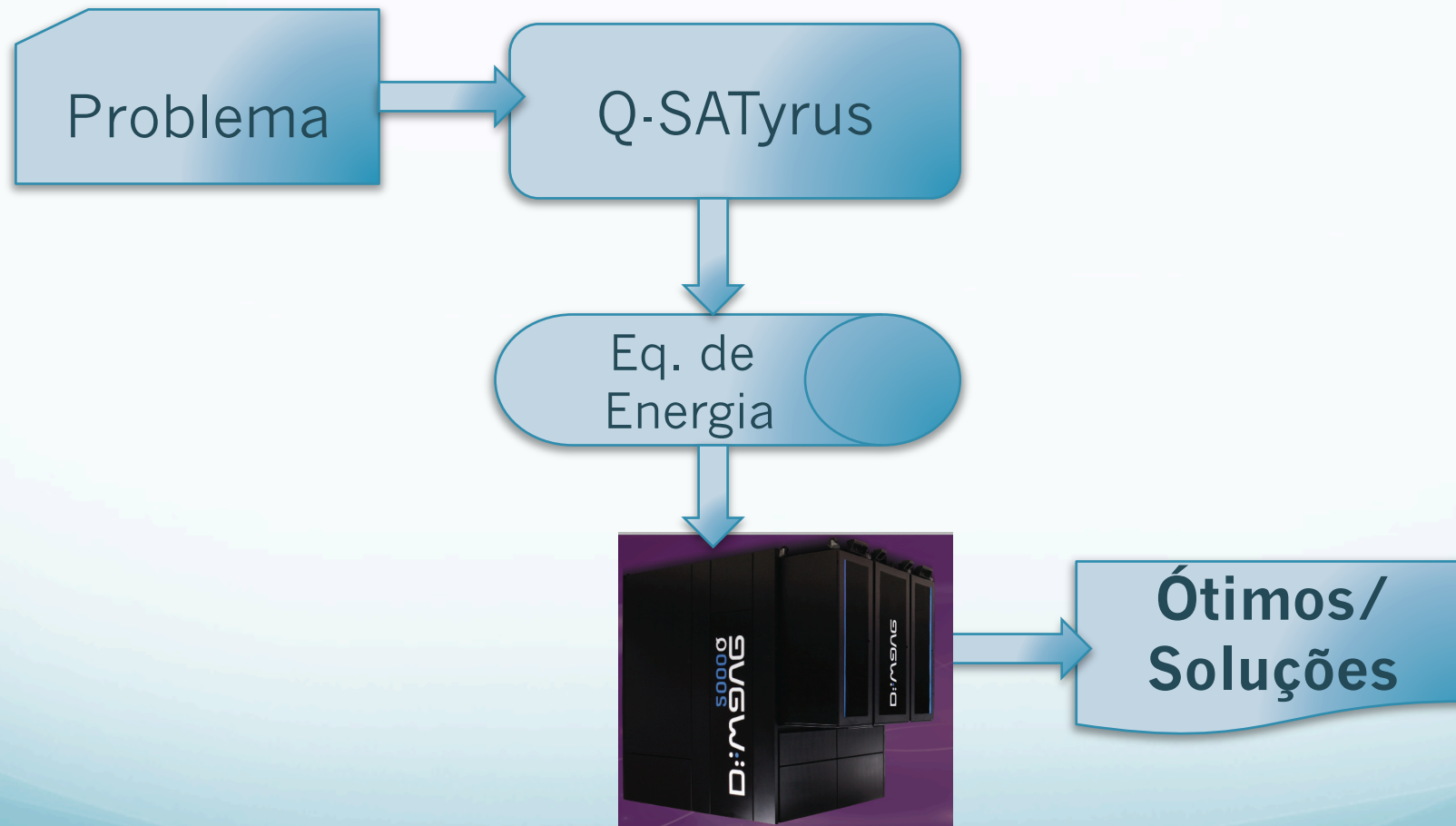


D-WAVE

- Companhia canadense D-Wave Systems, fundada em i 1999: família de computadores adiabáticos;
- D-Wave 2000Q™ system – 2048 qbits ;
- Não permite que todo nó seja conectado a todos os outros;
- Resolve QUBO – *Quadratic Unconstrained Binary Optimization*:

$$\min O(\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{q}) = \sum a_i q_i + \sum b_{ij} q_i q_j$$

