Sistemas Baseados em Conhecimento
Aula de Exercícios II

Vinícius Bitencourt Matos

IME-USP

Setembro de 2017

Exercício 4 (longo!)

Resolver o exercício 1b novamente, desta vez utilizando resolução.

Exercício 4 (longo!)

Resolver o exercício 1b novamente, desta vez utilizando resolução.
Gabarito disponível no Paca.

Lista 1 — Exercício 1

Para cada uma das três sentenças abaixo, encontre uma interpretação que faça a sentença falsa e as outras duas verdadeiras:

(a) $\forall x \forall y \forall z \Big[\big(P(x,y) \land P(y,z) \big) \to P(x,z) \Big]$

(b) $\forall x \forall y \Big[(P(x,y) \land P(y,x)) \to x = y \Big]$

(c) $\forall x \forall y \Big[P(a,y) \to P(x,b) \Big]$

Lista 1 — Exercício 1a

(a) $\boldsymbol{\forall x \forall y \forall z \Big[\big(P(x, y) \land P(y, z)\big) \to P(x, z)\Big]}$ **falsa**

(b) $\forall x \forall y \Big[(P(x, y) \land P(y, x)) \to x = y\Big]$ verdadeira

(c) $\forall x \forall y \Big[P(a, y) \to P(x, b)\Big]$ verdadeira

Lista 1 — Exercício 1a

(a) $\forall \boldsymbol{x} \forall \boldsymbol{y} \forall \boldsymbol{z} \Big[\big(\boldsymbol{P}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) \wedge \boldsymbol{P}(\boldsymbol{y}, \boldsymbol{z}) \big) \rightarrow \boldsymbol{P}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{z}) \Big]$ falsa

(b) $\forall x \forall y \Big[(P(x, y) \wedge P(y, x)) \rightarrow x = y \Big]$ verdadeira

(c) $\forall x \forall y \Big[P(a, y) \rightarrow P(x, b) \Big]$ verdadeira

Possível resposta:

$$\mathfrak{I} = \langle D, I \rangle$$

$$D = \{1, 2, 3\}$$

$$I[P] = \{(1, 2), (2, 3)\}$$

$$\mu[a] = 3$$

$$\mu[b] = 1$$

Lista 1 — Exercício 1b

(a) $\forall x \forall y \forall z \Big[\big(P(x,y) \land P(y,z) \big) \rightarrow P(x,z) \Big]$ verdadeira

(b) $\boldsymbol{\forall x \forall y \Big[(P(x,\, y) \land P(y,\, x)) \rightarrow x = y \Big]}$ falsa

(c) $\forall x \forall y \Big[P(a,y) \rightarrow P(x,b) \Big]$ verdadeira

Lista 1 — Exercício 1b

(a) $\forall x \forall y \forall z \Big[\big(P(x, y) \land P(y, z)\big) \to P(x, z) \Big]$ verdadeira

(b) $\boldsymbol{\forall x \forall y \Big[(P(x,\ y) \land P(y,\ x)) \to x = y \Big]}$ falsa

(c) $\forall x \forall y \Big[P(a, y) \to P(x, b) \Big]$ verdadeira

Possível resposta:

$$\mathfrak{I} = \langle D, I \rangle$$

$$D = \{1, 2\}$$

$$I[P] = \{(1, 1), (1, 2), (2, 1), (2, 2)\}$$

$$\mu[a] = 1$$

$$\mu[b] = 2$$

Lista 1 — Exercício 1c

(a) $\forall x \forall y \forall z \Big[\big(P(x,y) \wedge P(y,z)\big) \rightarrow P(x,z)\Big]$ verdadeira

(b) $\forall x \forall y \Big[(P(x,y) \wedge P(y,x)) \rightarrow x = y\Big]$ verdadeira

(c) $\boldsymbol{\forall x \forall y \Big[P(a,\, y) \rightarrow P(x,\, b)\Big]}$ falsa

Lista 1 — Exercício 1c

(a) $\forall x \forall y \forall z \Big[\big(P(x,y) \wedge P(y,z)\big) \to P(x,z)\Big]$ verdadeira

(b) $\forall x \forall y \Big[(P(x,y) \wedge P(y,x)) \to x = y\Big]$ verdadeira

(c) $\boldsymbol{\forall x \forall y \Big[P(a,\, y) \to P(x,\, b)\Big]}$ falsa

Possível resposta:

$$\mathfrak{I} = \langle D, I \rangle$$

$$D = \{1, 2\}$$

$$I[P] = \{(1,1)\}$$

$$\mu[a] = 1$$

$$\mu[b] = 2$$

Lista 1 — Exercício 2

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

(a) Represente o conhecimento sobre o Clube Alpino e seus membros.

(b) Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.

(c) Suponha que tenha sido dito apenas que Mike gosta de tudo o que Tony não gosta, mas não que Mike não gosta de nada que Tony gosta. Mostre que agora a prova acima não é mais possível (dê um contraexemplo).

(d) Use resolução com extração de resposta para descobrir quem é o membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.

Lista 1 — Exercício 2a

Represente o conhecimento sobre o Clube Alpino e seus membros.

Lista 1 — Exercício 2a

Represente o conhecimento sobre o Clube Alpino e seus membros.

Possível representação:

Domínio: $\{\mathrm{tony}, \mathrm{mike}, \mathrm{john}, \mathrm{chuva}, \mathrm{neve}\}$

Lista 1 — Exercício 2a

Represente o conhecimento sobre o Clube Alpino e seus membros.

Possível representação:

Domínio: $\{\text{tony}, \text{mike}, \text{john}, \text{chuva}, \text{neve}\}$

ClubeAlpino(x): x pertence ao Clube Alpino

Lista 1 — Exercício 2a

Represente o conhecimento sobre o Clube Alpino e seus membros.

Possível representação:

Domínio: $\{\text{tony}, \text{mike}, \text{john}, \text{chuva}, \text{neve}\}$

ClubeAlpino(x): x pertence ao Clube Alpino

Esquiador(x): x é esquiador

Lista 1 — Exercício 2a

Represente o conhecimento sobre o Clube Alpino e seus membros.

