

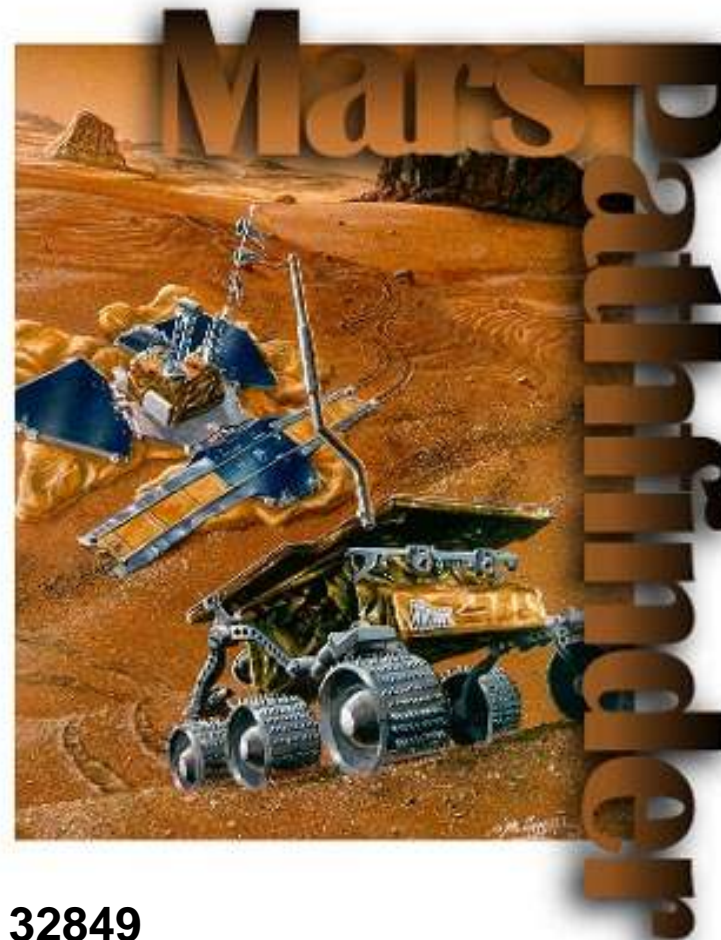
# THE MARS PATHFINDER INCIDENT



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

## HOW THINGS CAN GO WRONG IN REAL TIME SYSTEMS

**Docente:**  
**Paulo Pedreiras**



**Pedro Gaspar**      **Nº 32849**  
**Tiago Gonçalves**   **Nº 33082**

**DETI - Sistemas de Tempo Real - 09/10**

# TÓPICOS



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

- O que foi a Mars Pathfinder
- Objectivos da missão
- Características do sistema que levaram ao problema
- Descrição do problema
- Solução encontrada
- Soluções alternativas
- Conclusões
- Bibliografia

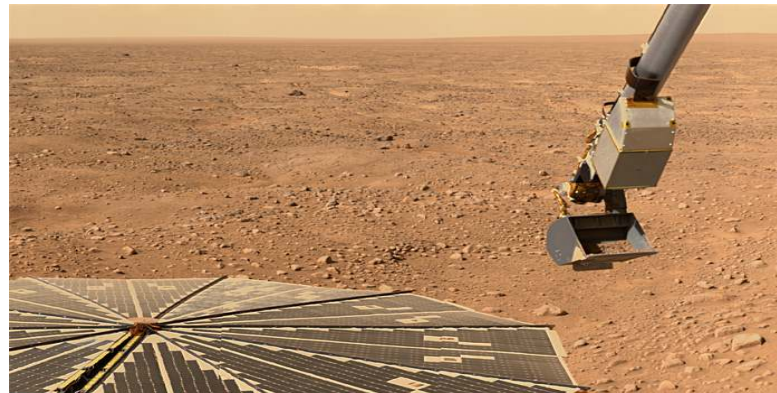
# O QUE FOI A MARS PATHFINDER?

