

Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Mestrado em Engenharia Informática

SISTEMAS INTELIGENTES

Agentes & Sistemas Multiagente

Ano Letivo de 2023/2024

Implementação de um sistema multiagente de Gestão Hospitalar

Grupo 3

PG53895 Joana Isabel Freitas Pereira
PG53645 Ana Rita Santos Poças
PG52686 João Delfim Da Cruz Pereira

17 de maio de 2024

Índice

1	Introdução	3
1.1	Caso de Estudo	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Estrutura do Relatório	4
2	Arquitetura Sistema MultiAgente	5
2.1	Arquitetura	5
2.2	Agentes	5
2.3	Funcionamento	6
3	Protocolo de Comunicação	8
3.1	Comportamentos	8
3.2	Performativas	9
3.3	Mecanismos de Negociação	9
3.4	Diagrama de Classes	10
4	Fluxo de Atividades	11
4.1	Diagrama de Atividades	11
4.2	Diagramas de Sequência	12
4.2.1	Admissão do Paciente	12
4.2.2	Encaminhamento do Paciente	12
5	Resultados obtidos	14
6	Melhorias	16
6.0.1	1. Adição de pagamento dos tratamentos	16
6.0.2	2. Adição de nível de urgência dos pacientes	16
6.0.3	3. Adição de enfermeiros no sistema	16
7	Conclusão	17

1 Introdução

O presente relatório surge no contexto do trabalho prático da unidade curricular "Agentes e Sistemas Multi-Agente", do perfil de Sistemas Inteligentes do Mestrado em Engenharia Informática da Universidade do Minho.

1.1 Caso de Estudo

O caso de estudo deste projeto consiste na modelação e implementação de um sistema multi-agente para a gestão de 2 hospitais da zona norte de Portugal. O sistema foi projetado para lidar com diferentes aspetos desta gestão, incluindo a receção de pacientes, encaminhamento de pacientes para outra gestão hospitalar (no caso de a especialidade que necessitam não se encontrar disponível no hospital), providenciamento de tratamento aos pacientes e respetiva alta.

O sistema implementado é composto por 3 diferentes tipos de agentes: **Gestor Hospitalar**, **Médico**, **Paciente**. Cada um destes agentes possui a sua função própria e responsabilidade dentro do sistema, sendo que cada um dos agentes possui comportamentos, performativas e capacidades de comunicação específicas. O nosso sistema está desenvolvido de forma distribuída e, assim, cada agente é capaz de operar independentemente e consegue comunicar-se com os outros agentes em tempo real. A comunicação entre os agentes do nosso sistema é feita através da troca de mensagens no protocolo padrão de agentes, que se tornam desta forma escaláveis e facilmente implementados.

O caso de estudo do projeto é bastante pertinente porque a gestão hospitalar é um procedimento complexo e que necessita de uma abstração distribuída e escalável, de forma a torná-la segura e eficaz.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho foi implementar um sistema multiagente para simular a gestão de dois hospitais. Utilizamos a biblioteca *SPADE* de forma a implementar a comunicação e troca de mensagens entre os agentes.

Para a concretização deste objetivo foi necessário definirmos uma arquitetura capaz de suportar o processo de planeamento e tomada de decisão, estratégias de comunicação e sincronização de agentes.

1.3 Estrutura do Relatório

Este relatório tem como objetivo de demonstrar a análise da arquitetura e a descrição do sistema multiagente. Para atingir este objetivo, dividimos o relatório nos seguintes capítulos: Introdução (onde apresentamos o caso de estudo e os objetivos do trabalho), Arquitetura do Sistema MultiAgente (onde explicamos a arquitetura do nosso sistema, descrevemos os agentes presentes no sistema e o funcionamento do sistema multiagente), Protocolo de Comunicação (onde explicamos os comportamentos, performativas e mecanismos de negociação do sistema e apresentamos o diagrama de classes para se compreender melhor a arquitetura do sistema), Fluxo de Atividades (onde apresentamos o Diagrama de Atividades do sistema, bem como dois diagramas de Sequência que explicam o funcionamento do nosso sistema), Resultados Obtidos (onde demonstramos o programa a funcionar), Melhorias (onde apresentamos melhorias que poderíamos aplicar no futuro ao nosso programa) e por último a Conclusão.

