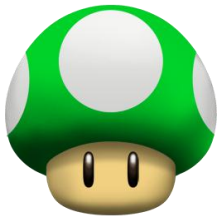


INF 1771 – Inteligência Artificial

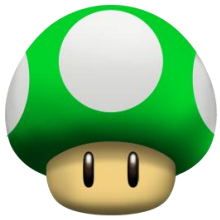
Aula 12 – Planejamento em Ambientes Não-Determinísticos

Edirlei Soares de Lima
<elima@inf.puc-rio.br>



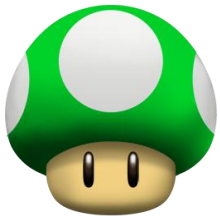
Planejamento Clássico

- ❏ Em **planejamento clássico**, o ambiente do problema precisa possuir as seguintes características:
 - ❏ Observável.
 - ❏ Estático.
 - ❏ Determinístico.
- ❏ Supõe-se que as descrições das ações são sempre **corretas e completas**. Nestas circunstâncias, um agente poderia planejar e depois **executar o plano de olhos fechados**.



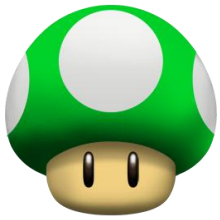
Planejamento em Ambientes Incertos

- ❏ Em **ambientes incertos**, um agente deve:
 - ❏ Usar seus sensores para descobrir o que está **acontecendo no ambiente** enquanto o plano está sendo executado.
 - ❏ Modificar ou substituir o plano se **algo inesperado acontecer**.
 - ❏ Os agentes precisam lidar com informações **incompletas e incorretas**.



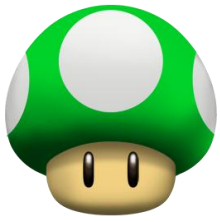
Planejamento em Ambientes Não-Determinísticos

- Existem 4 métodos de planejamento mais comuns usados para lidar com o ambientes não-determinísticos:
 - (1) Planejamento sem sensores:** Constrói-se planos sequenciais normais (sem percepção), mas considera-se todas as circunstâncias independentemente do estado inicial.
 - (2) Planejamento condicional:** Constrói-se um plano fixo com diferentes ramificações para diferentes contingentes. Percebe-se o ambiente para saber que ramo seguir.



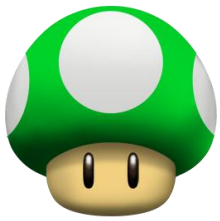
Planejamento em Ambientes Não-Determinísticos

- ❏ Métodos de planejamento para ambientes não-determinísticos:
 - ❏ **(3) Monitoramento da execução com replanejamento:** Usa qualquer uma das técnicas precedentes para construir o plano, mas monitora a execução para ver se o plano pode ter sucesso no atual estado ou precisa ser revisto. Replaneja no caso de algo estar errado.
 - ❏ **(4) Planejamento contínuo:** Planeja-se continuamente as ações, sendo capaz de tratar eventos inesperados, mesmo durante a construção do plano.



Planejamento Condicional

- ❏ Aplicação em ambientes **completamente observáveis**:
 - ❏ O agente sabe seu estado atual, mas se o ambiente for não determinístico, ela não saberá o efeito de suas ações.
- ❏ Exemplo Aspirador de Pó:
 - ❏ **às vezes** suja o destino quando se move para lá.
 - ❏ **às vezes** suja se sugar em um local limpo.

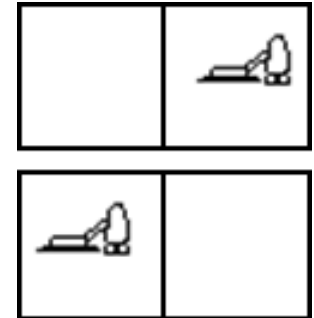


Planejamento Condicional – Aspirador de Pó

Estados:

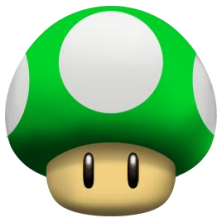
❏ **Inicial:** $\text{AtRight} \wedge \text{CleanLeft} \wedge \text{CleanRight}$