- Missão espacial da NASA;
- Lançado em Dezembro de 1996;
- Aterrou a 4 de Julho de 1997;
- Utilizou, na altura, uma nova técnica de aterragem com imenso sucesso;



# OBJECTIVOS DA MISSÃO

- Estudar o planeta Marte através do *rover Sojourner*,
  - Recolher informações meteorológicas (ASI/MET);
  - Processar amostras de solo e rochas (APXS e IMP);
  - Enviar toda esta informação de volta para a Terra;
- Demonstrar o uso de tecnologia de ponta de baixo custo com sucesso;





# CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA QUE LEVARAM AO PROBLEMA

- Escalonamento de tarefas segundo prioridades fixas com preempção, através do kernel tempo-real VxWorks;
- Três tarefas, de entre as quais duas partilhavam o mesmo *bus* de informação:
  - Tarefa de gestão do bus: bc\_sched (*high priority*);
  - Tarefa de comunicações: bc\_dist (*medium priority*) ;
  - Tarefa de recolha de informações meteorológicas/dados (*low priority*);
- Watchdog timer para resolver bloqueios.



## O QUE ACONTECEU?

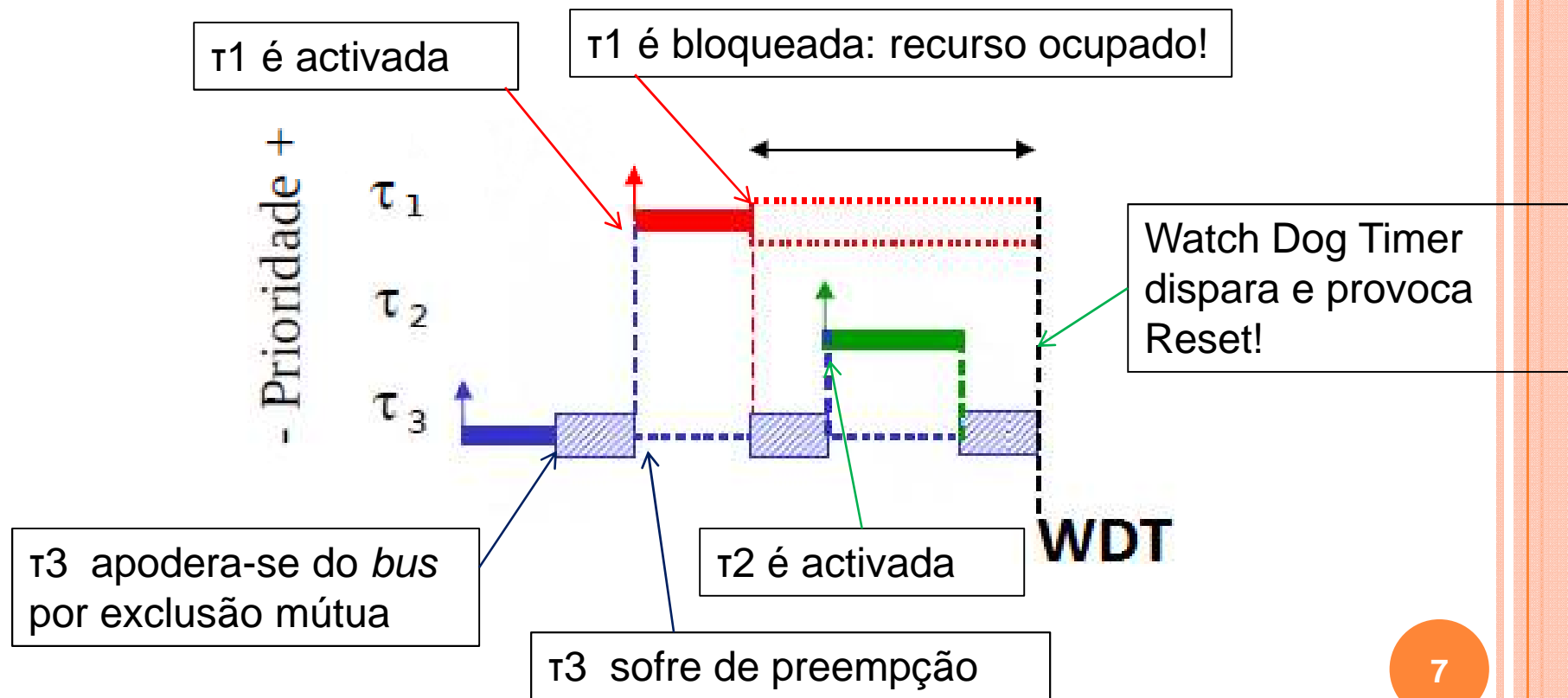
- Uma tarefa menos prioritária obteve acesso ao barramento.
- De seguida, uma tarefa mais prioritária fica pronta a executar e pretende aceder ao mesmo barramento.
- A tarefa menos prioritária sofre preempção e não liberta o recurso.
- A mais prioritária bloqueia pois necessita de aceder ao barramento.
- Em determinadas condições a tarefa de comunicações era agendada para executar entre a tarefa de gestão do *bus* e a tarefa de recolha de dados.
- Resultado? Reset! O watchdog timer atingia o final da contagem, pois a tarefa de gestão do barramento ficava inactiva demasiado tempo.