Possível representação:

Domínio: $\{\text{tony}, \text{mike}, \text{john}, \text{chuva}, \text{neve}\}$

ClubeAlpino(x): x pertence ao Clube Alpino

Esquiador(x): x é esquiador

Alpinista(x): x é alpinista

Lista 1 — Exercício 2a

Represente o conhecimento sobre o Clube Alpino e seus membros.

Possível representação:

Domínio: $\{\text{tony}, \text{mike}, \text{john}, \text{chuva}, \text{neve}\}$

ClubeAlpino(x): x pertence ao Clube Alpino

Esquiador(x): x é esquiador

Alpinista(x): x é alpinista

Gosta(x, y): x gosta de y

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

1. $\text{ClubeAlpino}(tony)$
2. $\text{ClubeAlpino}(mike)$
3. $\text{ClubeAlpino}(john)$
4. $\neg(tony = mike)$
5. $\neg(tony = john)$
6. $\neg(mike = john)$

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. **Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista.** Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. **Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista.** Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

7. $\forall x \Big[\big(\text{ClubeAlpino}(x) \land \neg \text{Esquiador}(x) \big) \rightarrow \text{Alpinista}(x) \Big]$

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. **Alpinistas não gostam de chuva** e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. **Alpinistas não gostam de chuva** e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

$$\textbf{8}. \quad \forall x \Big[\text{Alpinista}(x) \rightarrow \neg\, \text{Gosta}(x, \text{chuva}) \Big]$$

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e **qualquer um que não goste de neve não é esquiador**. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e **qualquer um que não goste de neve não é esquiador**. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

$$\textbf{9.} \quad \forall x \left[\neg \text{Gosta}(x, \text{neve}) \rightarrow \neg \text{Esquiador}(x) \right]$$

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. **Mike não gosta de nada de que Tony gosta** e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. **Mike não gosta de nada de que Tony gosta** e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. Tony gosta de chuva e de neve.

$$\textbf{10}. \quad \forall x \left[\text{Gosta}(\text{tony}, x) \rightarrow \neg\, \text{Gosta}(\text{mike}, x) \right]$$

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. **Mike** não gosta de nada de que Tony gosta e **gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta**. Tony gosta de chuva e de neve.

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. **Mike** não gosta de nada de que Tony gosta e **gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta**. Tony gosta de chuva e de neve.

$$\mathbf{11}.\quad \forall x \left[\neg\, \mathrm{Gosta}(\mathrm{tony}, x) \rightarrow \mathrm{Gosta}(\mathrm{mike}, x) \right]$$

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. **Tony gosta de chuva e de neve.**

Lista 1 — Exercício 2a

Tony, Mike e John pertencem ao Clube Alpino. Todo membro do Clube Alpino que não é esquiador é alpinista. Alpinistas não gostam de chuva e qualquer um que não goste de neve não é esquiador. Mike não gosta de nada de que Tony gosta e gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta. **Tony gosta de chuva e de neve.**

$$\textbf{12}. \quad \text{Gosta}(\text{tony}, \text{chuva})$$

$$\textbf{13}. \quad \text{Gosta}(\text{tony}, \text{neve})$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\mathbf{10}.\quad \forall x \Big[\mathsf{Gosta}(\mathsf{tony}, x) \rightarrow \neg\, \mathsf{Gosta}(\mathsf{mike}, x) \Big]$$

$$\mathbf{13}.\quad \mathsf{Gosta}(\mathsf{tony}, \mathsf{neve})$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\mathbf{10}. \quad \forall x \left[\text{Gosta}(\text{tony}, x) \rightarrow \neg \, \text{Gosta}(\text{mike}, x) \right]$$

$$\mathbf{13}. \quad \text{Gosta}(\text{tony}, \text{neve})$$

$$\therefore$$

$$\mathbf{14}. \quad \neg \, \text{Gosta}(\text{mike}, \text{neve})$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\mathbf{9}.\quad \forall x \left[\neg\,\mathrm{Gosta}(x, \mathrm{neve}) \rightarrow \neg\,\mathrm{Esquiador}(x) \right]$$

$$\mathbf{14}.\quad \neg\,\mathrm{Gosta}(\mathrm{mike}, \mathrm{neve})$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\mathbf{9}. \quad \forall x \left[\neg \, \mathrm{Gosta}(x, \mathrm{neve}) \rightarrow \neg \, \mathrm{Esquiador}(x) \right]$$

$$\mathbf{14}. \quad \neg \, \mathrm{Gosta}(\mathrm{mike}, \mathrm{neve})$$

$$\therefore$$

$$\mathbf{15}. \quad \neg \, \mathrm{Esquiador}(\mathrm{mike})$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$
\begin{array}{ll}
\textbf{2}. & \mathsf{ClubeAlpino(mike)} \\
\textbf{15}. & \neg\,\mathsf{Esquiador(mike)}
\end{array}
$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\begin{array}{rl} \mathbf{2}. & \text{ClubeAlpino(mike)} \\ \mathbf{15}. & \neg\,\text{Esquiador(mike)} \end{array}$$

$$\therefore$$

$$\mathbf{16}. \quad \text{ClubeAlpino(mike)} \land \neg\,\text{Esquiador(mike)}$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

7. $\forall x \Big[\big(\text{ClubeAlpino}(x) \wedge \neg\, \text{Esquiador}(x) \big) \rightarrow \text{Alpinista}(x) \Big]$

16. $\text{ClubeAlpino}(\text{mike}) \wedge \neg\, \text{Esquiador}(\text{mike})$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\mathbf{7}. \quad \forall x \Big[\big(\text{ClubeAlpino}(x) \land \neg\, \text{Esquiador}(x) \big) \to \text{Alpinista}(x) \Big]$$

$$\mathbf{16}. \quad \text{ClubeAlpino}(\text{mike}) \land \neg\, \text{Esquiador}(\text{mike})$$

$$\therefore$$

$$\mathbf{17}. \quad \text{Alpinista}(\text{mike})$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.

Possível solução:

17. Alpinista(mike)

15. $\neg$ Esquiador(mike)

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.

