

# TradeHero

*Relatório Final*

Agentes e Inteligência Artificial Distribuída  
Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

## **T4\_01:**

Duarte Alexandre Pinto Brandão - ei10060 - [ei10060@fe.up.pt](mailto:ei10060@fe.up.pt)  
Tiago André Pérola Filipe - 201610655 - [up201610655@fe.up.pt](mailto:up201610655@fe.up.pt)  
Pedro Filipe Agrela Faria - 201406992 - [up201406992@fe.up.pt](mailto:up201406992@fe.up.pt)

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Rua Roberto Frias, sn, 4200-465 Porto, Portugal

10 de Dezembro de 2017

## **TradeHero**

1 - Objetivo	1
1.1 - Objetivos do trabalho	1
1.2 - Descrição do cenário	2
2 - Especificação	2
2.1 - Identificação e caracterização dos agentes	2
2.1.1 - Agente Investidor	2
2.1.2 - Agente Bolsa	3
2.2 - Protocolos de interação	4
2.2.1 - checkToFollow	4
2.2.2 - checkNotToFollow	5
2.2.3 - getValoresBolsa	5
2.2.4 - buyThisAction	5
3 - Desenvolvimento	6
3.1 - Plataforma / Ferramenta	6
3.2 - Estrutura da aplicação	7
3.3 - Detalhes	8
4 - Experiências	9
4.1 - Experiência 1	9
4.2 - Experiência 2	13
5 - Conclusões	16
6 - Recursos	17
6.1 - Bibliografia	17
6.2 - Software	17
6.3 - Elementos	17

# 1 - Objetivo

## 1.1 - Objetivos do trabalho

Este projecto tem como objectivo desenvolver, para a unidade curricular de Agentes e Inteligência Artificial, um sistema multi-agentes que permita negociar ações na bolsa de valores baseado na aplicação TradeHero. Nesta aplicação os utilizadores podem escolher os investimentos autonomamente ou seguir outros utilizadores mais experientes. Para isso serão utilizadas técnicas de Inteligência Artificial, guiadas por crenças, desejos e intenções (BDI).

## 1.2 - Descrição do cenário

Neste projeto criamos um Agente Bolsa, que contém toda a informação principal e necessária para os investidores comprarem ações. O Agente Bolsa dispõe Ações e cotações que variam com o tempo. Teremos também vários Agentes Investidores com diferentes crenças, seja o valor a comprar em cada ação, a percentagem mínima de variação das cotações para comprarem e venderem as ações, o tempo com que irão consultar a bolsa e o número mínimo de vendas realizadas para concretizarem o seu objetivo.

Cada Agente Investidor poderá seguir outros Agentes Investidores, tendo em conta a reputação do agente a seguir, de forma a poder comprar as mesmas ações que quem ele segue comprou. Esta reputação tem em conta se o agente teve bons ou maus resultados nos últimos investimentos. Quando há lucro ao vender uma ação que foi sugerida por um outro agente que está a seguir, esse lucro é repartido por ambos ( $\frac{2}{3}$  para o próprio,  $\frac{1}{3}$  para o agente que deu a dica).

## **2 - Especificação**

### **2.1 - Identificação e caracterização dos agentes**

#### **2.1.1 - Agente Investidor**

Verifica o crescimento dos valores das ações da bolsa e toma a decisão de quando comprar uma ação, sendo que também decide quando deve vender essa mesma ação, com o objectivo de obter o maior lucro possível. Em que a obtenção desse lucro ocorre através da venda de uma ação ou através da premiação recebida pelos seus seguidores, quando obtêm lucro na venda de uma ação sugerida por ele.

A estrutura utilizada no Jadex para este agente é a seguinte:

##### **Beliefs:**

- Preço atual da ação;
- Preço da ação na altura da compra;
- Variação do preço da ação;
- Influência de um agente que segue na compra de uma ação.

##### **Desires:**

- Vender a ação a um preço superior ao de compra da mesma;
- Atingir um X número de vendas.