## O QUE ACONTECEU?

- O que ocorreu com o *mars pathfinder* foi um caso clássico do fenómeno de inversão de prioridades.



# SOLUÇÕES?

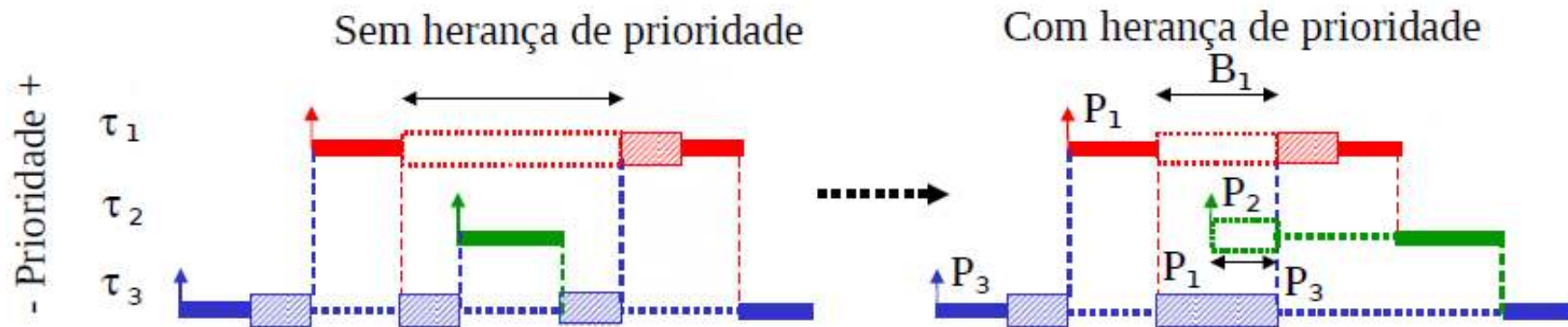
- A solução adoptada foi a herança de prioridades.
  - No kernel utilizado existia a possibilidade de alterar o valor do parâmetro que activava a herança de prioridades.
  - Em algumas situações não excluía a possibilidade de ocorrer *dead-lock* e noutras piora a performance.
  - Embora não óptima, resolve o problema em questão.