Possível solução:

$$\begin{array}{rl} \mathbf{17}. & \text{Alpinista(mike)} \\ \mathbf{15}. & \neg\,\text{Esquiador(mike)} \\ & \therefore \\ \mathbf{18}. & \text{Alpinista(mike)} \wedge \neg\,\text{Esquiador(mike)} \end{array}$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

2. ClubeAlpino(mike)

18. Alpinista(mike) $\wedge \neg$ Esquiador(mike)

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\mathbf{2}. \quad \mathrm{ClubeAlpino(mike)}$$

$$\mathbf{18}. \quad \mathrm{Alpinista(mike)} \land \neg\, \mathrm{Esquiador(mike)}$$

$$\therefore$$

$$\mathbf{19}. \quad \mathrm{ClubeAlpino(mike)} \land \mathrm{Alpinista(mike)} \land \neg\, \mathrm{Esquiador(mike)}$$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.

Possível solução:

19. $\text{ClubeAlpino}(\text{mike}) \wedge \text{Alpinista}(\text{mike}) \wedge \neg \text{Esquiador}(\text{mike})$

Lista 1 — Exercício 2b

Prove que é uma consequência lógica deste conhecimento que existe um membro do Clube Alpino que é alpinista mas não esquiador.
Possível solução:

$$\textbf{19}.\quad \text{ClubeAlpino}(\text{mike}) \land \text{Alpinista}(\text{mike}) \land \neg\, \text{Esquiador}(\text{mike})$$

$$\therefore$$

$$\textbf{20}.\quad \exists x \Big[\, \text{ClubeAlpino}(x) \land \text{Alpinista}(x) \land \neg\, \text{Esquiador}(x) \Big]$$

$$\blacksquare$$

Lista 1 — Exercício 2c

Suponha que tenha sido dito apenas que Mike gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta, mas não que Mike não gosta de nada de que Tony gosta. Mostre que agora a prova acima não é mais possível (dê um **contraexemplo**).

Lista 1 — Exercício 2c

Suponha que tenha sido dito apenas que Mike gosta de tudo aquilo de que Tony não gosta, mas não que Mike não gosta de nada de que Tony gosta. Mostre que agora a prova acima não é mais possível (dê um contraexemplo). Possível solução:

$$\mathfrak{I} = \langle D, I \rangle, \qquad D = \{\text{tony}, \text{mike}, \text{john}, \text{chuva}, \text{neve}\}$$

$$I[\text{ClubeAlpino}] = \{\text{tony}, \text{mike}, \text{john}\}$$
$$I[\text{Esquiador}] = \{\text{tony}, \text{mike}, \text{john}\}$$
$$I[\text{Alpinista}] = \varnothing$$

$$\begin{aligned} I[\text{Gosta}] = \{&(\text{tony}, \text{chuva}), (\text{tony}, \text{neve}),\\ &(\text{mike}, \text{neve}), (\text{john}, \text{neve}),\\ &(\text{mike}, \text{mike}), (\text{mike}, \text{tony}), (\text{mike}, \text{john})\} \end{aligned}$$

Lista 1 — Exercício 2d

Use resolução **com extração de resposta** para descobrir quem é o membro do Clube Alpino que é alpinista mas não é esquiador.

Lista 1 — Exercício 2d

Use resolução com extração de resposta para descobrir quem é o membro do Clube Alpino que é alpinista mas não é esquiador.

1. $[\text{ClubeAlpino}(tony)]$
2. $[\text{ClubeAlpino}(mike)]$
3. $[\text{ClubeAlpino}(john)]$
4. $[\neg(tony = mike)]$
5. $[\neg(tony = john)]$
6. $[\neg(mike = john)]$

Lista 1 — Exercício 2d

Use resolução com extração de resposta para descobrir quem é o membro do Clube Alpino que é alpinista mas não é esquiador.

$$
\begin{array}{rl}
\textbf{7}. & [\neg\,\mathsf{ClubeAlpino}(v), \mathsf{Esquiador}(v), \mathsf{Alpinista}(v)] \\
\textbf{8}. & [\neg\,\mathsf{Alpinista}(w), \neg\,\mathsf{Gosta}(w, \mathsf{chuva})] \\
\textbf{9}. & [\mathsf{Gosta}(x, \mathsf{neve}), \neg\,\mathsf{Esquiador}(x)] \\
\textbf{10}. & [\neg\,\mathsf{Gosta}(\mathsf{tony}, y), \neg\,\mathsf{Gosta}(\mathsf{mike}, y)] \\
\textbf{11}. & [\mathsf{Gosta}(\mathsf{tony}, z), \mathsf{Gosta}(\mathsf{mike}, z)] \\
\textbf{12}. & [\mathsf{Gosta}(\mathsf{tony}, \mathsf{chuva})] \\
\textbf{13}. & [\mathsf{Gosta}(\mathsf{tony}, \mathsf{neve})]
\end{array}
$$

Lista 1 — Exercício 2d

Use resolução com extração de resposta para descobrir quem é o membro do Clube Alpino que é alpinista mas não é esquiador.

$$\neg\exists u\Big[\,\text{ClubeAlpino}(u) \land \text{Alpinista}(u) \land \neg\,\text{Esquiador}(u) \land \neg A(x)\Big]$$

Lista 1 — Exercício 2d

Use resolução com extração de resposta para descobrir quem é o membro do Clube Alpino que é alpinista mas não é esquiador.

$$\neg\exists u\Big[\,\mathrm{ClubeAlpino}(u) \wedge \mathrm{Alpinista}(u) \wedge \neg\,\mathrm{Esquiador}(u) \wedge \neg A(x)\Big]$$

$$\forall u\Big[\neg\,\mathrm{ClubeAlpino}(u) \vee \neg\,\mathrm{Alpinista}(u) \vee \mathrm{Esquiador}(u) \vee A(u)\Big]$$

Lista 1 — Exercício 2d

Use resolução com extração de resposta para descobrir quem é o membro do Clube Alpino que é alpinista mas não é esquiador.

$$\neg\exists u\Big[\,\text{ClubeAlpino}(u) \wedge \text{Alpinista}(u) \wedge \neg\,\text{Esquiador}(u) \wedge \neg A(x)\Big]$$

$$\forall u\Big[\neg\,\text{ClubeAlpino}(u) \vee \neg\,\text{Alpinista}(u) \vee \text{Esquiador}(u) \vee A(u)\Big]$$

14. $[\neg\,\text{ClubeAlpino}(u), \neg\,\text{Alpinista}(u), \text{Esquiador}(u), A(u)]$