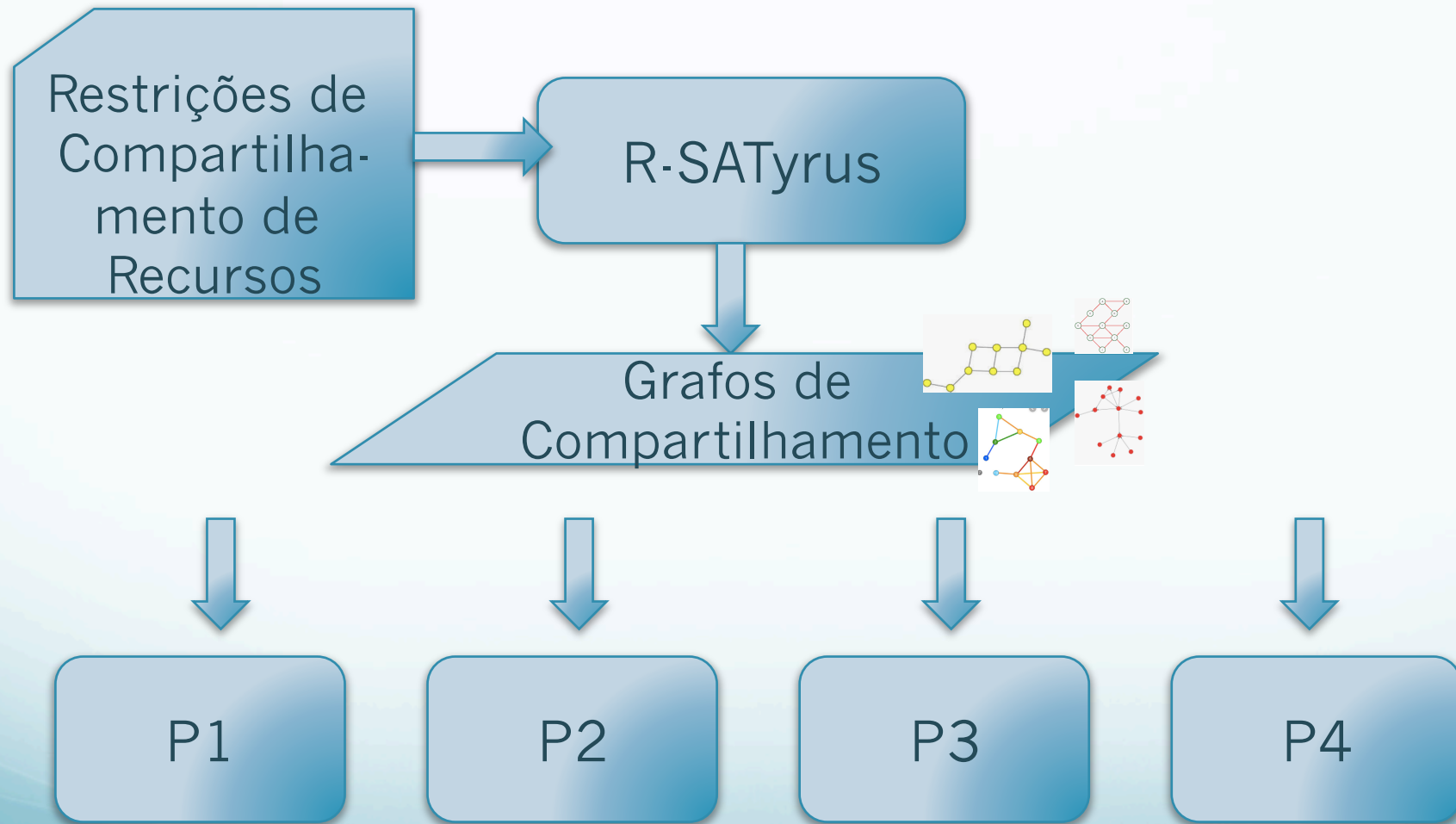
Q-SATyrus



Q-SATyrus

- SATyrus provê uma forma de combinar diferentes especificações de problemas:
AGORA, PARECE HAVER MÁQUINA ADEQUADA! (ou mais de uma, Fujitsu Digital Annealer)
- TODO: Conv. das conexões de alta ordem para binárias
- TODO: Integração ao SATyrus e disp. da plataforma
- TODO: Experimentos e aplicações com a D-WAVE
- TODO: Comp. com outras formas de uso da D-WAVE