❏ **Final:** $\text{AtLeft} \wedge \text{CleanLeft} \wedge \text{CleanRight}$

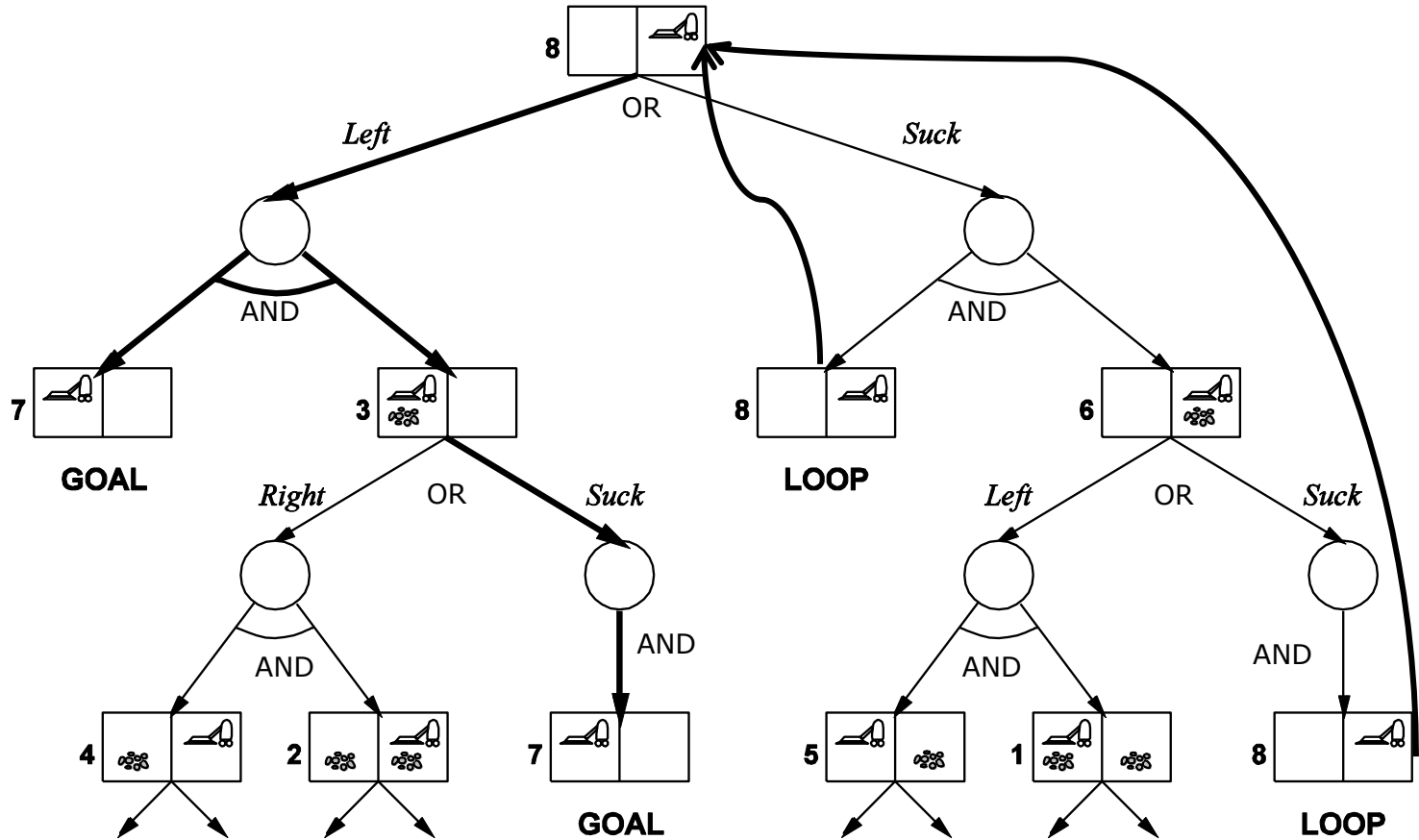


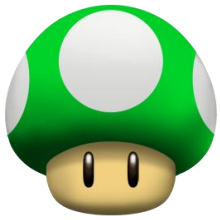
❏ A representação do espaço de busca é feita em uma **árvore and-or**.

❏ A solução é uma sub-árvore onde **todos os nós folha** levam em algum ponto a solução do problema.