2 Arquitetura Sistema MultiAgente

2.1 Arquitetura

A arquitetura que desenvolvemos consiste numa arquitetura distribuída, visto que os diferentes agentes trabalham em conjunto para comunicarem e trocarem informações entre si. O Gestor Hospitalar armazena toda a informação relevante do sistema (especialidades disponíveis, médicos disponíveis, número máximo de pacientes, número de pacientes atual) pelo que podemos considerar que ele atua como agente principal, visto que é o principal responsável pela maior parte das tomadas de decisão do sistema e a colaboração entre os vários agentes.

2.2 Agentes

No sistema de gestão hospitalar os agentes devem trabalhar em conjunto para alcançar o objetivo de obter o tratamento de cada paciente que der entrada numa unidade hospitalar. O sistema possui vários tipos de agentes inteligentes, cada um com características específicas para o bom funcionamento do sistema.

- **Agente: Gestor Hospitalar**

- **Descrição:** Agente deliberativo, que gere os recursos médicos do hospital. Ele facilita a admissão de pacientes quando há vaga na especialidade necessária e permite que o paciente escolha entre dois médicos. Quando a especialidade não está disponível, encaminha o paciente para outro hospital. Além disso, autoriza a alta de pacientes e possui acesso a informações críticas do hospital, como especialidades, vagas, médicos disponíveis e número de pacientes em cada especialidade.

- **Agente: Médico**

- **Descrição:** Agente reativo que providencia tratamento ao paciente que escolheu ser atendido por ele. Tem simplesmente a função de providenciar tratamento ao paciente.

- **Agente: Paciente**

- **Descrição:** Agente deliberativo que é capaz de escolher o médico com o qual quer ser tratado entre duas escolhas providenciadas pelo Gestor Hospitalar. Este agente pede que o gestor hospitalar lhe providencie um médico e quando elege o médico

pede ao médico o respetivo tratamento. Quando o tratamento é providenciado pede ainda ao gestor hospitalar que lhe seja dada alta.

Cada agente desempenha um papel fundamental no êxito do sistema de gestão hospitalar, colaborando de forma cooperativa para garantir a eficiência das operações hospitalares. Nesse ambiente colaborativo, os agentes podem compartilhar informações e trabalhar em conjunto para alcançar o objetivo de tratar o paciente.

2.3 Funcionamento

O programa que desenvolvemos tem como objetivo gerir e simular as operações de um hospital. De forma a conseguirmos obter um maior realismo, decidimos implementar dois hospitais que estão em funcionamento para receber os pacientes. Assim, temos o Hospital "UMINHO" que possui as especialidades "cardiologia", "pediatria" e "neurologia" e o hospital "UPORTO" que possui as especialidades "dermatologia", "psiquiatria" e "hematologia". Assim, um paciente quando é criado no programa pode dar entrada em qualquer um dos hospitais, com qualquer uma das especialidades referidas anteriormente. Caso a especialidade não exista, ele deve ser reencaminhado para o hospital onde essa especialidade está disponível.

Primeiramente, criamos e inicializamos os agentes referentes ao hospital UMINHO:

- 5 médicos (*medicoAgent*) para cada uma das especialidades disponíveis, sendo que o seu *jid* será o nome da especialidade, seguido de um número entre 100 e 999, por exemplo "neurologia618". Os médicos também possuem um *rating* (valor de 1 a 5) e um *level* ("principiante" ou "avançado"), porém esta informação é só conhecida pelo Gestor do Hospital
- O Gestor do hospital que é inicializado com toda a informação necessária: as especialidades disponíveis no hospital, o nome dos médicos existentes em cada especialidade (com o seu *rating* e *level*), o nome do Hospital parceiro (neste caso o "UPORTO"), para que possa encaminhar pacientes.

Em seguida, criamos e inicializamos os agentes referentes ao hospital UPORTO:

- 5 médicos (*medicoAgent*) para cada uma das especialidades disponíveis, sendo que o seu *jid* será o nome da especialidade, seguido de um número entre 100 e 999, por exemplo "dermatologia618". Os médicos também possuem um *rating* (valor de 1 a 5) e um *level* ("principiante" ou "avançado"), porém esta informação é só conhecida pelo Gestor do Hospital
- O Gestor do hospital que é inicializado com toda a informação necessária: as especialidades disponíveis no hospital, o nome dos médicos existentes em cada especialidade (com o seu *rating* e *level*), o nome do Hospital parceiro (neste caso o "UMINHO"), para que possa encaminhar pacientes.

