

Universidade Federal de Santa Catarina

## **Experiência 2**

MODELAGEM POR REDES DE PETRI

Alunos

Iago de Oliveira Silvestre  
Ígor Assis Rocha Yamamoto

Professores

Max Hering de Queiroz  
Fábio Luíz Baldissera

Abril de 2016

# 1 Problema

Considere uma pequena fábrica composta de duas máquinas  $M_1$  e  $M_2$  interligadas por um armazém B com capacidade para **três** peças conforme a figura abaixo. Os eventos  $inicM_1$  e  $inicM_2$  representam o início de operação das máquinas  $M_1$  e  $M_2$  e removem uma peça da sua entrada. Os eventos  $fimM_1$  e  $fimM_2$  representam o final de operação destas máquinas e acrescentam uma peça à sua saída. As peças são carregadas em pallets na entrada e descarregadas destes na saída, com devolução dos pallets vazios na entrada para nova carga; desta forma a entrada de  $M_1$  sempre poderá receber peças e a saída de  $M_2$  sempre poderá entregar peças.

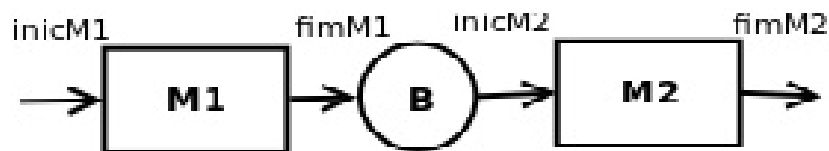


Figura 1: Fábrica

## 2 Atividades

### 2.1 Modelagem e análise da fábrica

- Modelar o comportamento das máquinas e do armazém e a seguir obter o modelo global da fábrica por composição.
- Verificar a existência ou não de bloqueio por análise de alcançabilidade (grafo de marcações).
- Simular o modelo global da fábrica. Comentar comportamentos característicos (reinicialização, bloqueio, vivacidade).
- Determinar o valor mínimo de peças para que o comportamento em termos de estado do sistema não se modifique.

### 2.2 Modelagem e análise da fábrica modificada

- Modelar o comportamento da fábrica evitando que as duas máquinas estejam em operação no mesmo tempo. Utilizar o número de peças mínimo que foi determinado anteriormente.

- Verificar a existência ou não de bloqueio pela análise de alcançabilidade do modelo global. Simular este comportamento característico da fábrica.
- Indicar como corrigir o modelo global em rede de Petri para evitar eventuais bloqueios na fábrica. Refazer as análises e simulações anteriores neste caso. Interpretar as modificações feitas no modelo, dando o significado do mecanismo introduzido.

### 3 Solução

#### 3.1 Modelagem e análise da fábrica

Primeiro, foi feito uma análise modular do sistema. Cada elemento da fábrica comporta-se como descrito no modelo abaixo (Figura 2).