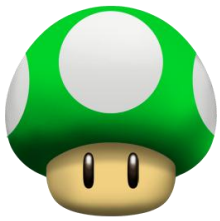
Árvore And-Or



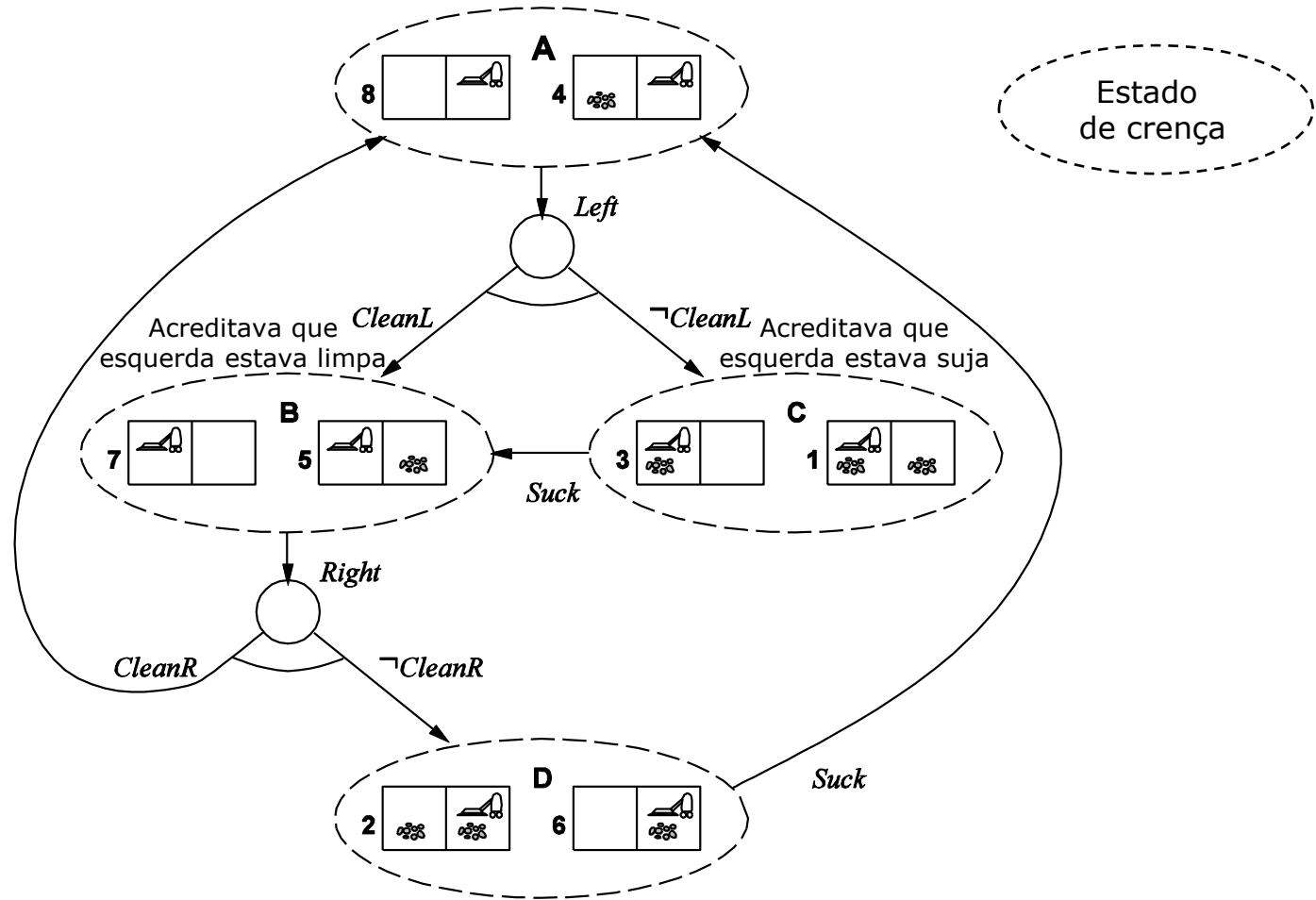


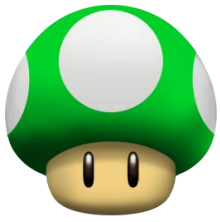
Planejamento Condicional

- ❏ Ambientes **parcialmente observáveis** e **não determinísticos**:
 - ❏ **Os testes condicionais nem sempre funcionam...**
 - ❏ Exemplo: aspirador só sabe se tem sujeira na sala em que ele está.
 - ❏ **Belief state (estado de crença)**:
 - ❏ Ao invés de estado único, deve-se lidar explicitamente com a ignorância para sempre estar consciente do que se sabe (ou do que não se sabe).
 - ❏ Representado como um conjunto de estados possíveis.
- ❏ **Solução**:
 - ❏ Grafos And-Or em estados de crença.



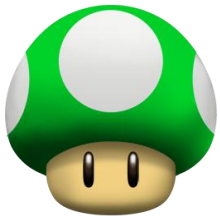
Grafo And-Or em Estados de Crença





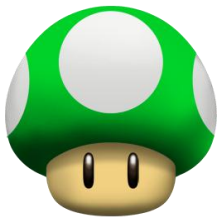
Monitoramento da Execução com Replanejamento

- ❏ Monitoramento da execução checa as percepções para ver se tudo está **indo de acordo com o plano**.
- ❏ **Existem dois tipos de monitoramento:**
 - ❏ **Monitoramento da ação:** para ver se a próxima ação é aplicável.
 - ❏ Exemplo: a porta está fechada.
 - ❏ **Monitoramento do plano:** ver se o plano ainda é viável.
 - ❏ Exemplo: não tem mais dinheiro suficiente.
- ❏ **Replanejamento:** Se algo inesperado acontece, pede-se ao planejador um **novo plano** ou tentar reparar o plano antigo.



Monitoramento da Execução com Replanejamento

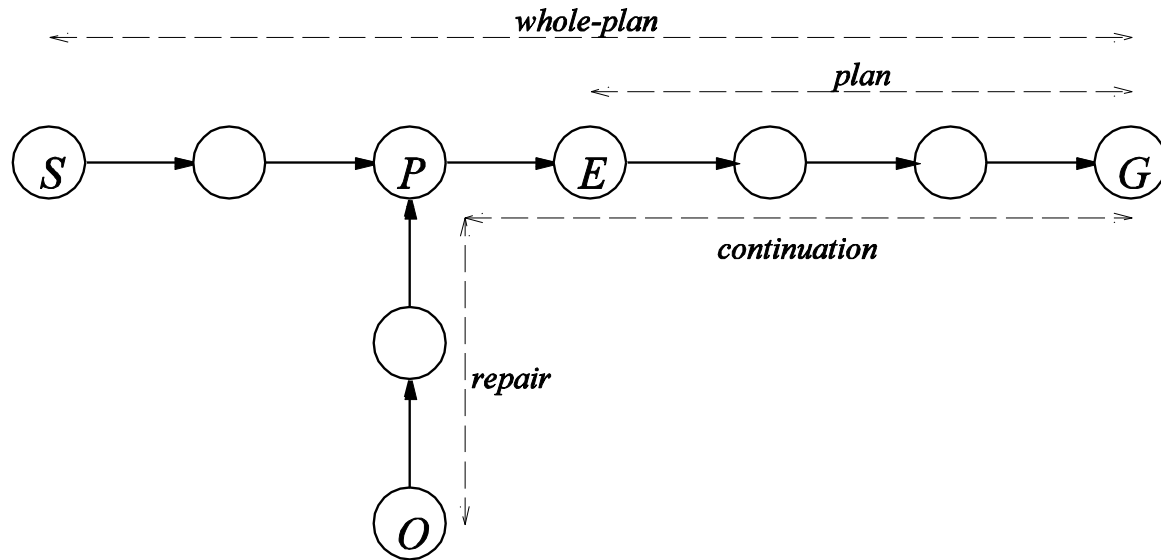
- ❑ A estratégia monitoramento e replanejamento pode ser aplicada em **todos os tipos problemas**.
 - ❑ Ambiente total ou parcialmente acessível.
 - ❑ Espaço de estados ou de planos.
 - ❑ Planos condicionais ou não.

