

Ano Letivo de 2015/2016

Mestrado em Modelação, Análise de Dados e Sistemas de
Apoio à Decisão

Unidade Curricular de Sistemas Multiagente e Simulação de Organizações

RELATÓRIO DO TRABALHO PRÁTICO

***“Sistemas multiagente para simulação de ambientes
microeconómicos”***

Docentes: Professora Dr. Pavel Bradzil

Professora Dr. Pedro Campos

Discentes: Rui Pedro Machado, 201300292

Hélder Filipe Russa, 201508409

1. DESENVOLVIMENTO

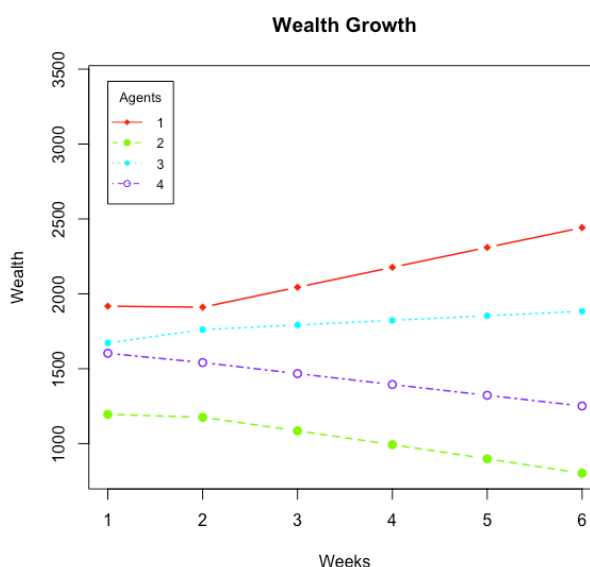
1.1 Apresentação do Mercado

Após a respetiva configuração e uma execução inicial do projeto em R, foi construído um script de análise que nos permite obter e comparar os valores devolvidos pelo programa em relação aos agentes e aos bens.

Assim sendo de seguida apresentamos os dados iniciais do nosso mercado, reforçando os seguintes pressupostos:

- Cada agente apenas produz apenas um dos bens;
- O agente 1 beneficia de partir com maior riqueza dado que é o único produtor do bem com maior preferência, visível no seu constante aumento de riqueza;
- O agente 3, tem igualmente uma riqueza constante, dado ser o único produtor do bem com um preço extremamente alto quando comparado com os outros. A procura não é elevada como a agricultura, mas o lucro obtido por cada venda é bastante maior.

No gráfico seguinte, são visíveis os pressupostos de crescimento constante da riqueza dos agentes 1 e 3.



A tabela 1, resume os dados iniciais dos agentes do nosso mercado (Sem qualquer alteração de código).

	Agente 1	Agente 2	Agente 3	Agente 4
Riqueza Inicial	1818	1188	1572	1188
Utilidade Inicial	766	445	566	451
Bem produzido	AGR	VEST	TRANSP	COMB
Produção	84	0,4616	0,01538	0,9232

Tabela 1 - Análise dos Agentes

A tabela 2, detalha a informação relativa aos bens existentes no mercado e a sua interação com os agentes acima descritos.

	Quantidade Inicial				Beta	Price	CV	CF
	Agente 1	Agente 2	Agente 3	Agente 4				
Agricultura	420	210	210	210	0,5	3	10,5	10,5
Vestuário	1,154	2,308	1,154	1,154	0,05	50	0,0577	0,0577
Transportes	0,03846	0,03846	0,07692	0,03846	0,3	10000	0,0019	0,0019
Combustível	2,308	2,308	2,308	4,616	0,15	50	0,1154	0,1154

Tabela 2 - Análise de bens e relação com agentes

1.2 Objetivo 1

Na construção do objetivo 1, decidimos fazer variar duas variáveis relativas aos bens no mercado, as quantidades iniciais de Vestuário e Combustível assim como a quantidade produzida desses mesmos bens. Nas tabelas 3 e 4, marcadas a azul, podemos visualizar as alterações efetuadas no mercado.