# SOLUÇÕES?



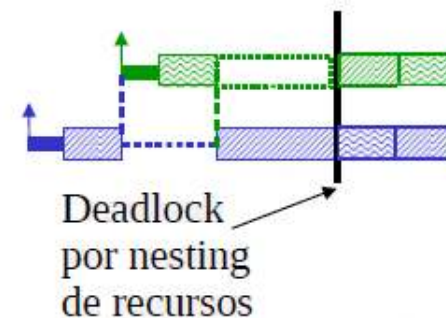
universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis



Alguns problemas da solução com herança de prioridades:



não evita *deadlocks*



# COMO FOI CORRIGIDO?

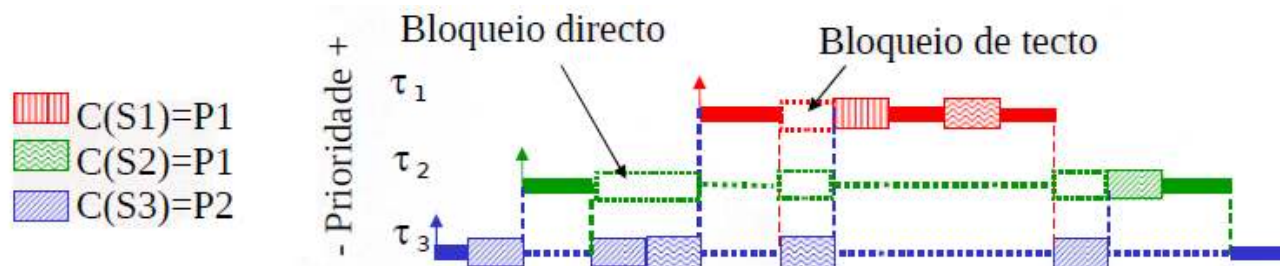
- Utilizando uma réplica da sonda, os engenheiros da NASA tentaram recriar, na Terra, a situação problemática.
- O VxWorks permite operar num modo em que regista todos os eventos de interesse do sistema.
- Este kernel utiliza ainda um parâmetro que permite activar ou desactivar a herança de prioridades.
- Possui ainda um interpretador de C que permite executar funções e expressões em C, *“on the fly”*.

# HAVERIA SOLUÇÕES ALTERNATIVAS?



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

- Opção ideal do ponto de vista do escalonamento seria o uso de tectos de prioridades
- Corrige o problema detectado, evita dead-locks e não afecta negativamente a performance.
- Mas é mais difícil de programar e não é transparente para o programador.
- Basicamente é atribuído um tecto de prioridade a cada semáforo (igual à prioridade mais elevada das tarefas que o usem).
- Uma tarefa só passa um semáforo se este estiver livre e tiver prioridade superior aos tectos de todos os restantes semáforos fechados.





## CONCLUSÕES

- Em qualquer projecto deve ser sempre considerado o pior caso possível.
- Não se devem desprezar supostos “*hardware glitches*”.
- Quando se projecta um sistema, crítico e de difícil acesso, é sempre uma boa ideia incluir opções que o permitam modificar durante a sua operação.
- Estabelecimento de prioridades para resolução dos problemas encontrados durante o projecto.

“Fly what you test. Test what you fly!”



## BIBLIOGRAFIA

- [http://research.microsoft.com/en-us/um/people/mbj/Mars\\_Pathfinder/Mars\\_Pathfinder.html](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/mbj/Mars_Pathfinder/Mars_Pathfinder.html)
- [http://research.microsoft.com/en-us/um/people/mbj/mars\\_pathfinder/Authoritative\\_Account.html](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/mbj/mars_pathfinder/Authoritative_Account.html)
- [http://www.cse.nd.edu/~cpoellab/teaching/cse40463\\_fall05/lecture11.pdf](http://www.cse.nd.edu/~cpoellab/teaching/cse40463_fall05/lecture11.pdf)
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Mars\\_Pathfinder](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mars_Pathfinder)
- Imagens retiradas de: <http://mars.jpl.nasa.gov/MPF/default.html>
- Algumas imagens foram adaptadas dos slides teóricos de STR.

# QUESTÕES



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