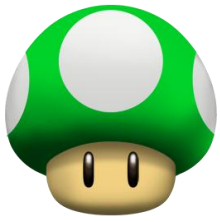


Monitoramento da Execução com Replanejamento

Monitoramento da ação (exemplo):

- Whole plan = plano inteiro (inicial), S= start, G = goal.
- Plan = plano que resta.
- O agente deveria chegar em **E** mas foi para **O**.
- Então tenta encontrar um plano que leve de **O** a qualquer ponto de **WholePlan**.

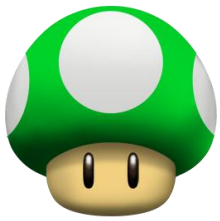




Monitoramento da Execução com Replanejamento

❏ Monitorando plano:

- ❏ Verifica, a cada passo, as pré-condições para o sucesso do **plano inteiro**.
- ❏ Problemático em ambientes parcialmente acessíveis.
- ❏ Pode-se perder mais tempo verificando todas as condições do futuro plano do que agindo.
- ❏ **Deve ser sempre mantido o monitoramento das ações.**



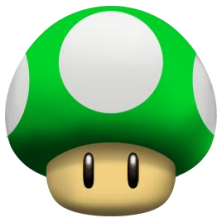
Planejamento Contínuo

❏ **Diferenças:**

- ❏ Cria planos incrementalmente (dentro de limites de tempo)
- ❏ Pode começar a executar um plano mesmo que ele ainda esteja incompleto.
- ❏ Continua planejando durante a execução do plano.
- ❏ Pode mudar de objetivo durante a execução do plano.

❏ **É capaz de intercalar continuamente entre:**

- ❏ Execução de passos (de percepção e efetivação).
- ❏ Monitoramento.
- ❏ Replanejamento.



Planejamento Contínuo

Exemplo dos blocos:

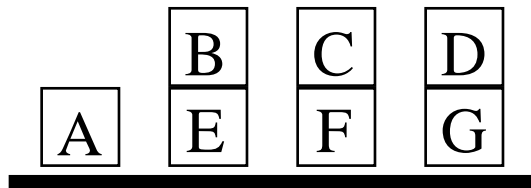
- Plano de ordem parcial condicional.
- Mundo observável (mas funcionaria igual em um mundo não observável)

Action(Mover (x, y),

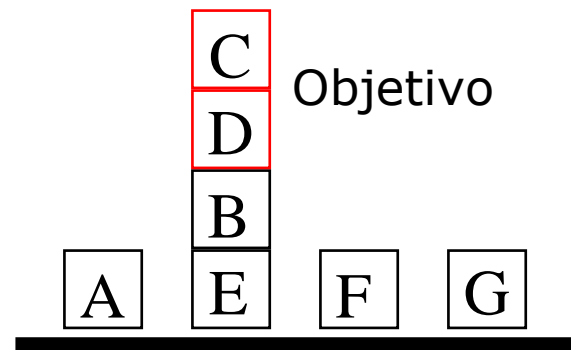
PRECOND: $\text{Limpo}(x) \wedge \text{Limpo}(y) \wedge \text{EmCima}(x,z)$

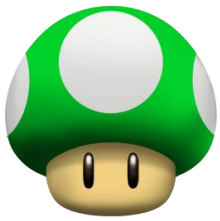
EFFECT: $\text{EmCima}(x,y) \wedge \text{Limpo}(z) \wedge \neg \text{EmCima}(x,z) \wedge \neg \text{Limpo}(y)$).