##### **Intentions:**

- Comunicar com o agente Bolsa de X em X segundos para obter os valores atuais da bolsa;
- Analisar as mudanças do preço da ação;
- Seguir ou deixar de seguir um agente;
- Verificar os movimentos de um agente que está a seguir.

### **2.1.2 - Agente Bolsa**

O Agente Bolsa tratará de inicializar a bolsa e de fazer o update dos valores da bolsa dependendo do tempo configurado nas opções do programa.

A estrutura utilizada no Jadex para este agente é a seguinte:

#### **Beliefs:**

- Valores iniciais da bolsa.

#### **Goals:**

- Comunicar os valores da bolsa a um agente Investidor quando ele solicita.

#### **Intentions:**

- Fazer o update da bolsa de X em X segundos.

## **2.2 - Protocolos de interação**

### **2.2.1 - checkToFollow**

Protocolo que permite que um agente Investidor comunique com todos os agentes Investidor existentes. Nessa comunicação ele envia um objecto Following que contém o agente que iniciou a comunicação e o seu critério utilizado para escolher se quer ou não seguir um determinado agente.

Cada agente que recebe a comunicação compara o critério de escolha com os seus atributos, se corresponder, adiciona o agente que iniciou a comunicação à sua lista de agentes seguidores. E envia uma resposta a esse agente a informar que ele o pode seguir.

O diagrama seguinte representa o protocolo descrito:

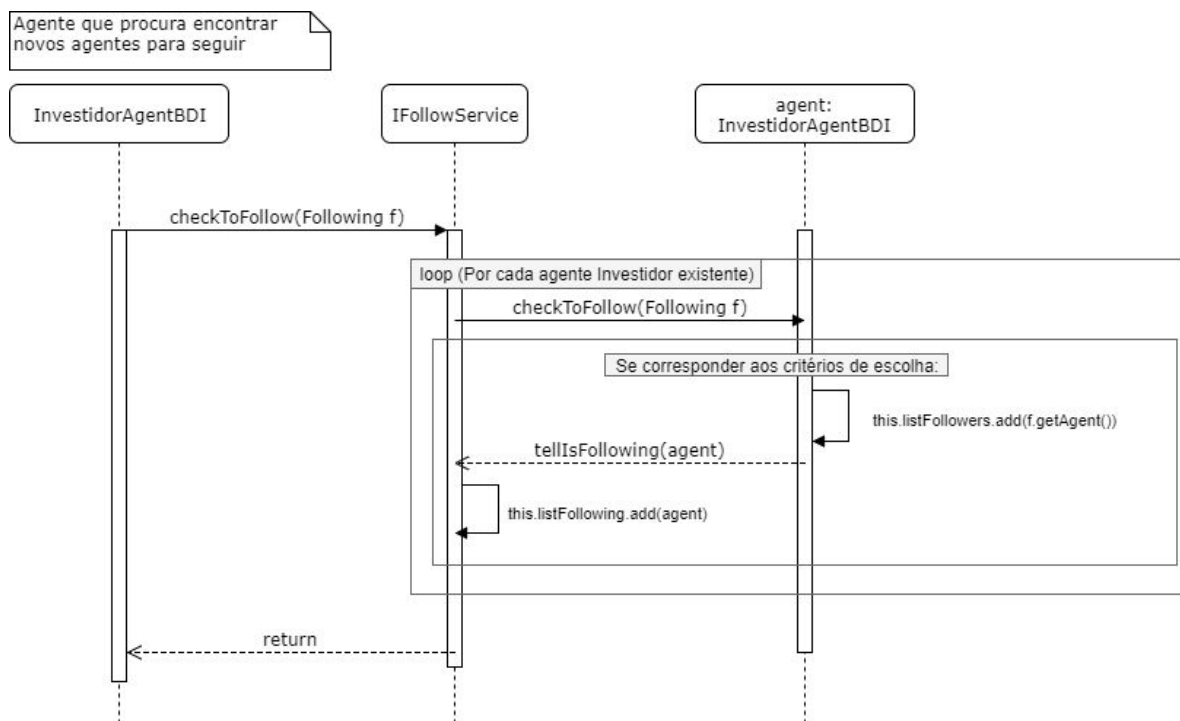


Figura 1 - Diagrama do protocolo de interação checkToFollow

### 2.2.2 - checkNotToFollow

Protocolo quase idêntico ao protocolo [2.2.1 - checkToFollow](#), mas faz o seu inverso. Caso um agente que pertença à lista de “agentes a seguir” do agente que iniciou a comunicação não corresponda ao critério de escolha devido aos seus últimos resultados é imediatamente removido da lista. Tanto de um lado (seguidores) como do outro (a seguir).

### 2.2.3 - getValoresBolsa

Protocolo utilizado pelo agente Investidor, para pedir os valores atuais da bolsa de valores ao agente Bolsa. Quando o agente Bolsa recebe a comunicação retorna para o agente Investidor a sua lista de valores da bolsa.

#### 2.2.4 - buyThisAction

Protocolo utilizado pelo agente Investidor, em que comunica com cada agente pertencente à sua lista de seguidores informando que comprou uma ação. Na comunicação a ação acabada de comprar é enviada por parâmetro, para desta forma o agente que a receber poder efectuar uma compra igual à do agente que está a seguir.

### 3 - Desenvolvimento

#### 3.1 - Plataforma / Ferramenta

A ferramenta que usamos neste projeto é o Jadex, é uma biblioteca para desenvolvimento de agentes em Java com um motor de raciocínio BDI (crenças, desejos e intenções).

Uma arquitectura de agentes baseada em BDI (Belief, Desire, Intention) é uma das abordagens possíveis para a criação de agente racionais. Consiste na implementação dos conceitos de crença, desejo e intenção como “atitudes mentais” semelhantes a ações humanas. As crenças representam a informação do estado do agente e do meio de que tem conhecimento; os desejos são os estados que o agente pretende alcançar; as intenções são o plano de ações que o agente decidiu tomar a partir do estado atual para cumprir os seus desejos. No Jadex estes conceitos são mapeados em Beliefs, Goals e Plans, sendo que os Goals são os objectivos a atingir e os Plans as ações necessárias para atingir esses mesmos Goals. Existem 4 tipos de Goals:

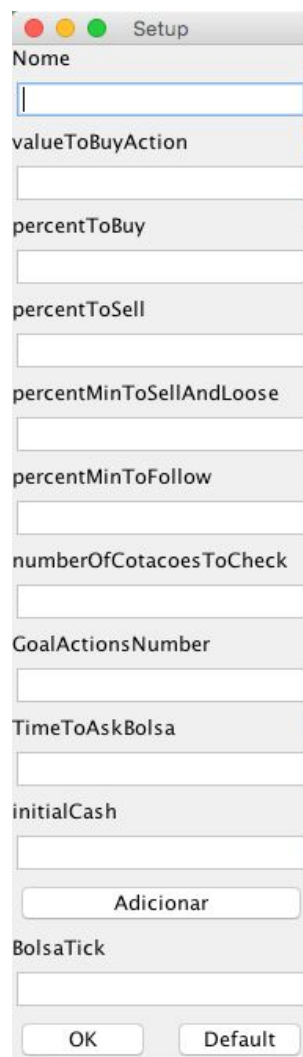
- **Perform goal:** algo que precisa ser feito, mas não necessariamente um objetivo.
- **Achieve goal:** representa um estado a atingir, não especificando o caminho para lá chegar.
- **Query goal:** semelhante ao Achieve Goal, mas que pretende obter informação.

- **Maintain goal:** pretende manter uma, ou mais propriedades sempre satisfeitas.

O trabalho foi desenvolvido tanto em macOS como em Windows 10, utilizando o IDE IntelliJ IDEA e o Eclipse.