Lista 1 — Exercício 2d

8. [$\neg$ Alpinista(w), $\neg$ Gosta(w, chuva)]

11. [Gosta(tony, z), Gosta(mike, z)]

12. [Gos

5. [$\neg$(tony = john)]

14. [$\neg$ ClubeAlpino(u), $\neg$ Alpinista(u), Esquiador(u), A(u)]

3. [Cl

6. [$\neg$(mike = john)]

1. [ClubeAlpino(mike)]

2. [ClubeAlpino(mike)]

10. [$\neg$ Gosta(tony, y), $\neg$ Gosta(mike, y

13. [Gosta(tony, neve)]

Lista 1 — Exercício 2d

osta(tony, z), Gosta(mike, z)]

12. [Gosta(tony, chuva)]

Alpinista(u), Esquiador(u), $A(u)$]

3. [ClubeAlpino(mike)]

4. [$\neg$(tony $=$ mike)]

2. [ClubeAlpino(mike)]

7. [$\neg$ ClubeAlpino(v), Esquiador(v), Alpinista(v)]

10. [$\neg$ Gosta(tony, y), $\neg$ Gosta(mike, y)]

13. [Gosta(tony, neve)]

9. [Gosta(x, neve), $\neg$ Esquiador(x)]

Lista 1 — Exercício 2d

2. [ClubeAlpino(mike)]

7. [$\neg$ ClubeAlpino(v), Esquiador(v), Alpinista(v)]

10. [$\neg$ Gosta(tony, y), $\neg$ Gosta(mike, y)]

13. [Gosta(tony, neve)]

9. [Gosta(x, neve), $\neg$ Esquiador(x)]

Lista 1 — Exercício 2d

2. [ClubeAlpino(mike)]

7. [$\neg$ ClubeAlpino(v), Esquiador(v), Alpinista(v)]

10. [$\neg$ Gosta(tony, y), $\neg$ Gosta(mike, y)]

13. [Gosta(tony, neve)]

9. [Gosta(x, neve), $\neg$ Esquiador(x)]

y / neve

15. [$\neg$ Gosta(mike, neve)]

Lista 1 — Exercício 2d

2. [ClubeAlpino(mike)]

7. [$\neg$ ClubeAlpino(v), Esquiador(v), Alpinista(v)]

10. [$\neg$ Gosta(tony, y), $\neg$ Gosta(mike, y)]

13. [Gosta(tony, neve)]

9. [Gosta(x, neve), $\neg$ Esquiador(x)]

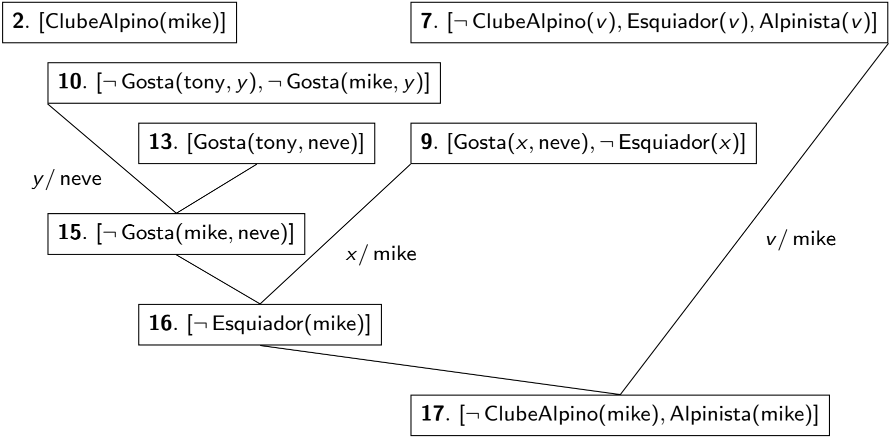
y / neve

15. [$\neg$ Gosta(mike, neve)]

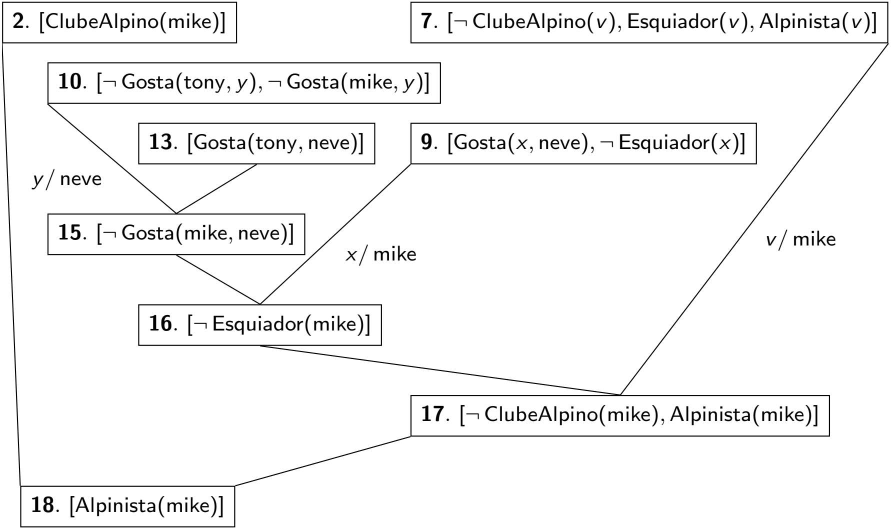
x / mike

16. [$\neg$ Esquiador(mike)]

Lista 1 — Exercício 2d



Lista 1 — Exercício 2d



Lista 1 — Exercício 2d

8. [$\neg$ Alpinista(w), $\neg$ Gosta(w, chuva)]

11. [Gosta(tony, z), Gosta(mike, z)]

12. [Go

5. [$\neg$(tony = john)]

14. [$\neg$ ClubeAlpino(u), $\neg$ Alpinista(u), Esquiador(u), A(u)]

3. [C

6. [$\neg$(mike = john)]

1. [ClubeAlpino(mike)]

2. [ClubeAlpino(mike)]

10. [$\neg$ Gosta(tony, y), $\neg$ Gosta(mike,

13. [Gosta(tony, neve)]

y/ neve

15. [$\neg$ Gosta(mike, neve)]

x/ mik

16. [$\neg$ Esquiador(mike)]