Por fim, criamos e inicializamos os pacientes do sistema. Quando um paciente é criado, é

efetuada uma "triagem", isto é, é-lhe atribuída uma especialidade de forma aleatória dentro das especialidades da lista = ["cardiologia", "pediatria", "neurologia", "dermatologia", "psiquiatria", "hematologia"]. O hospital onde ele vai dar entrada de forma aleatória entre os disponíveis ("UPORTO" ou "UMINHO").

Quando o paciente é inicializado, ele requer ao gestor do hospital onde entrou que lhe seja atribuído um médico para a especialidade da sua triagem. Neste cenário podem ocorrer dois casos:

- **Caso 1: A especialidade existe no hospital que lhe foi atribuído e, o paciente é admitido no hospital.**
- **Caso 2: A especialidade não existe no hospital que lhe foi atribuído e o Gestor Hospitalar informa o paciente do hospital para onde será encaminhado.**

No caso 2, o paciente dará entrada no novo hospital e pede que lhe seja atribuído um médico e o processo é repetido.

No caso 1, após ser admitido, o Gestor Hospitalar verifica se existem vagas para o paciente e, caso se verifique, o gestor possibilita que o paciente escolha o médico que prefere entre dois médicos que lhe são apresentados para a sua especialidade. A escolha será efetuada com base nos pesos atribuídos ao *rating* e *level* de cada um dos médicos apresentados.

Após selecionar o médico que pretende, o paciente entra em contacto com ele e informa-o que necessita de tratamento e o médico providencia o tratamento necessário e indica que pode ter alta.

Quando o paciente recebe a informação de que o médico indicou que podia ter alta, ele pede ao gestor hospitalar que autorize a sua saída do hospital.

Quando o gestor recebe esta informação, remove do sistema e autoriza a sua saída.

Por fim, o agente paciente "morre" no sistema.

3 Protocolo de Comunicação

3.1 Comportamentos

Abaixo apresentamos os comportamentos do nosso sistema multiagente, enfatizando as suas principais características e funcionalidades. Em cada subsecção vamos destacar os comportamentos associados a cada agente, especificando o seu tipo e descrevendo as ações realizadas quando esses comportamentos são executados.

- **Comportamentos Associados ao Agente Paciente**

- **RequireDoctor** (OneShot Behaviour): Comportamento em que o paciente manda mensagem ao gestor do hospital onde se encontra (ou UMINHO ou UPORTO) para que lhe seja atribuído um médico.
- **ReceiveFromGestor** (Cyclic Behaviour): Comportamento que recebe todas as mensagens enviadas do gestor do hospital para o paciente, que podem ser: opção de dois médicos para a especialidade que requer, a notificação que deve ser reen-caminhado para outro hospital e a autorização de alta. Está também incluída uma performative de quando o médico indica que o paciente pode ter alta.
- **RequireTreatment**(OneShot Behaviour): Comportamento em que o paciente manda mensagem ao médico eleito entre os dois que o gestor hospitalar sugeriu e requer que seja tratado.

- **Comportamentos Associados ao Agente Gestor Hospitalar**

- **ReceiveFromPatient**(CyclicBehaviour):Comportamento que recebe todas as mensagens enviadas do paciente para o gestor do hospital, que podem ser: pedido de atribuição de um médico ou pedido de autorização para sair do hospital.

- **Comportamentos Associados ao Agente Médico**

- **ProvideTreatment**(OneShot Behaviour): Comportamento em que o médico eleito pelo paciente responde ao paciente que lhe pediu tratamento com a mensagem "Tramento providenciado" .