### 3.2 - Estrutura da aplicação

Ao executar a aplicação, o utilizador poderá adicionar agentes e configurar todos os parâmetros para o correto funcionamento dos mesmos. Os parâmetros estão explícitos no ponto [3.3 - Detalhes](#). A seguinte figura ilustra o meu inicial:



The image shows a 'Setup' window with the following fields and controls:

- Nome:
- valueToBuyAction:
- percentToBuy:
- percentToSell:
- percentMinToSellAndLoose:
- percentMinToFollow:
- numberOfCotacoesToCheck:
- GoalActionsNumber:
- TimeToAskBolsa:
- initialCash:
- Adicionar:
- BolsaTick:
- OK:
- Default:

Figura 2 - Menu inicial



Ao preencher os dados do agente basta clicar em adicionar e o agente será adicionado ao programa, é permitido introduzir múltiplos agentes ao preencher novamente a informação e clicar em adicionar. É possível correr a aplicação com valores por defeito já configurados pelos elementos do grupo, no qual são criados três agentes: um random; um arriscado e um cauteloso.

### **3.3 - Detalhes**

É relevante referir que a bolsa é atualizada conforme o tempo que o utilizador configurar ao iniciar o programa. Esta bolsa é atualizada com as seguintes probabilidades: de subir a cotação, é de 50%, de descer, é de aproximadamente 33% e de manter, é de aproximadamente 17%. A variação da cotação é entre 1% a 5% (escolhido de forma aleatória) do valor da cotação atual dessa bolsa.

O investidor contém parâmetros de configuração iniciais que são de extrema importância para o correto funcionamento do programa:

- valueToBuyAction - Valor para a compra de cada ação.
- initialCash - Valor inicial na banca do agente investidor.
- percentToBuy - Percentagem mínima (1 a 100) correspondente à variação da bolsa entre numberOfCotacoesToCheck para a compra de uma ação.
- percentToSell - Percentagem mínima (1 a 100) correspondente à variação da bolsa entre o momento de compra e o momento atual para a venda de uma ação de forma a obter lucro.
- percentMinToSellAndLoose - Percentagem mínima (1 a 100) correspondente à variação da bolsa entre o momento de compra e o momento atual para a venda de uma ação de forma a vender a vender para não ficar a perder o valor total da compra.
- percentMinToFollow - Percentagem mínima (1 a 100) correspondente ao valor da banca no qual o agente irá seguir outro agente.
- isRandomAgent - Booleano caso desejemos inicializar um agente que comprará e venderá ações de forma aleatória.

- numberOfCotacoesToCheck - Corresponde ao número de ticks (tempo) entre qual o utilizador deseja que o programa verifique a diferença de ticks para a compra de uma ação
- timeToAskBolsa - Tempo em milisegundos no qual o agente investidor irá pedir os valores à bolsa.
- goalActionsNumber - Número mínimo de vendas pretendidas como objetivo, após o investidor ter vendido este número mínimo de ações, este não poderá comprar mais ações e irá vender todas as ativas para terminar o programa.
- TIMEBOLSA - Tempo em milisegundos no qual a bolsa irá atualizar os valores das cotações das ações.