Estado Inicial



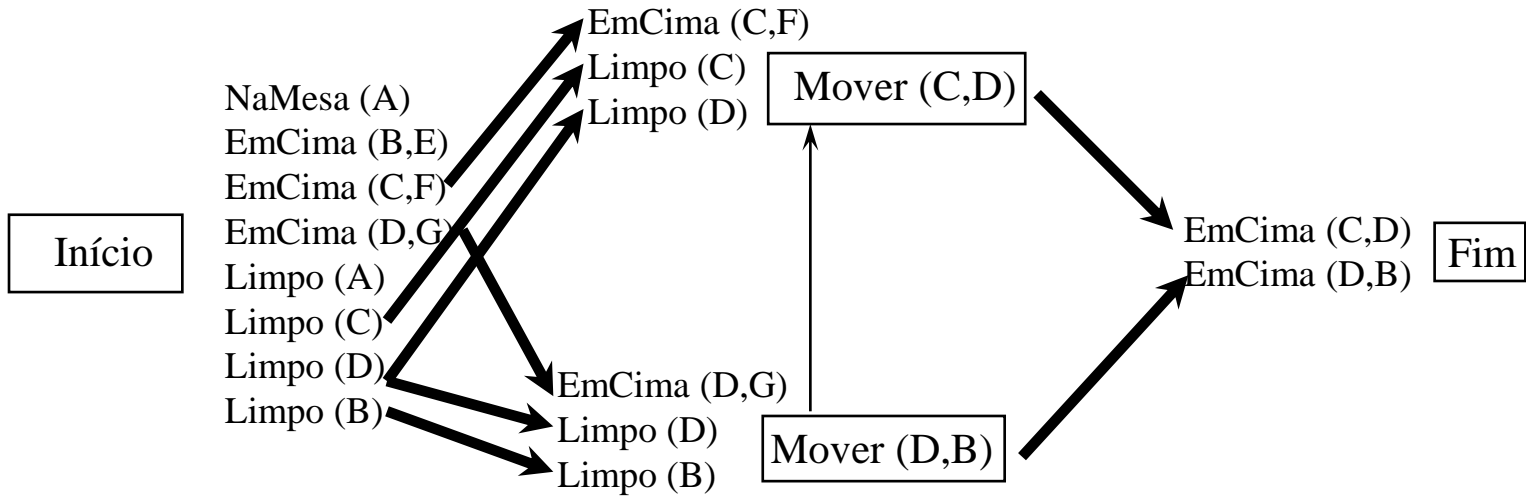
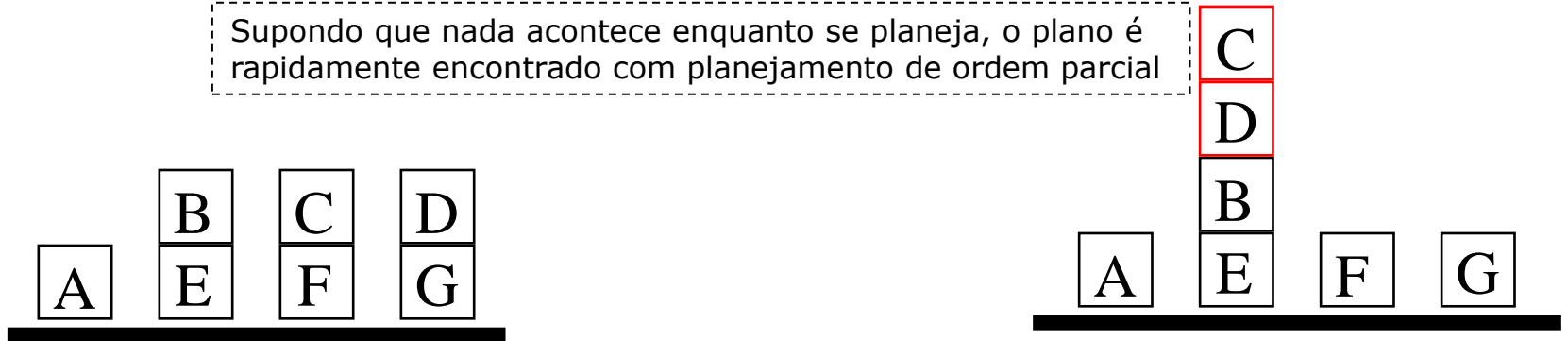
Objetivo