Lista 1 — Exercício 2d

8. [¬ Alpinista(w), ¬ Gosta(w, chuva)]

11. [Gosta(tony, z), Gosta(mike, z)]

12. [Go

5. [¬(tony = john)]

14. [¬ ClubeAlpino(u), ¬ Alpinista(u), Esquiador(u), A(u)]

3. [C

6. [¬(mike = john)]

1. [ClubeAlpino(mike)]

2. [ClubeAlpino(mike)]

10. [¬ Gosta(tony, y), ¬ Gosta(mike,

13. [Gosta(tony, neve)]

u/ mike

y/ neve

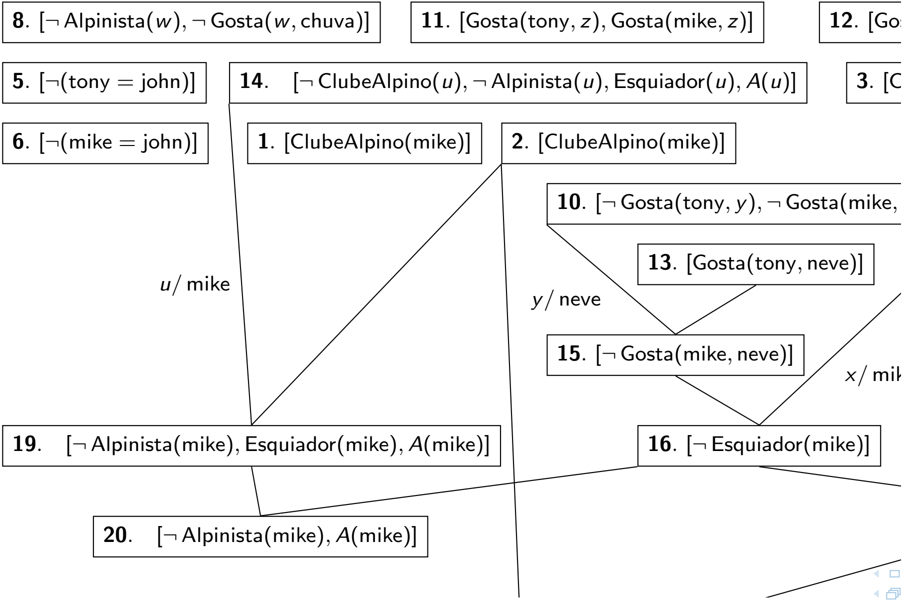
15. [¬ Gosta(mike, neve)]

x/ mik

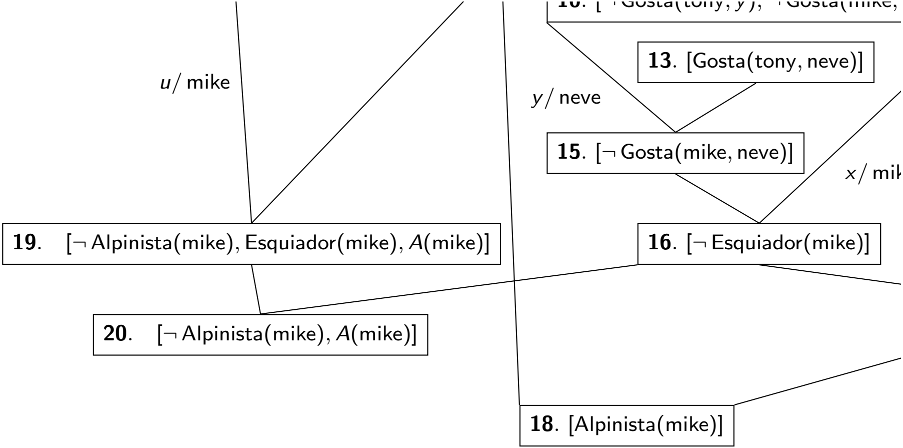
19. [¬ Alpinista(mike), Esquiador(mike), A(mike)]

16. [¬ Esquiador(mike)]

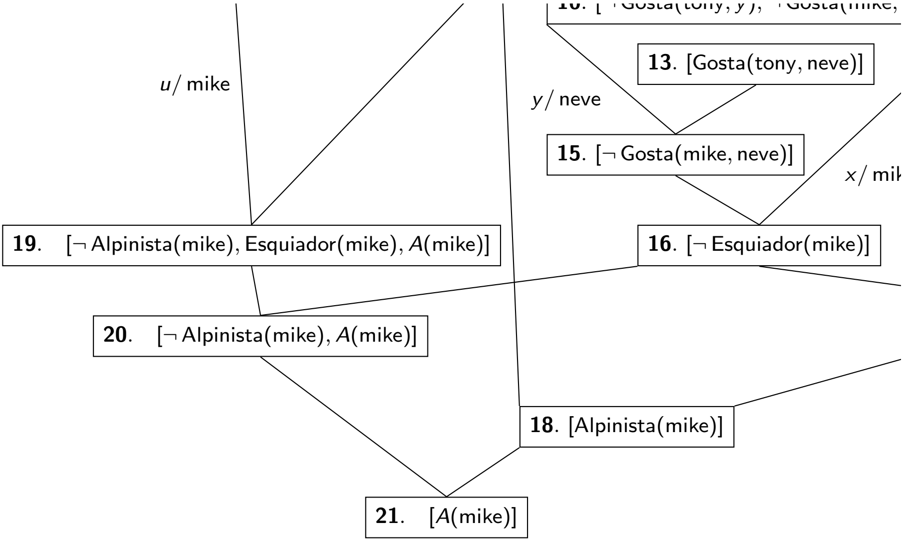
Lista 1 — Exercício 2d



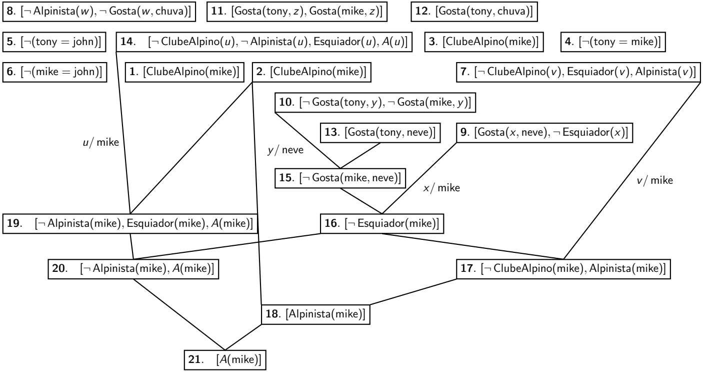
Lista 1 — Exercício 2d



Lista 1 — Exercício 2d



Lista 1 — Exercício 2d



Mike é o membro procurado.