	Agente 1	Agente 2	Agente 3	Agente 4
Riqueza Inicial	1818	1188	1572	1188
Utilidade Inicial	766	445	566	451
Bem produzido	AGR	VEST	TRANSP	COMB
Produção	84	1,4616	0,01538	0,6232

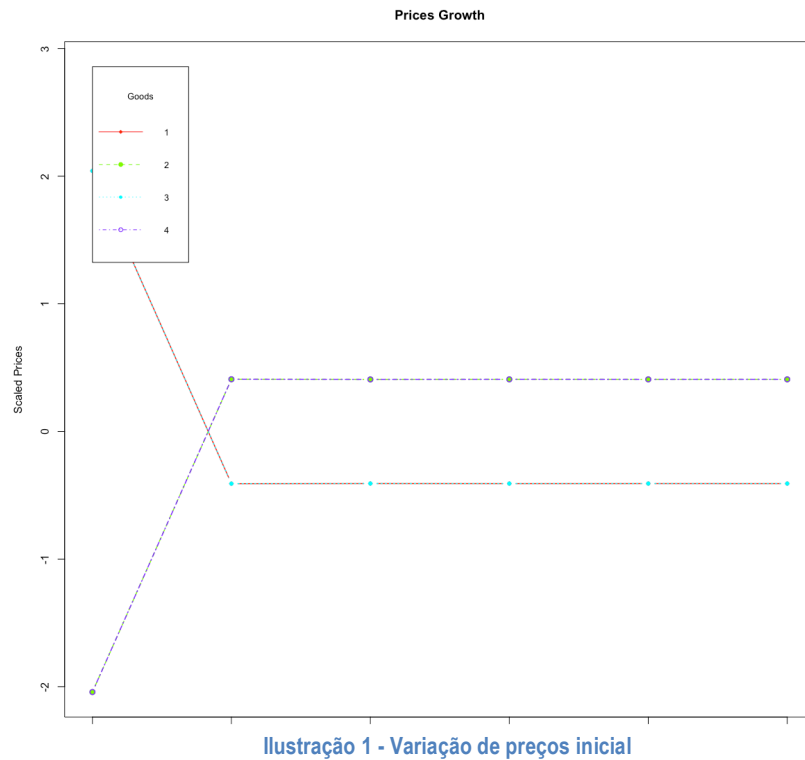
Tabela 3 - Objetivo 1: Variação de produção

	Quantidade Inicial				Beta	Price	CV	CF
	Agente 1	Agente 2	Agente 3	Agente 4				
Agricultura	420	210	210	210	0,5	3	10,5	10,5
Vestuário	3,154	2,308	1,154	7,154	0,05	50	0,0577	0,0577
Transportes	0,03846	0,03846	0,07692	0,03846	0,3	10000	0,0019	0,0019
Combustível	2,308	1,308	2,308	4,616	0,15	50	0,1154	0,1154

Tabela 4 - Objetivo 1: Variação de Quantidades Iniciais

A nossa ideia com esta variação é verificar qual o impacto de variar a produção de dois bens (Aumento para um e redução para outro), variando igualmente as quantidades iniciais. O que esperamos é que os agentes tenham de alterar o volume de compra e venda destes bens para satisfazer as suas necessidades e assim variar o preço dos mesmos.

Após termos executados a nova variante de código, verificamos que a riqueza dos agentes não era afetada com esta variação, no entanto os preços dos bens, tal como esperado foram. A ilustração 1 e 2 mostram esse facto. Para maior facilidade de leitura, os valores de produção foram normalizados (Centrados e Reduzidos).



Quando olhamos para a ilustração 1, percebemos que com a configuração inicial os bens 1 e 3 variam de igual forma ao longo das cinco semanas, no entanto de forma análoga aos bens 2 e 4 que em conjunto variam igualmente de forma semelhante.