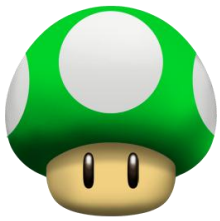




Planejamento Contínuo

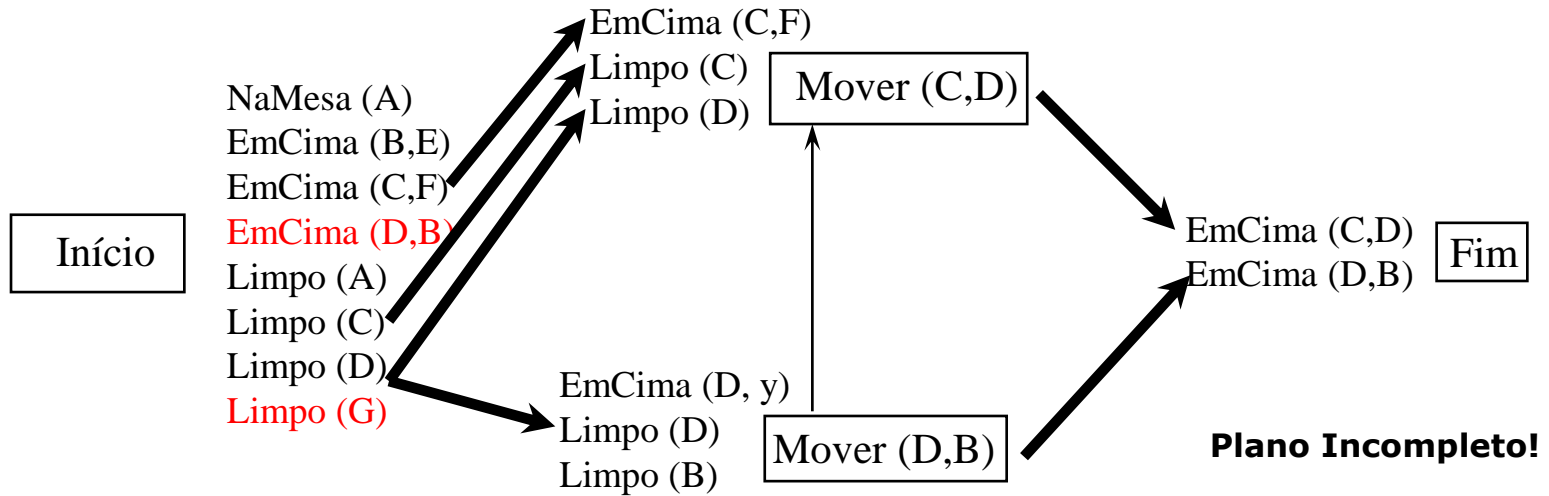
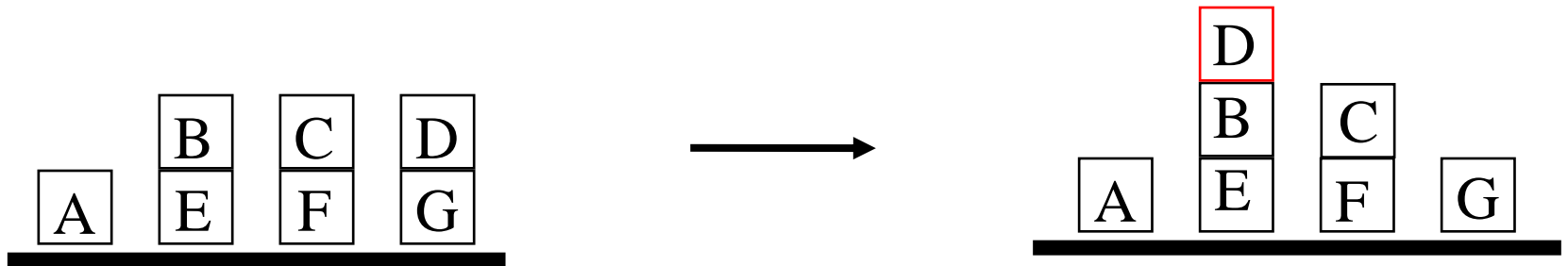
Supondo que nada acontece enquanto se planeja, o plano é rapidamente encontrado com planejamento de ordem parcial

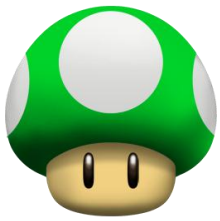




Planejamento Contínuo

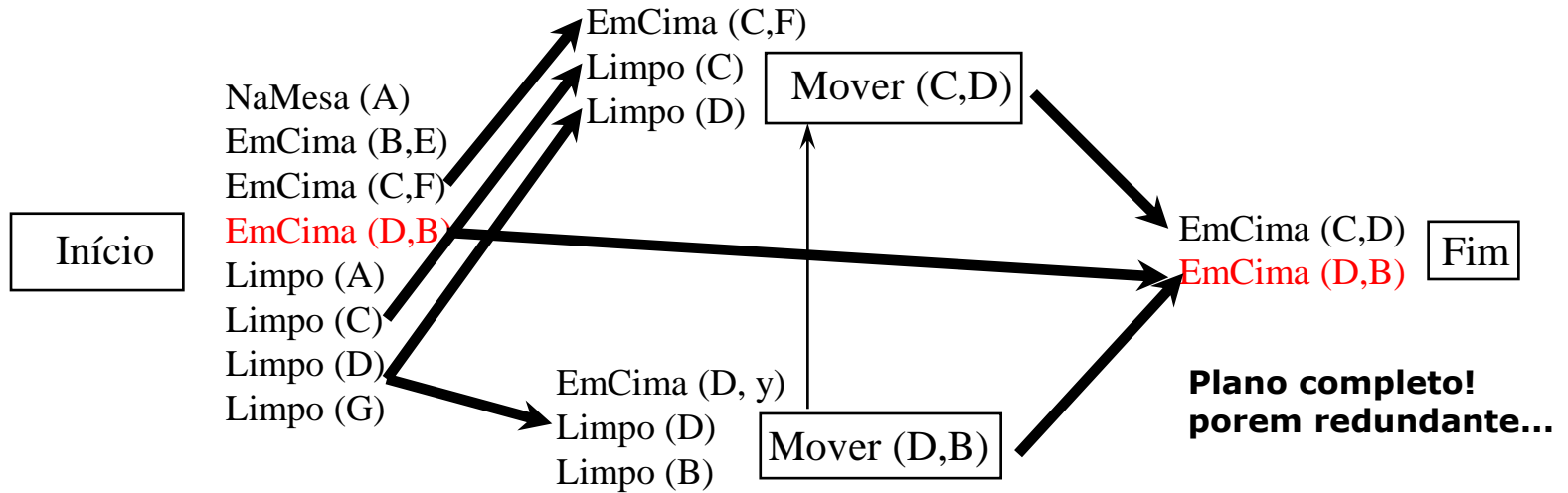
Antes da execução das ações, algo faz com que o **ambiente mude**.