Exercício (em aula) 5

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

(a) Use resolução para encontrar o assassino: formalize os fatos como um conjunto de cláusulas, prove que há um assassino, e identifique-o a partir da derivação.

(b) Suponha que descobrimos que estávamos errados: não podemos supor que havia apenas um assassino (pode ter havido uma conspiração). Mostre que neste caso os fatos não dão suporte à culpa de suspeito algum, ou seja, para cada suspeito, apresente uma interpretação lógica que esteja de acordo com todos os fatos mas em que tal suspeito é inocente e os outros dois são culpados.

Exercício (em aula) 5a

Domínio: $\{a, b, c\}$

Exercício (em aula) 5a

Domínio: $\{a, b, c\}$
Predicados (todos unários):

- $M(x)$: x é o assassino

Exercício (em aula) 5a

Domínio: $\{a, b, c\}$
Predicados (todos unários):

- $M(x)$: x é o assassino
- $F(x)$: x é amigo da vítima

Exercício (em aula) 5a

Domínio: $\{a, b, c\}$
Predicados (todos unários):

- $M(x)$: x é o assassino
- $F(x)$: x é amigo da vítima
- $H(x)$: x odiava a vítima

Exercício (em aula) 5a

Domínio: $\{a, b, c\}$
Predicados (todos unários):

- $M(x)$: x é o assassino
- $F(x)$: x é amigo da vítima
- $H(x)$: x odiava a vítima
- $O(x)$: x estava fora da cidade no dia do crime

Exercício (em aula) 5a

Domínio: $\{a, b, c\}$
Predicados (todos unários):

- $M(x)$: x é o assassino
- $F(x)$: x é amigo da vítima
- $H(x)$: x odiava a vítima
- $O(x)$: x estava fora da cidade no dia do crime
- $K(x)$: x conhecia a vítima

Exercício (em aula) 5a

Domínio: $\{a, b, c\}$
Predicados (todos unários):

- $M(x)$: x é o assassino
- $F(x)$: x é amigo da vítima
- $H(x)$: x odiava a vítima
- $O(x)$: x estava fora da cidade no dia do crime
- $K(x)$: x conhecia a vítima
- $W(x)$: x estava com a vítima logo antes do crime

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e **Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino)**. Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e **Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino)**. Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

$$M(a) \vee M(b) \vee M(c)$$

$$\neg\big(M(a) \wedge M(b)\big)$$

$$\neg\big(M(a) \wedge M(c)\big)$$

$$\neg\big(M(b) \wedge M(c)\big)$$

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. **Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade**.

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). **Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima**. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). **Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima**. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

$$\neg M(a) \to \big(F(b) \land H(c)\big)$$

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. **Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima**. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. **Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima**. Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

$$\neg M(b) \to \big(O(b) \land \neg K(b)\big)$$

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. **Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato**. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

Exercício (em aula) 5a

Houve um assassinato, e Arthur, Beto e Carlos são os únicos suspeitos (isto é, exatamente um deles é o assassino). Arthur diz que Beto era amigo da vítima e que Carlos odiava a vítima. Beto diz que estava fora da cidade no dia do crime, e que nem conhecia a vítima. **Carlos diz que viu Arthur e Beto com a vítima logo antes do assassinato**. Todos (exceto possivelmente o assassino) estão falando a verdade.

$$\neg M(c) \rightarrow \big(W(a) \wedge W(b)\big)$$

Exercício (em aula) 5a

1. $[M(a), M(b), M(c)]$
2. $[\neg M(a), \neg M(b)]$
3. $[\neg M(a), \neg M(c)]$
4. $[\neg M(b), \neg M(c)]$
5. $[M(a), F(b)]$
6. $[M(a), H(c)]$
7. $[M(b), O(b)]$
8. $[M(b), \neg K(b)]$
9. $[M(c), W(a)]$
10. $[M(c), W(b)]$

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

$$\forall w \big[F(w) \rightarrow K(w) \big]$$

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

$$\forall w \big[F(w) \rightarrow K(w) \big]$$

- quem odiava a vítima a conhecia

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

$$\forall w \left[F(w) \rightarrow K(w) \right]$$

- quem odiava a vítima a conhecia

$$\forall x \left[H(x) \rightarrow K(x) \right]$$

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

$$\forall w \left[F(w) \rightarrow K(w) \right]$$

- quem odiava a vítima a conhecia

$$\forall x \left[H(x) \rightarrow K(x) \right]$$

- quem estava fora da cidade não estava com a vítima

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

$$\forall w \left[F(w) \rightarrow K(w) \right]$$

- quem odiava a vítima a conhecia

$$\forall x \left[H(x) \rightarrow K(x) \right]$$

- quem estava fora da cidade não estava com a vítima

$$\forall y \left[O(y) \rightarrow \neg W(y) \right]$$

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

$$\forall w \left[F(w) \rightarrow K(w) \right]$$

- quem odiava a vítima a conhecia

$$\forall x \left[H(x) \rightarrow K(x) \right]$$

- quem estava fora da cidade não estava com a vítima

$$\forall y \left[O(y) \rightarrow \neg W(y) \right]$$

- quem era amigo da vítima não a odiava

Exercício (em aula) 5a

Conhecimento geral:

- quem era amigo da vítima a conhecia

$$\forall w \left[F(w) \rightarrow K(w) \right]$$

- quem odiava a vítima a conhecia

$$\forall x \left[H(x) \rightarrow K(x) \right]$$

- quem estava fora da cidade não estava com a vítima

$$\forall y \left[O(y) \rightarrow \neg W(y) \right]$$

- quem era amigo da vítima não a odiava

$$\forall z \left[F(z) \rightarrow \neg H(z) \right]$$

Exercício (em aula) 5a

11. $[\neg F(w), K(w)]$

12. $[\neg H(x), K(x)]$

13. $[\neg O(y), \neg W(y)]$

14. $[\neg F(z), \neg H(z)]$

Exercício (em aula) 5a

(a) Use **resolução** para encontrar o assassino. Em outras palavras, formalize os fatos como um conjunto de cláusulas, **prove que há um assassino, e identifique-o a partir da derivação**.