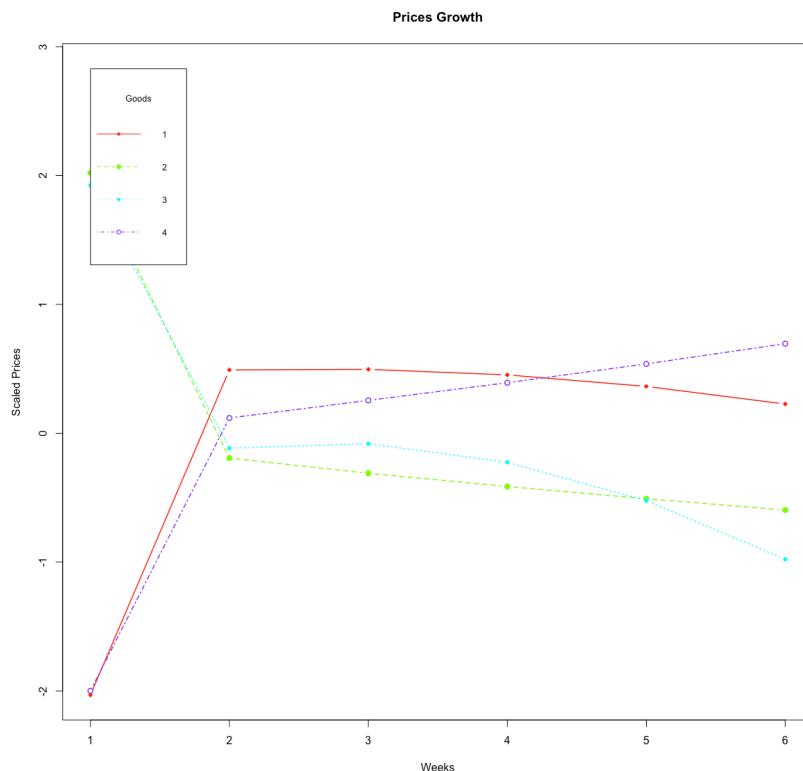


Ilustração 2 - Variação de preços após alteração

Após introduzirmos as alterações às quantidades iniciais e volume de produção, percebemos que não só os bens que foram afetados variam o seu preço (VEST e COMB), mas também por exemplo a “Agricultura” varia e de forma ainda mais significativa. Enquanto que na configuração inicial os seus preços começam elevados e depois decrescem, na ilustração 2 vemos que o seu preço começa agora reduzido e vai aumentando ao longo das semanas.

1.2.1 Justificação dos resultados

Após análise dos resultados obtidos antes e depois da alteração, assim como uma análise ao código do programa, verificamos que estas variações nos preços dos bens (Em todos e não só nos alterados), se deve à lógica da função `Market()` no código R, nomeadamente à fórmula de cálculo de utilidade e de excedente de procura e consequentemente ao ajuste de preço de um bem que é afetado por ambas.

Passemos assim a uma demonstração desta teoria. Ao variar as quantidades dos bens, provocamos uma alteração nos orçamentos de cada agente. Esta alteração pode ser vista na tabela seguinte.

	Budget N0	Budget N1
Agent 1	1817.7	1917.7
Agent 2	1245.4	1195.4
Agent 3	1572.3	1672.3
Agent 4	1303.1	1603.1

Ilustração 3 - Variação nos orçamentos

Dado que a função de utilidade utiliza os orçamentos de cada agente combinados com a preferência de um bem (Que não foi alterada) para o cálculo das quantidades desejadas por este, podemos constatar que aqueles bens cujo valor de preferência for mais alto, vão ser os mais afetados em termos de subida de preço.

De seguida no programa são utilizados estes valores para o cálculo do excedente de procura, subtraindo as quantidades desejadas às quantidades que cada agente detém, excedente este que é utilizado no ajuste de preços, sendo que quando maior o excedente, mais elevado será o preço do produto na iteração seguinte. A utilização das quantidades é o que faz variar tanto o preço do Vestuário, dado que neste bem a produção foi aumentada, a cada iteração são colocadas mais unidades deste no mercado (Daí os preços descerem). No caso no Fuel, provocamos exatamente a reação inversa.