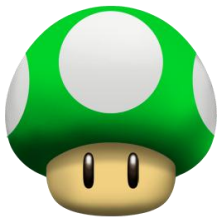




Planejamento Contínuo

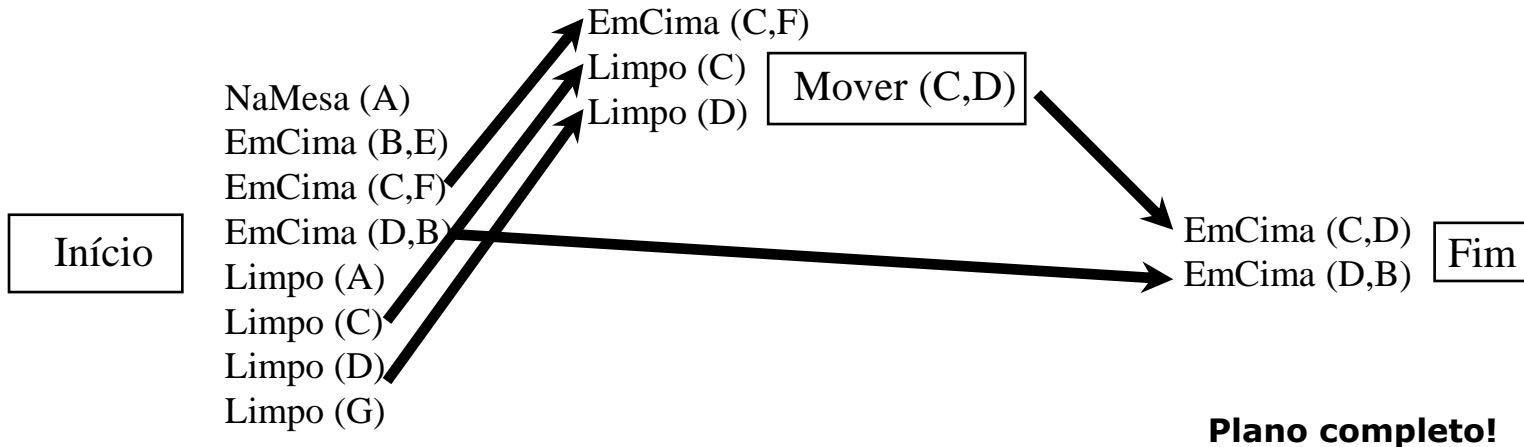
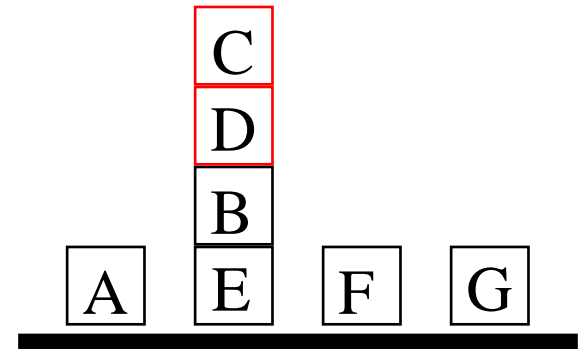
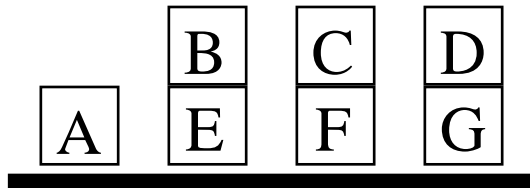
O plano é refeito estendendo-se um link casual.

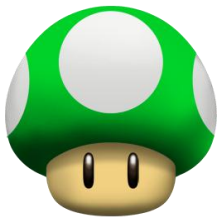




Planejamento Contínuo

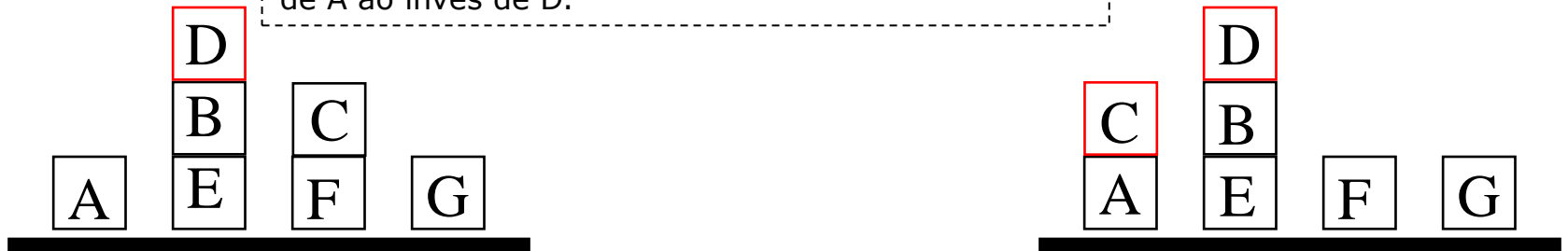
Elimina-se os passos redundantes.





Planejamento Contínuo

O agente é desastrado... Acaba colocando C em cima de A ao invés de D.