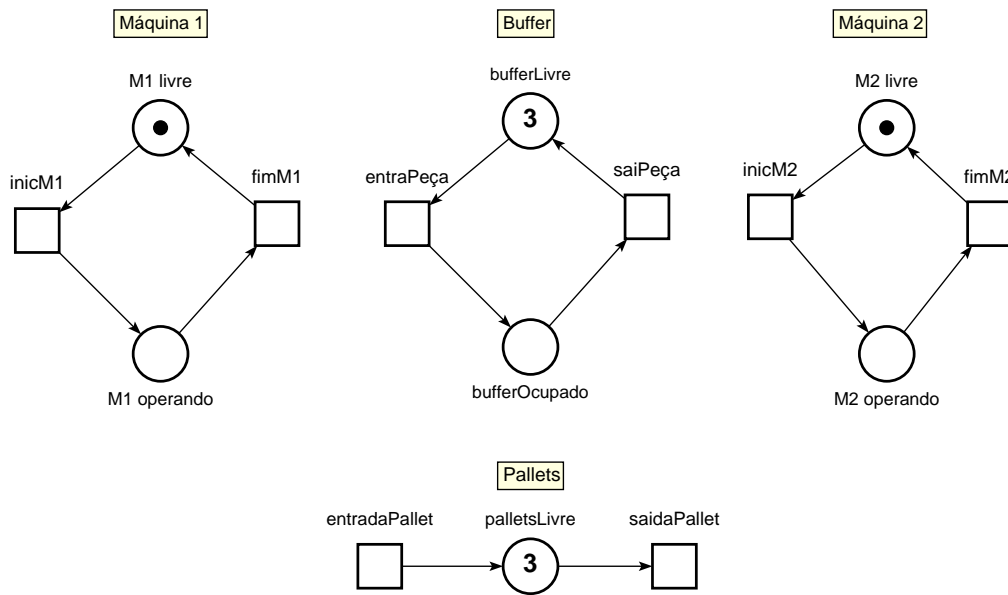


Figura 2: Comportamento modular da fábrica

Depois de composta em módulos, foi obtido o modelo global da fábrica por composição (Figura 3), através da superposição das transições.

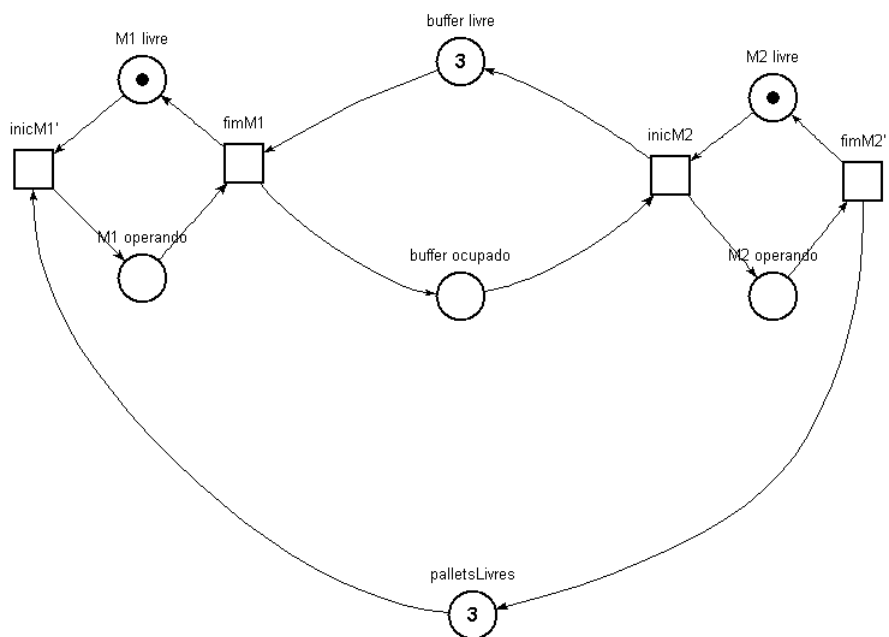


Figura 3: Modelo global da fábrica

Através da análise de alcançabilidade é possível afirmar que o sistema modelado não apresenta bloqueios.

places	7	transitions	4	net	bounded	Y	live	Y	reversible	Y
abstraction	count	props	psets	dead	live					
states	12	7	?	0	12					
transitions	20	4	?	0	4					