Exercício (em aula) 5a

(a) Use **resolução** para encontrar o assassino. Em outras palavras, formalize os fatos como um conjunto de cláusulas, **prove que há um assassino, e identifique-o a partir da derivação**.

$$\neg\exists u\left[M(u) \wedge \neg A(u)\right]$$

Exercício (em aula) 5a

(a) Use **resolução** para encontrar o assassino. Em outras palavras, formalize os fatos como um conjunto de cláusulas, **prove que há um assassino, e identifique-o a partir da derivação**.

$$\neg\exists u\Big[M(u) \wedge \neg A(u)\Big]$$

$$[\neg M(u), A(u)]$$

Exercício (em aula) 5a

1. $[M(a), M(b), M(c)]$

2. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

4. $[\neg M(b), \neg M(c)]$

6. $[M(a), H(c)]$

9. $[M(c), W(a)]$

12. $[\neg H(x), K(x)]$

5. $[M(a), F(b)]$

14. $[\neg F(z), \neg H(z)]$

11. $[\neg F(w), K(w)]$

10. $[M(c), W(b)]$

13. $[\neg O(y), \neg W(y)]$

8. $[M(b), \neg K(b)]$

7. $[M(b), O(b)]$

3. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

15. $[\neg M(u), A(u)]$

Exercício (em aula) 5a

1. $[M(a), M(b), M(c)]$ **2**. $[\neg M(a), \neg M(b)]$ **4**. $[\neg M(b), \neg M(c)]$ **6**. $[M(a), H(c)]$

9. $[M(c), W(a)]$ **12**. $[\neg H(x), K(x)]$ **5**. $[M(a), F(b)]$ **14**. $[\neg F(z), \neg H(z)]$

11. $[\neg F(w), K(w)]$ **10**. $[M(c), W(b)]$ **13**. $[\neg O(y), \neg W(y)]$

8. $[M(b), \neg K(b)]$ **7**. $[M(b), O(b)]$

w/b

16. $[M(a), K(b)]$ **3**. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

15. $[\neg M(u), A(u)]$

Exercício (em aula) 5a

1. $[M(a), M(b), M(c)]$ **2**. $[\neg M(a), \neg M(b)]$ **4**. $[\neg M(b), \neg M(c)]$ **6**. $[M(a), H(c)]$

9. $[M(c), W(a)]$ **12**. $[\neg H(x), K(x)]$ **5**. $[M(a), F(b)]$ **14**. $[\neg F(z), \neg H(z)]$