## 4 - Experiências

### 4.1 - Experiência 1

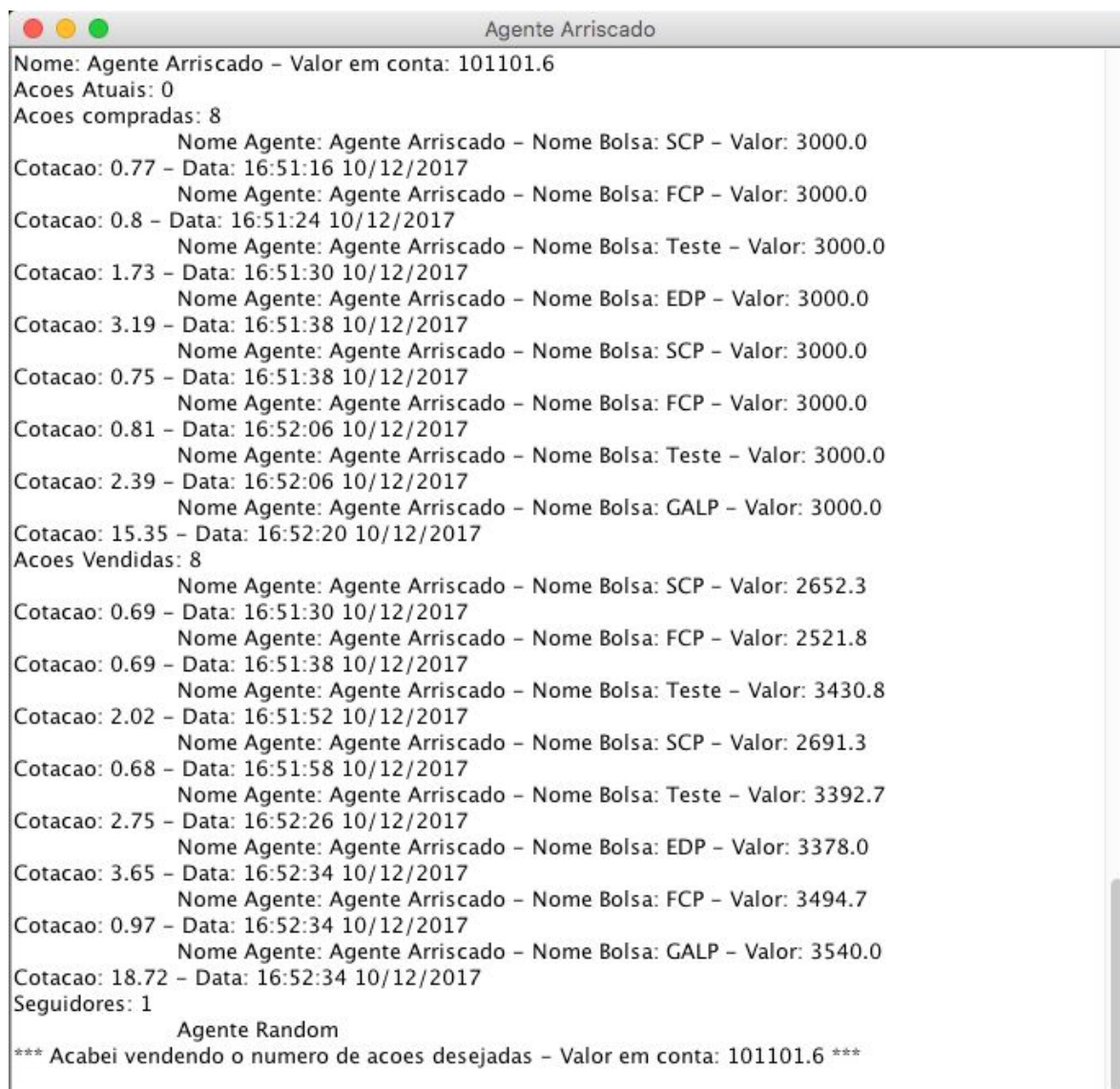
Para uma primeira experiência definiram-se 3 agentes investidores distintos, sendo eles o Agente Arriscado, o Agente Cauteloso e o Agente Random.

O objetivo do Agente Arriscado será de comprar ações com uma diferença de cotação de 5% entre 3 ticks de tempo e no decorrer do tempo arriscar e vendê-las com uma cotação de lucro de 10%, caso a cotação atinja -10% o agente vende e fica em perda. Irá também seguir outro agente, caso este atinja uma percentagem de lucro de 0.5% do valor total do saldo em conta inicial. Este iniciará com um saldo em conta de 100.000 e o valor de cada compra será de 3.000. O principal objetivo deste agente será vender no mínimo 5 ações.

O objetivo do Agente Cauteloso será de comprar ações com uma diferença de cotação de 7% entre 3 ticks de tempo e no decorrer do tempo arriscar e vendê-las com uma cotação de lucro de 5%, caso a cotação atinja -5% o agente vende e fica em perda. Irá também seguir outro agente, caso este atinja uma percentagem de lucro de 0.5% do valor total do saldo em conta inicial. Este iniciará com um saldo em conta de 100.000 e o valor de cada compra será de 2.000. O principal objetivo deste agente será vender no mínimo 5 ações.