Esta explicação pode ser utilizada também para justificar como é que o bem AGR variou tanto no seu preço mesmo não tendo sido nenhuma variável a ele afeto, alterada. Como este é o bem com maior nível de preferência (0,5) e os orçamentos dos agentes subiram, existe uma maior procura deste produto, fazendo com que em vez de o seu preço descer, passa a subir tal como é visível nos gráficos acima demonstrados.

Para confirmação desta teoria, de seguida mostram-se os valores dos preços ao longo das seis semanas para a configuração inicial e ao fim do objetivo 1.

Semana	configuração inicial				configuração após alteração			
	Agriculture	Clothing	Transportation	Fuel	Agriculture	Clothing	Transportation	Fuel
0	3	50	10000	50	3	50	10000	50
1	2,828	51,459	9265,149	77,164	3,042	23,25	9966,52	76,37
2	2,828	51,458	9265,508	77,150	3,042	21,81	9967,09	78,07
3	2,828	51,458	9265,329	77,157	3,041	20,58	9964,73	79,78
4	2,828	51,458	9265,418	77,154	3,040	19,43	9959,83	81,60
5	2,828	51,458	9265,374	77,155	3,038	18,37	9952,37	83,55

Tabela 5 - Comparativo de variação de preços

1.3 Objetivo 2

1.3.1 Alteração da produção com base no histórico de preços

Para a execução desta experiência, optamos por analisar a evolução dos preços do bem 1 (Agricultura) em períodos de duas semanas e influenciar a produção deste bem por parte do Agente 1 em função do preço estar em crescimento, decréscimo ou estagnação. Desta forma implementamos três comportamentos diferentes para cada um destes cenários:

1. Cenário 1: Preço sobe na segunda semana
 - Neste cenário provocamos uma queda na produção proporcional à taxa de crescimento do preço do bem com uma inflação extra de 20%.
2. Cenário 2: Preço estagna na segunda semana
 - Neste cenário provocamos uma queda na produção igual a 1% da produção original.
3. Cenário 3: Preço decresce na segunda semana
 - Neste cenário provocamos uma subida na produção proporcional à taxa de crescimento do preço do bem com uma inflação extra de 20%.

O código desenvolvido foi adicionado à função `Agent.micro.econ`, inserido no bloco que itera sobre as semanas, no script com o mesmo nome e pode ser visualizado no bloco seguinte. Neste bloco tal como enunciado no problema, para alterar a produção de um bem fazemos variar o preço e o consumo variável na mesma percentagem.

```
# Because we use difences of prices between two weeks we remove this from week 1
if ( week != 1) {
  price.last.week <- hist.prices[(week-1),2]
  price.cur.week <- hist.prices[(week),2]
  diff.prices <- price.last.week/price.cur.week
  price.growth <- 1-diff.prices
  # Production smoother rate = price growth + 30%
  rate <- price.growth * 1.30
  # Decrease production of good 1 if price as increased
  if(price.growth > 0){
    prod[1,1] = prod[1,1]*(1-rate)
    cons.var[1,1] = cons.var[1,1] *(1-rate)
  }
  # Increase production og good 1 if price as decreased to half
  else if (price.growth == 0) {
    prod[1,1] = prod[1,1]*0.99
    cons.var[1,1] = cons.var[1,1] *0.99
  }else{
    prod[1,1] = prod[1,1]*(1+rate)
    cons.var[1,1] = cons.var[1,1] *(1+rate)
  }
}
```

Figure 1 - Alterar a produção em função da evolução de preços

Através desta alteração é de esperar que o preço do bem 1 vá aumentando ao longo do tempo dado que as alterações implementadas em qualquer um dos cenários forçam a que o preço aumente a partir da segunda semana.