11. $[\neg F(w), K(w)]$ **10**. $[M(c), W(b)]$ **13**. $[\neg O(y), \neg W(y)]$

8. $[M(b), \neg K(b)]$ **17**. $[M(c), \neg O(b)]$ y/b **7**. $[M(b), O(b)]$

w/b

16. $[M(a), K(b)]$ **3**. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

15. $[\neg M(u), A(u)]$

Exercício (em aula) 5a

1. $[M(a), M(b), M(c)]$

2. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

4. $[\neg M(b), \neg M(c)]$

6. $[M(a), H(c)]$

9. $[M(c), W(a)]$

12. $[\neg H(x), K(x)]$

5. $[M(a), F(b)]$

14. $[\neg F(z), \neg H(z)]$

11. $[\neg F(w), K(w)]$

10. $[M(c), W(b)]$

13. $[\neg O(y), \neg W(y)]$

y/b

8. $[M(b), \neg K(b)]$

w/b

17. $[M(c), \neg O(b)]$

7. $[M(b), O(b)]$

16. $[M(a), K(b)]$

18. $[M(b), M(c)]$

3. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

15. $[\neg M(u), A(u)]$

Exercício (em aula) 5a

1. $[M(a), M(b), M(c)]$

2. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

4. $[\neg M(b), \neg M(c)]$

6. $[M(a), H(c)]$

9. $[M(c), W(a)]$

12. $[\neg H(x), K(x)]$

5. $[M(a), F(b)]$

14. $[\neg F(z), \neg H(z)]$

11. $[\neg F(w), K(w)]$

10. $[M(c), W(b)]$

13. $[\neg O(y), \neg W(y)]$

y/b

8. $[M(b), \neg K(b)]$

w/b

17. $[M(c), \neg O(b)]$

7. $[M(b), O(b)]$

16. $[M(a), K(b)]$

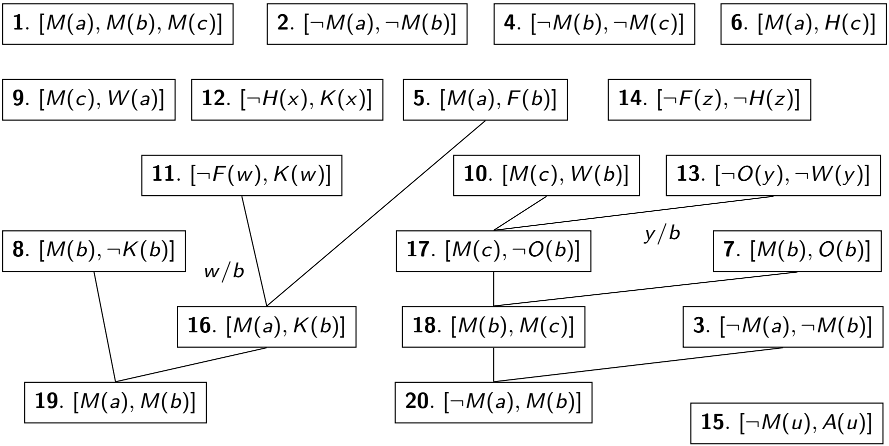
18. $[M(b), M(c)]$

3. $[\neg M(a), \neg M(b)]$

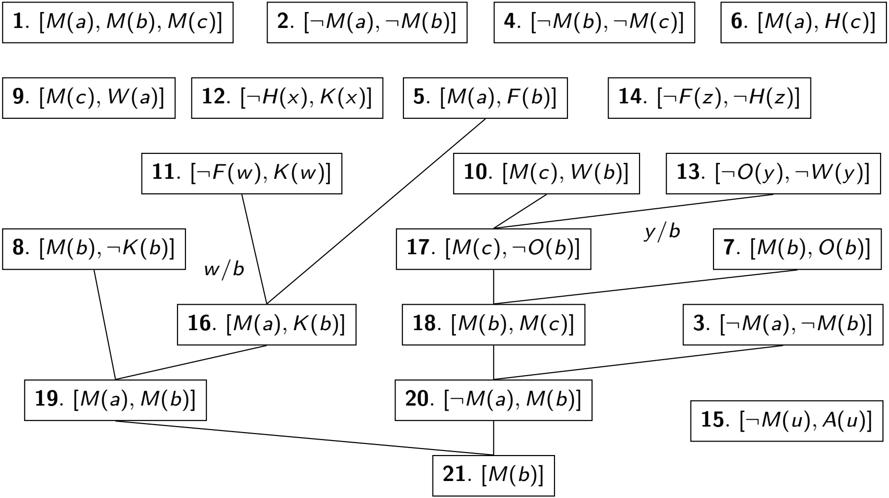
19. $[M(a), M(b)]$

15. $[\neg M(u), A(u)]$

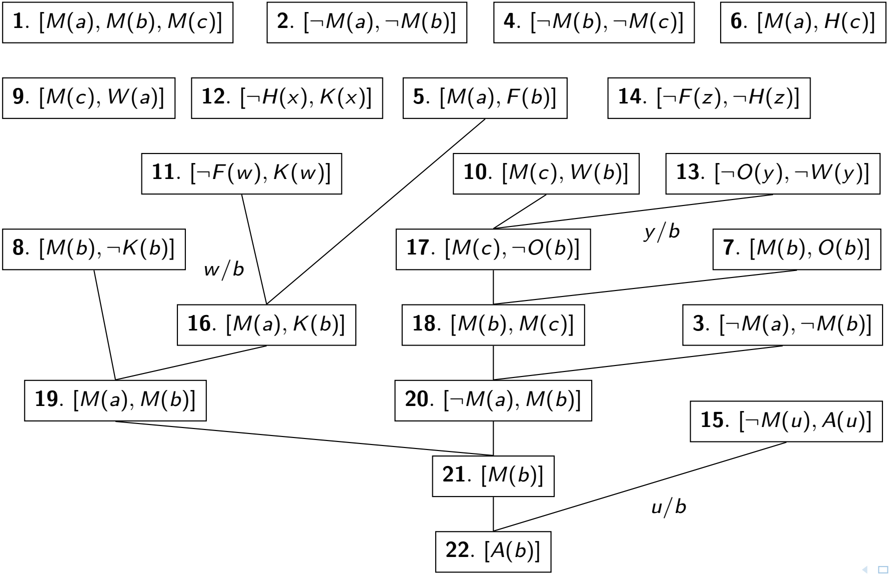
Exercício (em aula) 5a



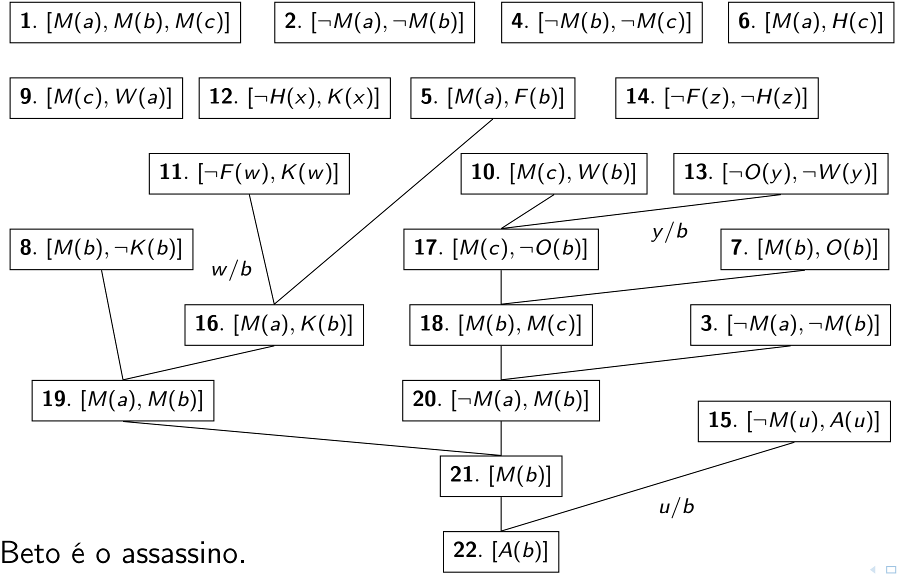
Exercício (em aula) 5a



Exercício (em aula) 5a



Exercício (em aula) 5a



Beto é o assassino.

Exercício (em aula) 5b — na lousa

(b) Suponha que descobrimos que estávamos errados: não podemos supor que havia apenas um assassino (pode ter havido uma conspiração). Prove que neste caso os fatos não dão suporte à culpa de suspeito algum, ou seja, para cada suspeito, apresente uma interpretação lógica que esteja de acordo com todos os fatos mas em que tal suspeito é inocente e os outros dois são culpados.

- $M(a) \vee M(b) \vee M(c)$
- $\cancel{\neg(M(a) \wedge M(b))}$; $\cancel{\neg(M(a) \wedge M(c))}$; $\cancel{\neg(M(b) \wedge M(c))}$
- $\neg M(a) \rightarrow (F(b) \wedge H(c))$
- $\neg M(b) \rightarrow (O(b) \wedge \neg K(b))$
- $\neg M(c) \rightarrow (W(a) \wedge W(b))$
- $\forall w [F(w) \rightarrow K(w)]$
- $\forall x [H(x) \rightarrow K(x)]$
- $\forall y [O(y) \rightarrow \neg W(y)]$
- $\forall z [F(z) \rightarrow \neg H(z)]$

Referência

Exercício 5 adaptado do exercício 3 do capítulo 4 de *Knowledge Representation and Reasoning* (Brachman & Levesque, 2004).