O objetivo do Agente Random será a compra e venda de ações de forma aleatória. Irá também seguir outro agente com as mesmas condições do Agente Arriscado e Cauteloso. Este iniciará com um saldo em conta de 100.000 e o valor de cada compra será de 2.000. O principal objetivo deste agente será vender no mínimo 10 ações.

Os resultados do Agente Arriscado foram os seguintes:



```

Agente Arriscado
Nome: Agente Arriscado - Valor em conta: 101101.6
Acoes Atuais: 0
Acoes compradas: 8
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: SCP - Valor: 3000.0
Cotacao: 0.77 - Data: 16:51:16 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: FCP - Valor: 3000.0
Cotacao: 0.8 - Data: 16:51:24 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: Teste - Valor: 3000.0
Cotacao: 1.73 - Data: 16:51:30 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: EDP - Valor: 3000.0
Cotacao: 3.19 - Data: 16:51:38 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: SCP - Valor: 3000.0
Cotacao: 0.75 - Data: 16:51:38 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: FCP - Valor: 3000.0
Cotacao: 0.81 - Data: 16:52:06 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: Teste - Valor: 3000.0
Cotacao: 2.39 - Data: 16:52:06 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: GALP - Valor: 3000.0
Cotacao: 15.35 - Data: 16:52:20 10/12/2017
Acoes Vendidas: 8
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2652.3
Cotacao: 0.69 - Data: 16:51:30 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: FCP - Valor: 2521.8
Cotacao: 0.69 - Data: 16:51:38 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: Teste - Valor: 3430.8
Cotacao: 2.02 - Data: 16:51:52 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2691.3
Cotacao: 0.68 - Data: 16:51:58 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: Teste - Valor: 3392.7
Cotacao: 2.75 - Data: 16:52:26 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: EDP - Valor: 3378.0
Cotacao: 3.65 - Data: 16:52:34 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: FCP - Valor: 3494.7
Cotacao: 0.97 - Data: 16:52:34 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Arriscado - Nome Bolsa: GALP - Valor: 3540.0
Cotacao: 18.72 - Data: 16:52:34 10/12/2017
Seguidores: 1
    Agente Random
*** Acabei vendendo o numero de acoes desejadas - Valor em conta: 101101.6 ***
  
```

Figura 3 - Resultados do Agente Arriscado

Onde é possível verificar o valor em conta final de 101.101,60. Durante a experiência o Agente chegou a seguir o Agente Random, pois este chegou a ter um

valor em conta superior a 100.500,00. Houve ações de compra e venda que perdeu e ganhou dinheiro. No final conseguiu aumentar o valor em conta de 1%. Realizou o seu principal objetivo que era a venda de no mínimo 5 ações.

Os resultados do Agente Cauteloso foram os seguintes:

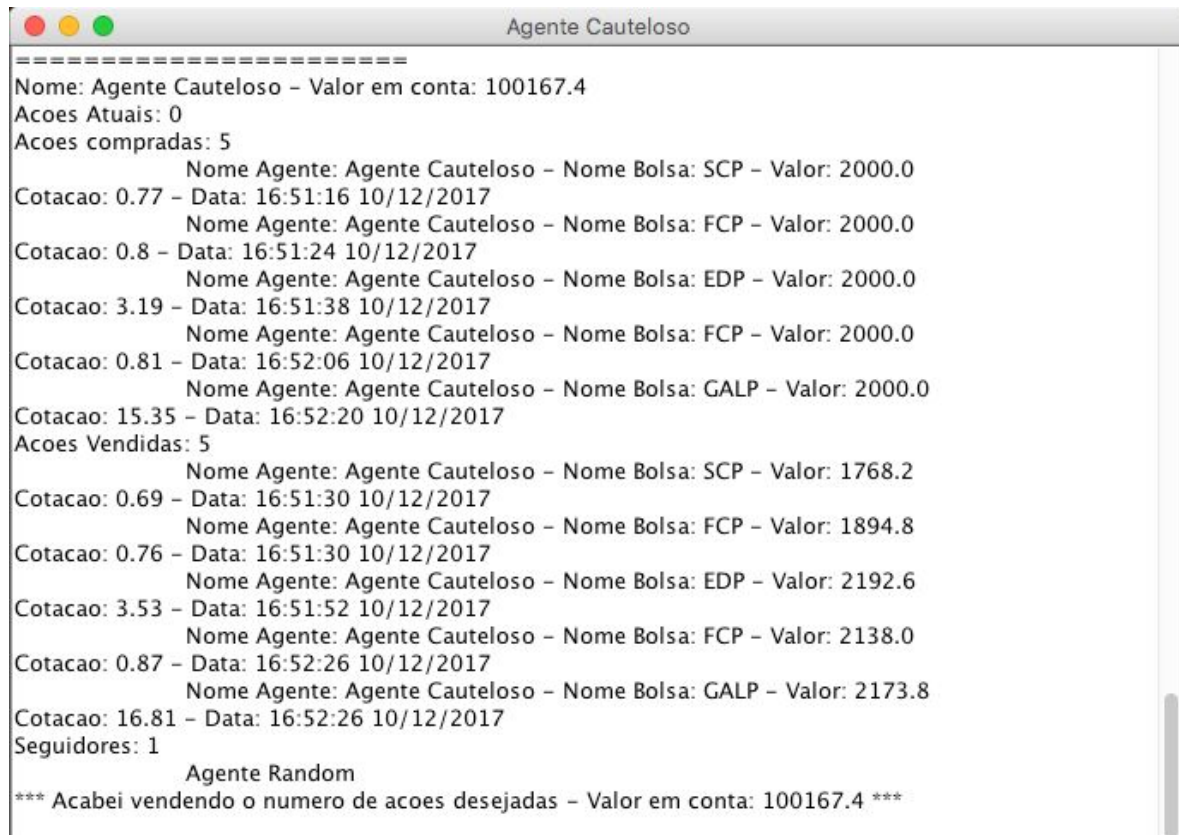



Figura 4 - Resultados do Agente Cauteloso

No qual é possível verificar o valor em conta final de 100.167,40. Durante a experiência o Agente chegou a seguir o Agente Random, pois este chegou a ter um valor em conta superior a 100.500,00. Houve ações de compra e venda que perdeu e ganhou dinheiro. No final conseguiu aumentar o valor em conta de 0,1%. Realizou o seu principal objetivo que era a venda de 5 ações.

Os resultados do Agente Random foram os seguintes:



```
Agente Random
Nome: Agente Random - Valor em conta: 100818.0
Acoes Atuais: 0
Acoes compradas: 11
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: EDP - Valor: 2000.0
Cotacao: 2.6 - Data: 16:51:16 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: GALP - Valor: 2000.0
Cotacao: 15.72 - Data: 16:51:16 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.77 - Data: 16:51:16 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: Teste - Valor: 2000.0
Cotacao: 1.73 - Data: 16:51:16 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.74 - Data: 16:51:24 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.69 - Data: 16:51:30 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: Teste - Valor: 2000.0
Cotacao: 1.73 - Data: 16:51:30 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: FCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.69 - Data: 16:51:38 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: GALP - Valor: 2000.0
Cotacao: 16.31 - Data: 16:51:44 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: FCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.72 - Data: 16:51:44 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.72 - Data: 16:51:44 10/12/2017
Acoes Vendidas: 11
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.77 - Data: 16:51:16 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: Teste - Valor: 2000.0
Cotacao: 1.73 - Data: 16:51:16 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.74 - Data: 16:51:24 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: GALP - Valor: 2037.4
Cotacao: 16.02 - Data: 16:51:30 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2160.0
Cotacao: 0.75 - Data: 16:51:38 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: FCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.69 - Data: 16:51:38 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: EDP - Valor: 2333.4
Cotacao: 3.12 - Data: 16:51:44 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: GALP - Valor: 2000.0
Cotacao: 16.31 - Data: 16:51:44 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: FCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.72 - Data: 16:51:44 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: SCP - Valor: 2000.0
Cotacao: 0.72 - Data: 16:51:44 10/12/2017
    Nome Agente: Agente Random - Nome Bolsa: Teste - Valor: 2287.2
Cotacao: 2.02 - Data: 16:51:52 10/12/2017
Seguidores: 0
*** Acabei vendendo o numero de acoes desejadas - Valor em conta: 100818.0 ***
```