Figura 4: Análise de alcançabilidade do modelo global

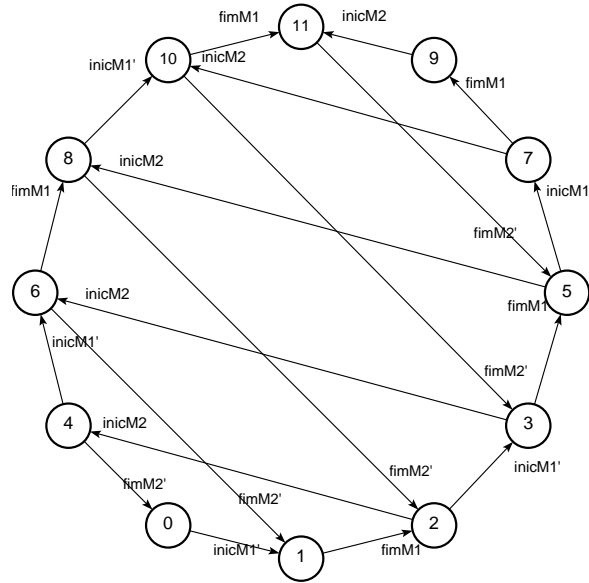


Figura 5: Estados do modelo global da fábrica

Tanto pela análise de alcançabilidade quanto pelo gráfico de estados do modelo global, podemos afirmar que a rede de petri construída é viva, capaz de reiniciar e não apresenta estado de bloqueio. No gráfico de estados isso é demonstrado da seguinte forma:

- Vivacidade: Todos estados conseguem ser alcançados, não há nenhum estado isolado.
- Reinicialização: A partir do ponto inicial, conseguimos chegar no mesmo estado seguindo uma certa sequência de transições.
- Bloqueio: A falta de bloqueio se demonstra em não haver nenhum estado que a partir dele não possa se realizar nenhuma transição.

Quanto ao menor número de peças tal que o comportamento de estados não se modifique, poderíamos adicionar fichas e verificar a análise de alcançabilidade até o número de estados não se modificar. Porém, é possível analisar de forma lógica, de acordo com as características das máquinas e do armazém. Já que as duas máquinas podem operar ao mesmo tempo, podemos ter um momento em que as duas estão operando e o armazém está cheio, para isso acontecer precisaríamos de 5 peças, e de fato, este é o menor número de peças tal que o número de estados não é alterado. Com 5 peças, a seguinte análise de alcançabilidade é feita (Figura 6).

places	7	transitions	4	net	bounded	Y	live	Y	reversible	Y
<b>abstraction</b>		count	props	psets	dead	live				
states		16	7	?	0	16				
transitions		28	4	?	0	4				

Figura 6: Análise de alcançabilidade 5 peças

### 3.2 Modelagem e análise da fábrica modificada

O modelo onde as duas máquinas tem exclusão mútua, podendo somente uma operar em determinado instante de tempo, é apresentado abaixo (figura 7). A única alteração implementada foi a criação de um lugar, que representa o recurso mútuo compartilhado entre as máquinas.