R-SATyrus



R-SATyrus

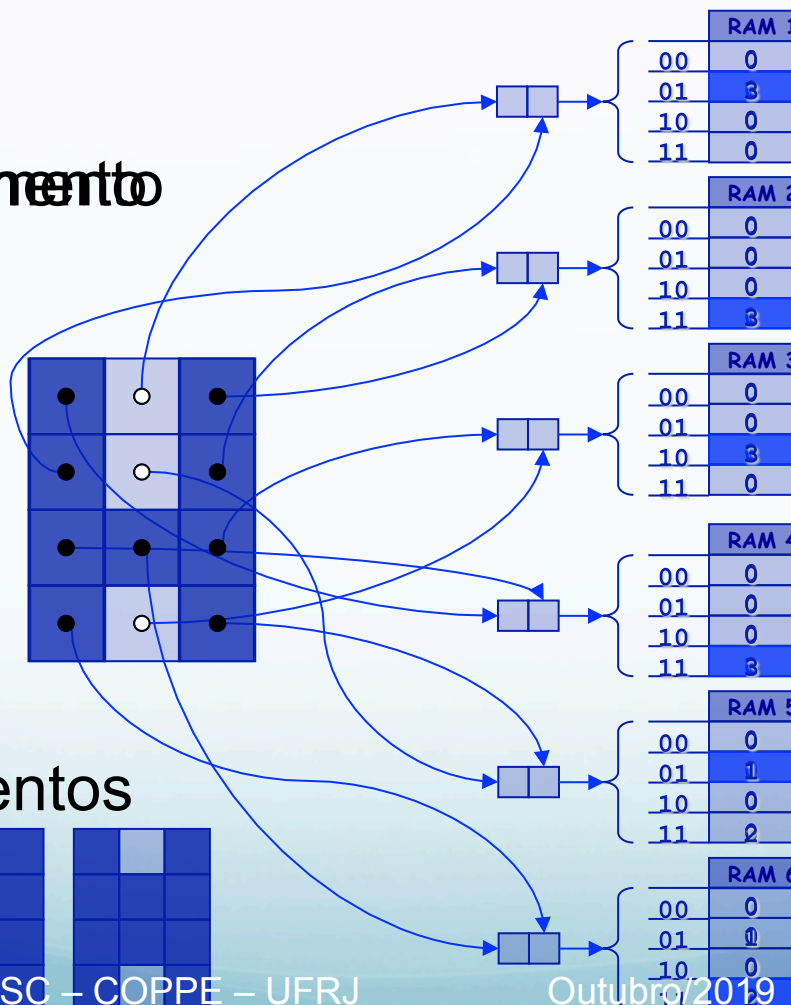
- Entrada: restrições de compartilhamento de recursos
- Saída: grafos de compartilhamento
- Linguagem declarativa adaptada
- Perda de algumas propriedades originais
- TODO: Aplicações reais
- TODO: Estudo teórico de expressividade

W-SATyrus

- WiSARD: família de Redes Neurais sem Peso (RNSP)
- 2009-2010: mecanismo de desempate (*bleaching*) tornou WiSARD competitiva
- TODO: integrar conhecimento explícito à WiSARD