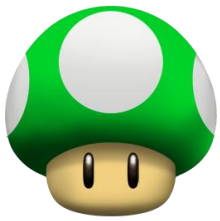


Início

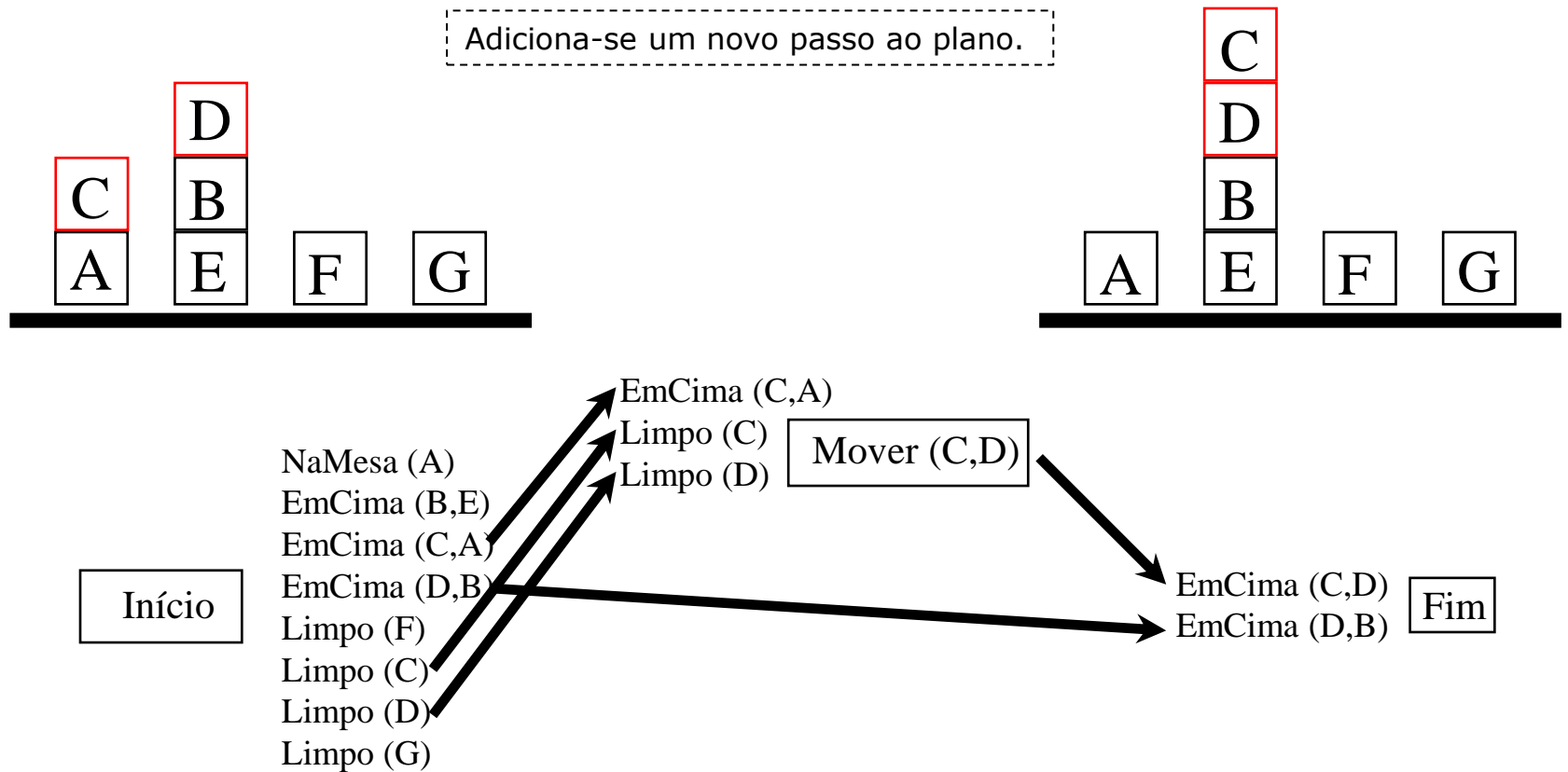
NaMesa (A)
EmCima (B,E)
EmCima (C,F)
EmCima (D,B)
Limpo (F)
Limpo (C)
Limpo (D)
Limpo (G)

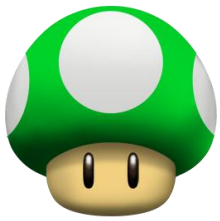
EmCima (C,D)
EmCima (D,B)

Fim

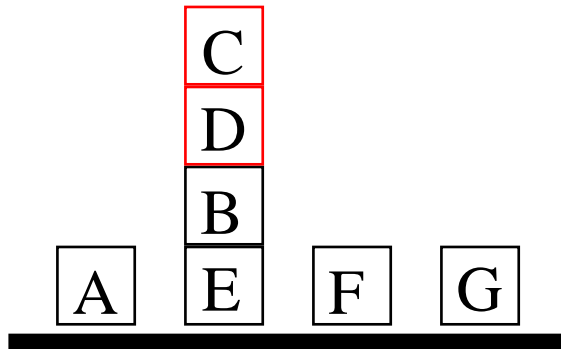


Planejamento Contínuo





Planejamento Contínuo



Finalmente o agente consegue realizar o movimento com sucesso e chegar no estado final. Agora ele pode buscar um novo objetivo.