3.2 Performativas

As performativas desempenham um papel fundamental na comunicação em sistemas multiagentes. Elas representam ações ou intenções que um agente pode transmitir a outro através da troca de mensagens. Em baixo apresentamos as performativas existentes no nosso sistema:

- **Performativas relativas à comunicação Gestor Hospitalar - Paciente**

- **request**: Indica que o paciente requer a atribuição de um médico.
- **inform** : Indica que o médico permite que o paciente escolha 2 médicos entre os disponíveis.
- **encaminhamento**: Indica que a especialidade que o paciente necessita não existe no hospital atual (UMINHO ou UPORTO) e deve ser encaminhado para outro hospital (UMINHO ou UPORTO).
- **sair**: Indica que o paciente gestor hospitalar para autorizar a alta após o médico indicar que é possível ter alta.
- **out**: Indica que o gestor hospitalar autoriza a alta do paciente.

- **Performativas relativas à comunicação Médico - Paciente**

- **tratamento**: Indica que o paciente pede ao médico que lhe providencie tratamento.
- **daalta**: Indica que o médico providenciou o tratamento e indica que o paciente pode ter alta.

3.3 Mecanismos de Negociação

No nosso sistema, permitimos que cada paciente, perante duas opções de médicos para a sua especialidade, possa escolher o médico que prefere consoante uma função probabilística. O paciente recebe do gestor Hospitalar os dois médicos com a seguinte informação:

(nome do médico1, rating do médico1, level do médico1)

(nome do médico2, rating do médico2, level do médico2)

Sendo que o *rating* é um valor entre 1 e 5 e o *level* pode ser uma de duas hipóteses: "princípante" ou "avançado".

Desta forma, é possível que haja uma negociação entre o paciente e o gestor hospitalar relativamente ao médico que atende o paciente.

3.4 Diagrama de Classes

Na figura abaixo, é possível observar as classes que permitem o correto funcionamento do programa, assim como os seus atributos e métodos.