Nas ilustrações seguintes são demonstrados os resultados obtidos com esta alteração, bem como um comparativo com o cenário original.

Começamos por recordar a evolução de preços original.

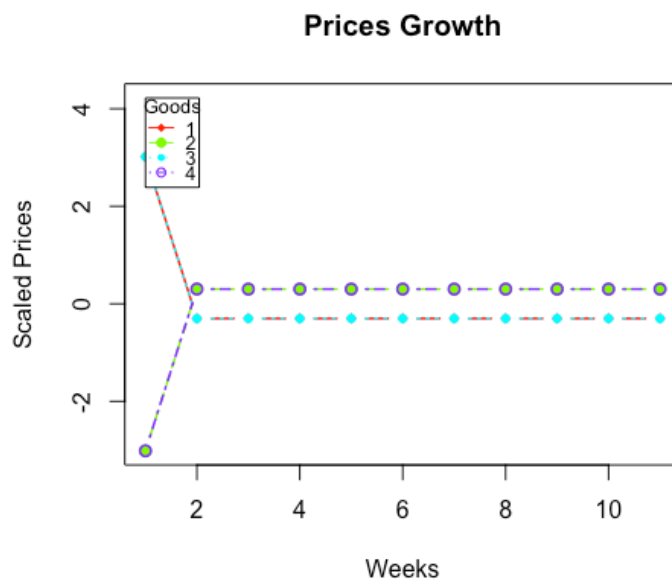


Figure 2 Evolução de preços sem controlo de produção

E de seguida podemos visualizar o impacto da alteração da produção para o bem 1 (Agente 1), de acordo com a evolução de preços do mesmo.

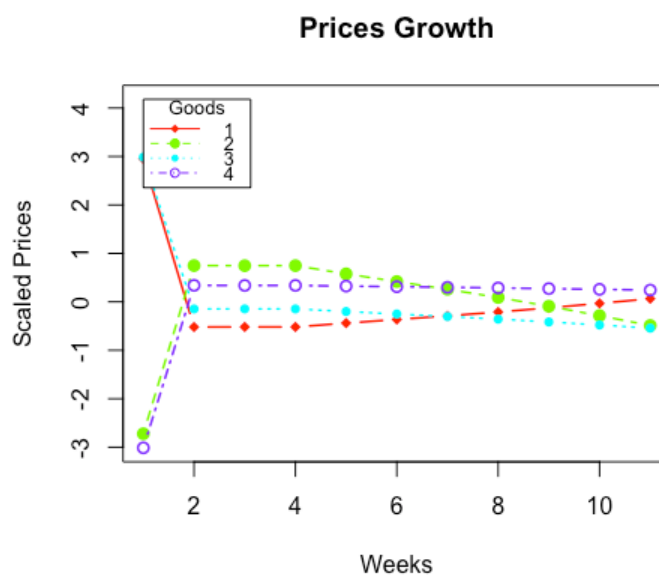


Figure 3 Evolução de preços com controlo de produção

Como esperado, é observável na figura 3 (anterior) que a variação do preço do bem Agricultura foi significativamente diferente à da configuração sem controlo de produção. Observamos também que os restantes 3 bens tiveram igualmente um comportamento diferente quanto ao seu preço, fruto de termos alterado os preços e produção do bem com maior utilidade, que ao ser mais caro e manter a procura, diminui o orçamento de cada agente para compra de outros bens, logo espera-se que o seu preço reduza, tal como é visível na mesma imagem. Na tabela seguinte demonstramos a evolução de preços dos quatro bens ao longo da simulação de 10 semanas.