Funcionamento do *Bleaching*

Mapamento



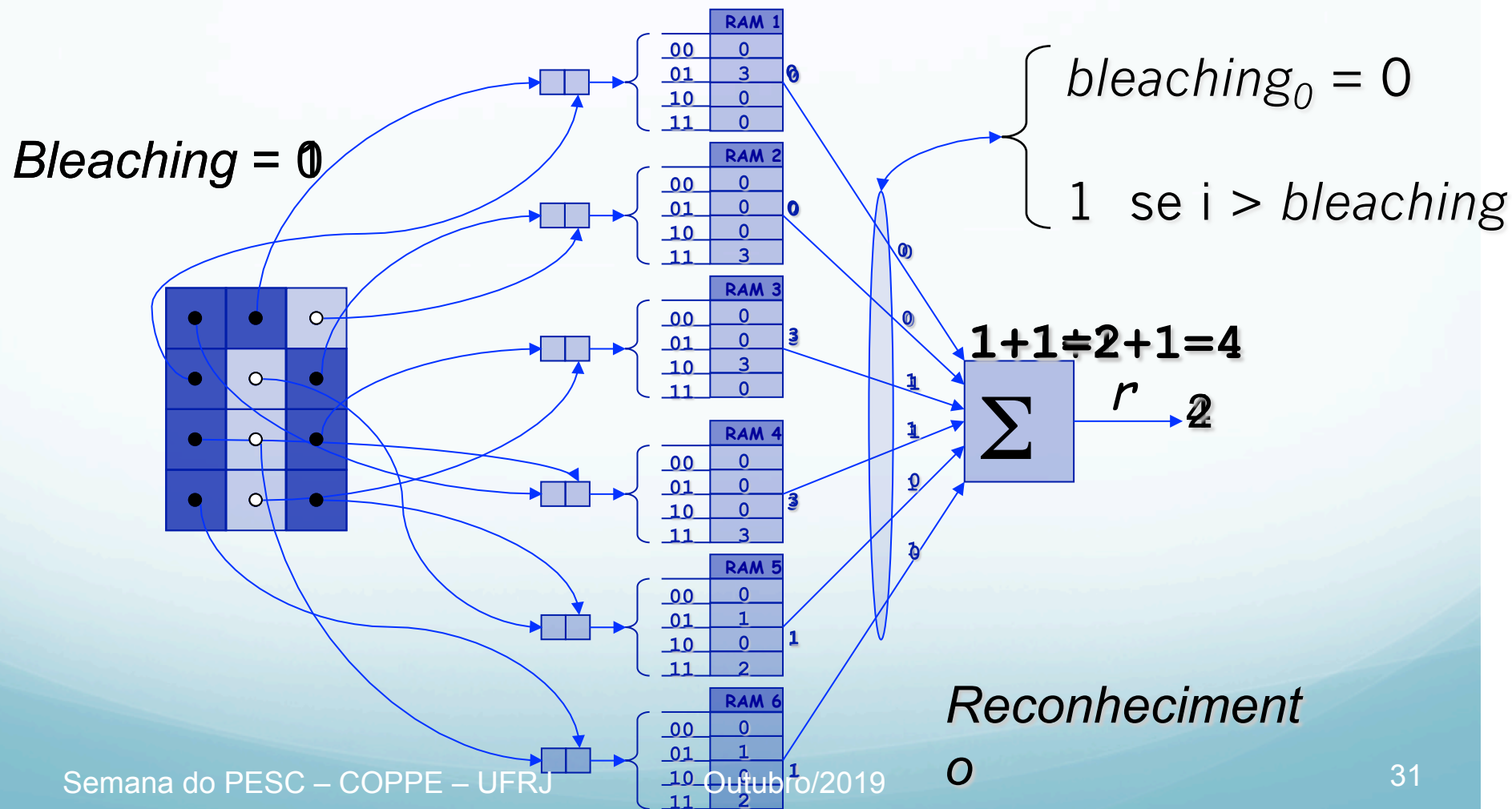
Treinamentos



Semana do PESC – COPPE – UFRJ

Outubro/2019

Funcionamento do *Bleaching*



Concluindo

- SATyrus e desdobramentos
- Um exemplo de integração Otimização – Inteligência Artificial
- Muito ainda por fazer...
 - Fusão explícito-implícito



Obrigada!

priscilamvl@gmail.com
priscilamvl@cos.ufrj.br