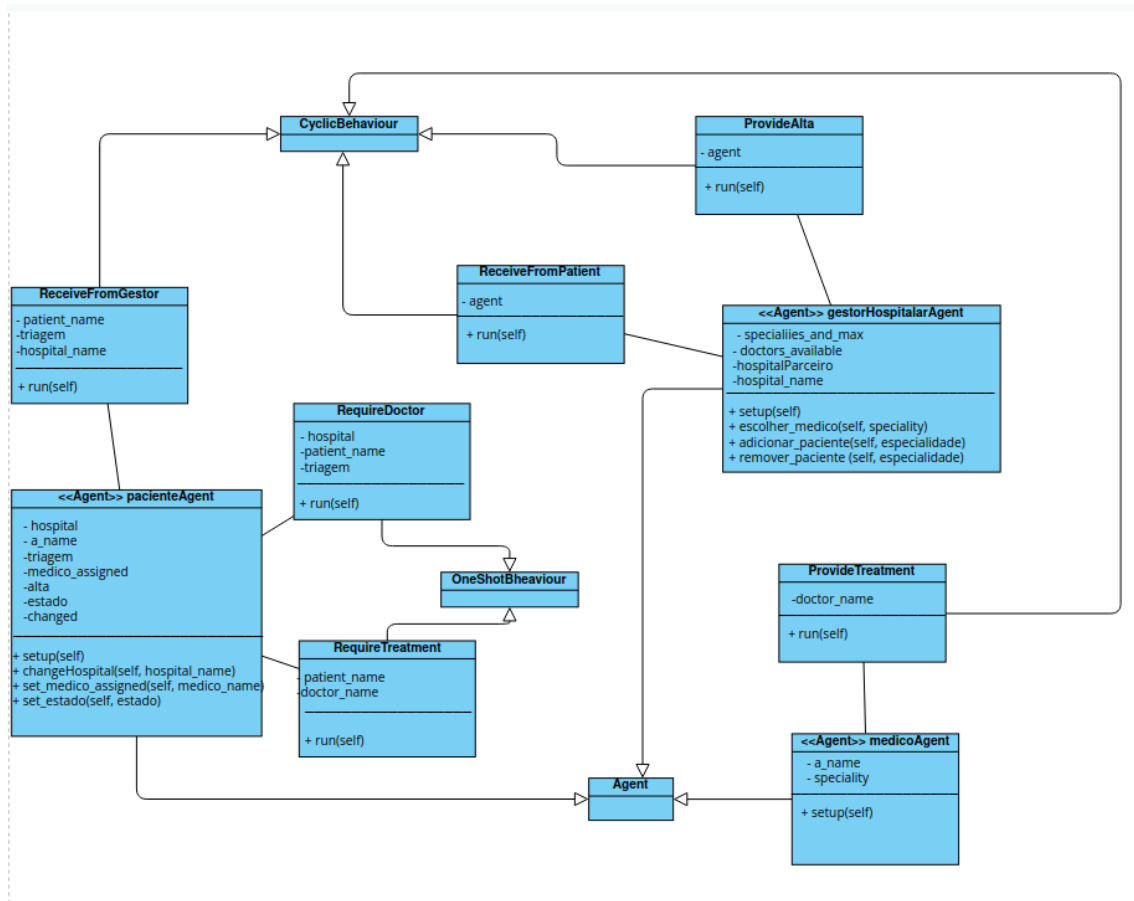


Figura 3.1: Diagrama de classes do Sistema MultiAgente

4 Fluxo de Atividades

4.1 Diagrama de Atividades

De forma a melhor se compreender como funciona o programa, desenvolvemos o seguinte diagrama de atividades:

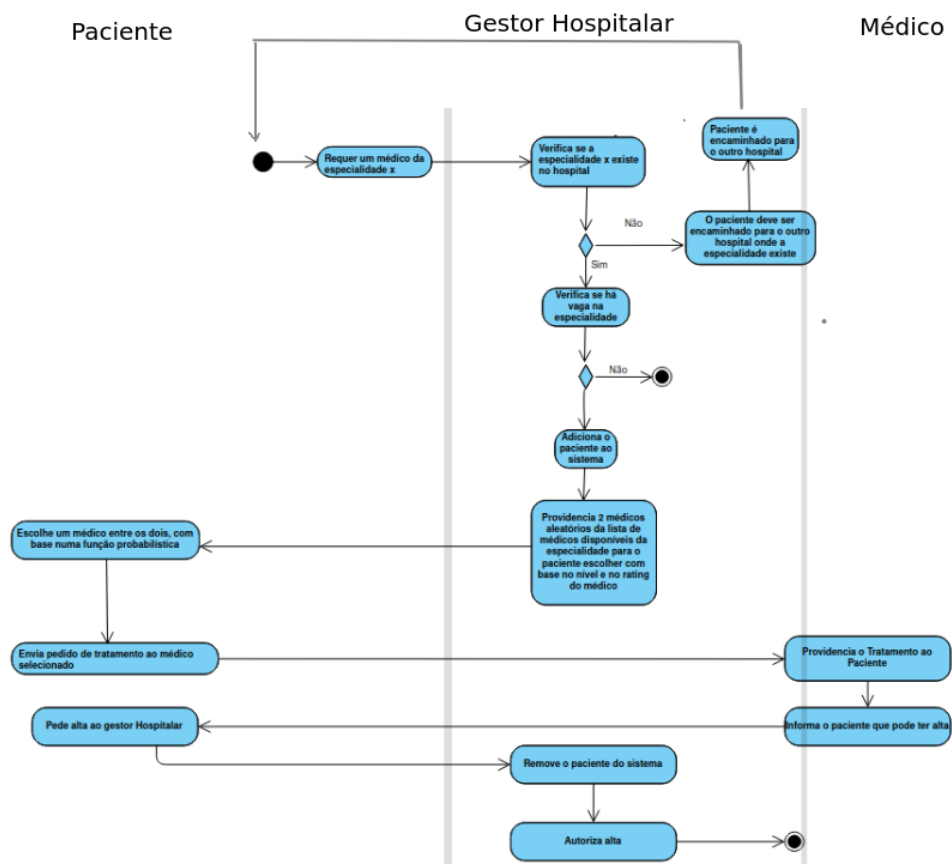


Figura 4.1: Diagrama de Atividades

4.2 Diagramas de Sequência

Para explicarmos melhor os casos de admissão e encaminhamento dos pacientes no sistema, desenvolvemos os seguintes diagramas de sequência:

4.2.1 Admissão do Paciente

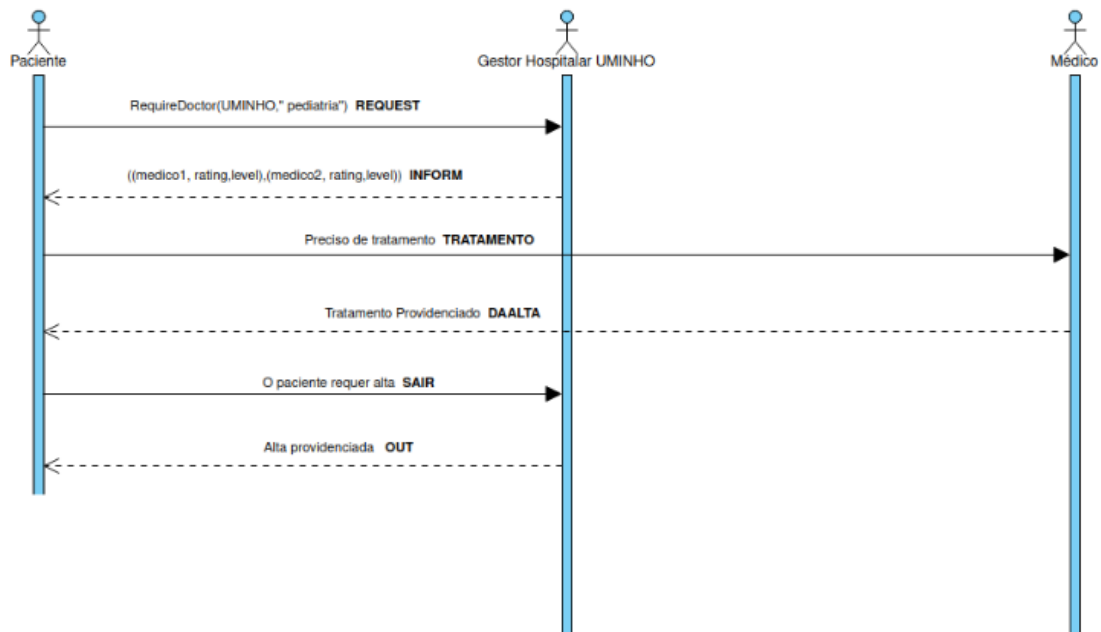


Figura 4.2: Diagrama de Sequência - Quando a especialidade do paciente existe no hospital

Como é possível observar na figura 4.2, caso a especialidade requerida pelo paciente exista no sistema, o paciente é admitido, e o Gestor Hospitalar providencia-lhe dois médicos para que o paciente escolha o que pretende, com base na sua função probabilística.

4.2.2 Encaminhamento do Paciente

Na figura 4.3, verificamos que caso a especialidade não exista, o paciente é informado do novo hospital para onde se deve dirigir e o tratamento é providenciado lá.