	Agriculture	Clothing	Transportation	Fuel
1	3.000000	50.00000	10000.000	50.00000
2	2.828025	51.45871	9265.149	77.16366
3	2.828109	51.45800	9265.508	77.15038
4	2.828067	51.45836	9265.329	77.15702
5	2.832027	51.38691	9252.692	77.04417
6	2.835717	51.32011	9240.650	76.94438
7	2.839441	51.25290	9228.550	76.84359
8	2.843368	51.18224	9215.826	76.73764
9	2.847613	51.10605	9202.108	76.62343
10	2.852185	51.02427	9187.383	76.50081
11	2.856965	50.93906	9172.040	76.37305

Figure 4 Evolução de preços

Ao variar a produção do bem 1, em menos quantidade, o seu preço sobe o que causa uma variação do orçamento disponível dos agentes para adquirir outros bens e mantendo a produção dos mesmos, o seu preço decresce.

Em termos de riqueza dos agentes, não se esperam grandes alterações dado que muito embora os preços tenham variado, não foram numa escala representativa. Recordamos que a riqueza de um agente é dada pela quantidade de bens que um dado agente tem multiplicado pelo preço do mesmo. Dado que o consumo não foi aletrado, as quantidades a satisfazer vão ser semelhantes, sendo que apenas o preço vai afetar a riqueza do agente. É possível comprovar nos gráficos seguintes onde a Figura 5 mostra a riqueza inicial dos agentes e a figura 6 o correspondente após alteração dos preços.

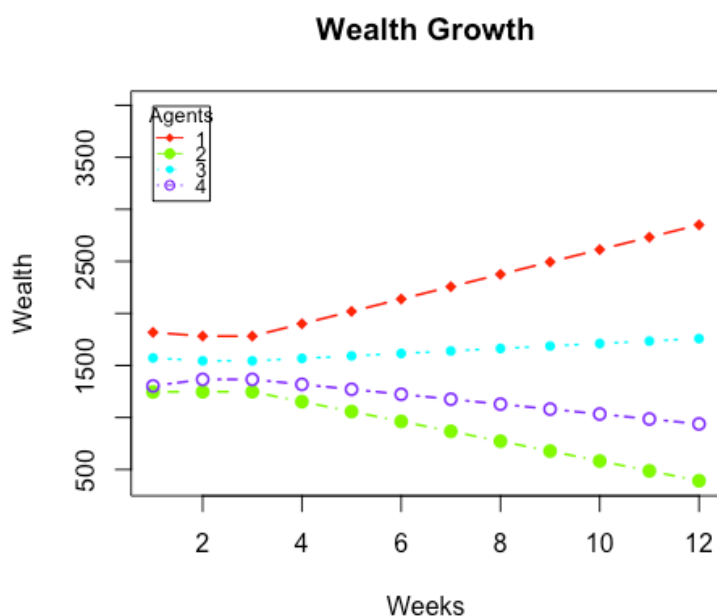


Figure 5 Riqueza inicial dos agentes

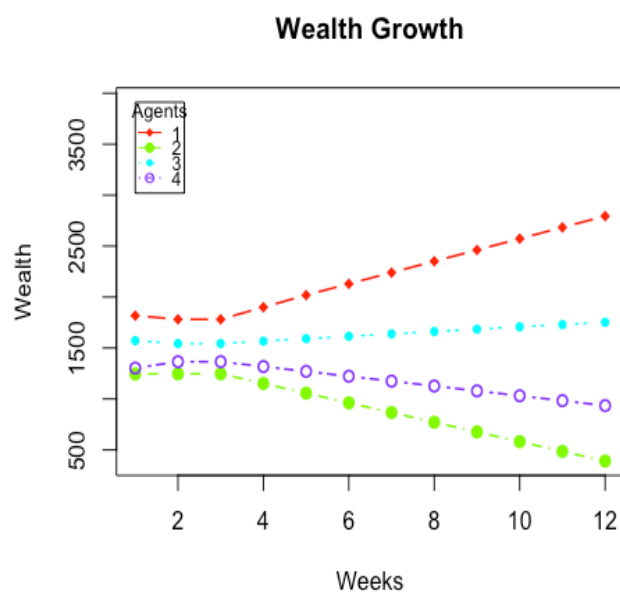


Figure 6 Riqueza após alteração