Figura 5 - Resultados do Agente Random

No qual é possível verificar o valor em conta final de 100.818,00. O agente teve a sorte de vender todas as suas ações com lucro. No final conseguiu aumentar

o valor em conta de 0,8%. Realizou o seu principal objetivo que era a venda de no mínimo 10 ações.

## **4.2 - Experiência 2**

Para uma segunda experiência iremos considerar apenas o Agente Arriscado e o Agente Cauteloso. Estes terão os mesmos valores iniciais na conta e os mesmos valores a comprar na ação. A diferença é que os valores de venda mínimo de perda serão o dobro. Isto é, no Agente Arriscado, caso a cotação atinja -20% o agente vende e fica a perder, já o Agente Cauteloso, caso a cotação atinja -10% o agente vende e fica em perda. O objetivo desta experiência será de os dois Agentes tirarem mais lucro.

Os resultados foram os esperados. As figuras 5 e 6 confirmam que os agentes venderam as suas ações todas com lucro. O Agente Arriscado acabou com 104.128,50, ou seja, aumentou a sua banca em mais de 4%, durante o decorrer da experiência o Agente Arriscado chegou a seguir o Agente Cauteloso e ao vender a ação os lucros foram repartidos pelos dois agentes ( $\frac{2}{3}$  para o próprio,  $\frac{1}{3}$  para o agente que deu a dica). A ação que o Agente Cauteloso recomendou foi a da EDP com uma cotação de 5,33 e foi vendida a 6,25. Já o Agente Cauteloso acabou com uma banca de 101.116,00, correspondente a 1%. Foi também adicionado o lucro da ação que este recomendou ao Agente Arriscado.





Figura 6 - Resultados do Agente Cauteloso



Figura 7 - Resultados do Agente Arriscado



## 5 - Conclusões

O grupo utilizou o trabalho da melhor maneira para pôr em prática os conceitos lecionados nas aulas. Trabalhamos desde a primeira hora e todos os prazos foram cumpridos.

Em traços muito gerais o projeto desenvolvido por nós simula uma aplicação de bolsa de valores no qual utilizadores podem comprar e vender ações e terem seguidores de forma a ganhar dinheiro vendendo as suas dicas de ações.

A maior dificuldade sentida foi na comunicação entre os agentes investidores e em simultâneo com o agente bolsa a fim de os agentes seguirem outros agentes, comprarem as ações que os agentes estão a seguir e repartir os lucros nas vendas. Uma outra dificuldade sentida foi nos conceitos e anotações do Jadex, nomeadamente nas utilizações dos planos e objetivos.

Concluimos que atingimos assim todos os objetivos que nos tínhamos proposto e que a contribuição dos elementos do grupo foi equitativa.

## 6 - Recursos

### 6.1 - Bibliografia

- Wiki de Jadex da autoria da FEUP -  
<https://paginas.fe.up.pt/~eol/AIAD/jadex/doku.php?id=start>
- Slides relativos à plataforma Jadex da autoria da FEUP -  
<https://paginas.fe.up.pt/~eol/AIAD/aulas/jadex.pdf>

### 6.2 - Software

- Jadex - <https://www.activecomponents.org/#/project/news>
- Eclipse - <http://www.eclipse.org/downloads/eclipse-packages/>
- IntelliJ IDEA - <https://www.jetbrains.com/idea/>
- macOS
- Windows 10

### 6.3 - Elementos

- Duarte Alexandre Pinto Brandão (33%)
- Tiago André Pérola Filipe (33%)
- Pedro Filipe Agrela Faria (33%)