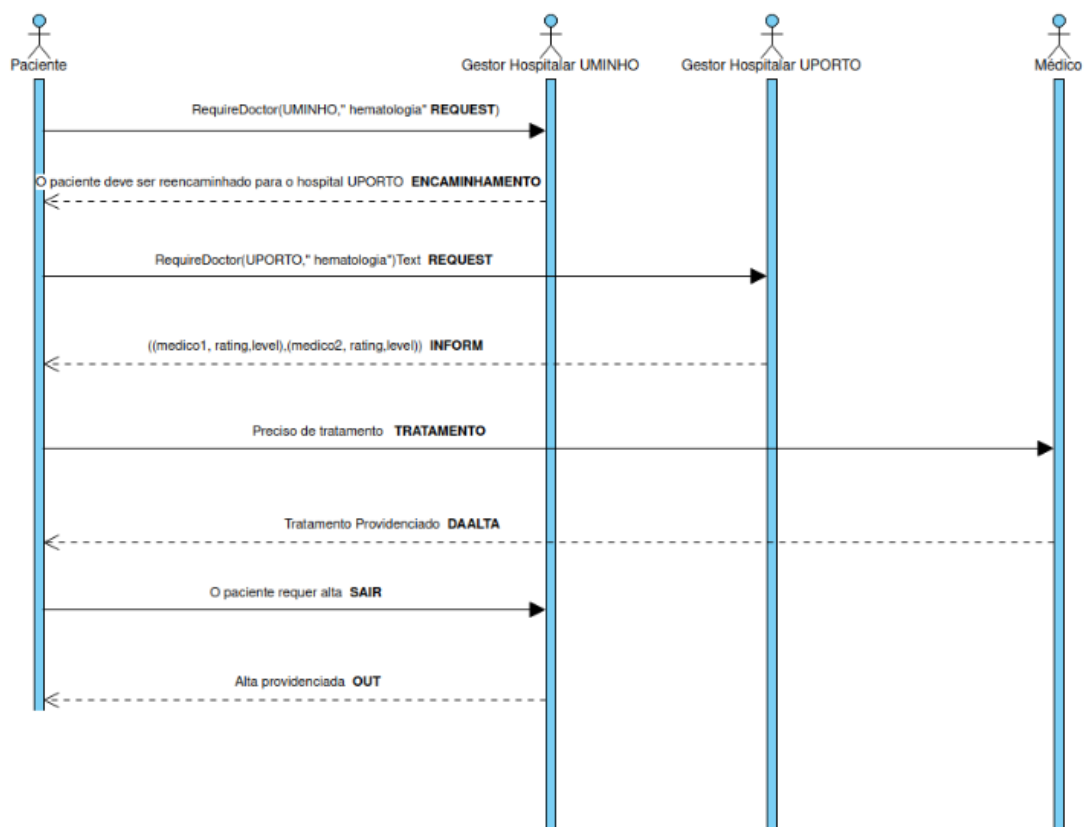


Figura 4.3: Diagrama de Sequência - Quando a especialidade do paciente não existe no hospital

5 Resultados obtidos

De modo a se compreender melhor o funcionamento do programa, adicionamos os seguintes *prints* do terminal que demonstram o output do programa. Na figura abaixo podemos verificar que o paciente 6726 deu entrada no hospital UMINHO e requisitou a especialidade de "neurologia" que existe neste hospital e foi atendido normalmente: Por sua vez, o paciente 6684 deu

```
O paciente 6726@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6684 requereu um médico da especialidade neurologia ao gestor do hospital gestorHospitalPorto@ ...
O paciente 6726 requereu um médico da especialidade neurologia ao gestor do hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6684 deve ser reencaminhado para o Hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6726 deu entrada na especialidade neurologia e pode escolher o médico ('neurologia597', '4', 'avancado') ou ('neurologia821', '3', 'avancado').
O paciente 6684 foi encaminhado para o hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6684@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no novo hospital gestorHospitalUminho@ ...
O médico atribuído neurologia597 foi atribuído ao paciente 6726.
Pedido de tratamento adicionado.
O paciente 6726 foi atribuído ao médico: neurologia597
O paciente 6684 requereu um médico da especialidade neurologia ao gestor do hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6726 requisita tratamento do médico neurologia597
O paciente 6684 requisita tratamento do médico neurologia597 e pode escolher o médico ('neurologia499', '5', 'principlante') ou ('neurologia849', '5', 'principlante').
O médico neurologia597 recebeu um pedido de tratamento do paciente 6726@anaritaasp-nitro-an515-55
O agente paciente 3806@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
O paciente 3806@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalPorto@ ...
O médico atribuído neurologia499 foi atribuído ao paciente 6684.
Pedido de tratamento adicionado.
O paciente 6684 foi atribuído ao médico: neurologia499
O paciente recebeu a confirmação de que o tratamento foi providenciado pelo médico neurologia597@anaritaasp-nitro-an515-55
O paciente 6726 da especialidade neurologia deve ter alta.
O paciente 3806 requereu um médico da especialidade dermatologia ao gestor do hospital gestorHospitalPorto@ ...
O paciente 6684 requisita tratamento do médico neurologia499
O gestor autoriza a saída do paciente 6726 da especialidade neurologia.
O paciente 3806 deu entrada na especialidade dermatologia e pode escolher o médico ('dermatologia189', '2', 'avancado') ou ('dermatologia618', '4', 'principlante').
O médico neurologia499 recebeu um pedido de tratamento do paciente 6684@anaritaasp-nitro-an515-55
O agente paciente 4426@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
O paciente 4426@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalUminho@ ...
O agente paciente 7672@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
O paciente 7672@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalPorto@ ...
O paciente 6726 saiu do hospital
```