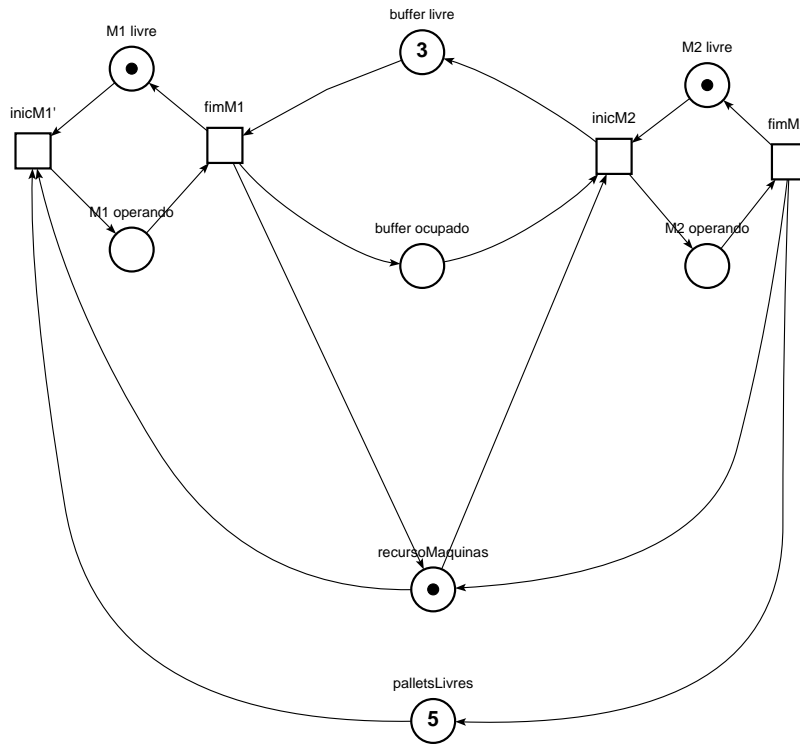


Figura 7: Modelo global da fábrica modificada

Para este modelo, fazemos a seguinte análise de alcançabilidade (figura 8) e obtemos os seguintes estados do modelo (figura 9).

places	8	transitions	4	net	bounded	Y	live	N	reversible	N
<b>abstraction</b>		count	props	psets	dead	live				
states		11	8	?	1	1				
transitions		13	4	?	0	0				

Figura 8: Análise de alcançabilidade da fábrica modificada

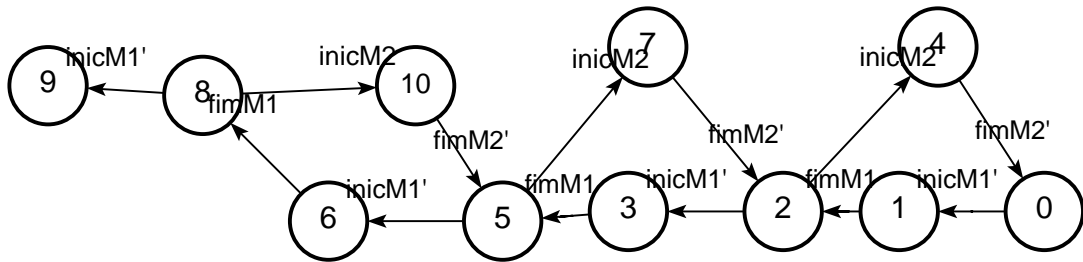


Figura 9: Estados do modelo global da fábrica modificada

Assim fica clara a presença de um bloqueio. O mesmo ocorre quando o armazém está totalmente ocupado e a máquina 1 inicia sua operação. Quando isso ocorre, a máquina 1 não pode finalizar pois o *buffer* não está livre, e a máquina 2 não pode inicializar e liberar o *buffer*, pois a primeira máquina está operando.

A correção desse bloqueio é demasiadamente simples, basta que haja um espaço livre no armazém para que a máquina 1 inicie sua operação. Refazendo as simulações, o resultado obtido para análise de alcançabilidade (Figura 10) e estados do modelo (Figura 11) estão apresentados abaixo.

places	8	transitions	4	net	bounded	Y	live	Y	reversible	Y
<b>abstraction</b>		count	props	psets	dead	live				
states		10	8	?	0	10				
transitions		12	4	?	0	4				

Figura 10: Análise de alcançabilidade da fábrica modificada sem bloqueio

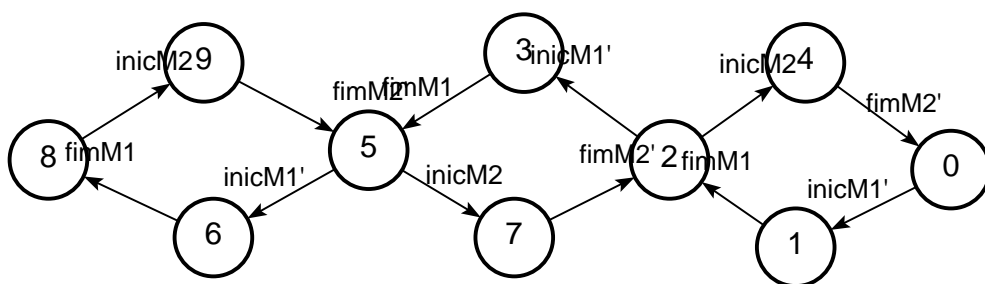


Figura 11: Estados do modelo global da fábrica modificada sem bloqueio