Figura 5.1: Demonstração do sistema

entrada no hospital UPORTO e requisitou a especialidade de "neurologia" que apenas existe no hospital UMINHO, pelo que foi reencaminhado para o hospital UMINHO e tratado lá:

```
O paciente 6684@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalPorto@ ...
O agente paciente 3806@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
O paciente 6726@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6684 requereu um médico da especialidade neurologia ao gestor do hospital gestorHospitalPorto@ ...
O paciente 6726 requereu um médico da especialidade neurologia ao gestor do hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6684 deve ser reencaminhado para o Hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6726 deu entrada na especialidade neurologia e pode escolher o médico ('neurologia597', '4', 'avancado') ou ('neurologia821', '3', 'avancado').
O paciente 6684 foi encaminhado para o hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6684@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no novo hospital gestorHospitalUminho@ ...
O médico atribuído neurologia597 foi atribuído ao paciente 6726.
Pedido de tratamento adicionado.
O paciente 6726 foi atribuído ao médico: neurologia597
O paciente 6684 requereu um médico da especialidade neurologia ao gestor do hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 6726 requisita tratamento do médico neurologia597
O paciente 6684 deu entrada na especialidade neurologia e pode escolher o médico ('neurologia499', '5', 'principlante') ou ('neurologia849', '5', 'principlante').
O médico neurologia597 recebeu um pedido de tratamento do paciente 6726@anaritaasp-nitro-an515-55
O agente paciente 3806@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
O paciente 3806@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalPorto@ ...
O médico atribuído neurologia499 foi atribuído ao paciente 6684.
Pedido de tratamento adicionado.
O paciente 6684 foi atribuído ao médico: neurologia499
O paciente recebeu a confirmação de que o tratamento foi providenciado pelo médico neurologia597@anaritaasp-nitro-an515-55
O paciente 6726 da especialidade neurologia deve ter alta.
O paciente 3806 requereu um médico da especialidade dermatologia ao gestor do hospital gestorHospitalPorto@ ...
O paciente 6684 requisita tratamento do médico neurologia499
O gestor autoriza a saída do paciente 6726 da especialidade neurologia.
O paciente 3806 deu entrada na especialidade dermatologia e pode escolher o médico ('dermatologia189', '2', 'avancado') ou ('dermatologia618', '4', 'principlante').
O médico neurologia499 recebeu um pedido de tratamento do paciente 6684@anaritaasp-nitro-an515-55
O agente paciente 4426@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
O paciente 4426@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalUminho@ ...
O agente paciente 7672@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
O paciente 7672@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalPorto@ ...
O paciente 6726 saiu do hospital
O médico atribuído dermatologia618 foi atribuído ao paciente 3806.
Pedido de tratamento adicionado.
O paciente 3806 foi atribuído ao médico: dermatologia618
O paciente 4426 requereu um médico da especialidade neurologia ao gestor do hospital gestorHospitalUminho@ ...
O paciente 7672 requereu um médico da especialidade hematologia ao gestor do hospital gestorHospitalPorto@ ...
O paciente recebeu a confirmação de que o tratamento foi providenciado pelo médico neurologia499@anaritaasp-nitro-an515-55
O paciente 6684 da especialidade neurologia deve ter alta.
O paciente 3806 requisita tratamento do médico dermatologia618
O paciente 4426 deu entrada na especialidade neurologia e pode escolher o médico ('neurologia597', '4', 'avancado') ou ('neurologia849', '5', 'principlante').
O paciente 7672 deu entrada na especialidade hematologia e pode escolher o médico ('hematologia494', '2', 'avancado') ou ('hematologia594', '5', 'avancado').
O médico dermatologia618 recebeu um pedido de tratamento do paciente 3806@anaritaasp-nitro-an515-55
```

Figura 5.2: Demonstração do sistema

```

0 gestor autoriza a saída do paciente 6684 da especialidade neurologia.
0 médico atribuido neurologia597 foi atribuido ao paciente 4426.
Pedido de tratamento adicionado.
0 paciente 4426 foi atribuido ao médico: neurologia597
0 médico atribuido hematologia494 foi atribuido ao paciente 7672.
Pedido de tratamento adicionado.
0 paciente 7672 foi atribuido ao médico: hematologia494
0 paciente 7113 requer um médico da especialidade cardiologia ao gestor do hospital gestorHospitalPorto@.
0 agente paciente 1105@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
0 paciente 1105@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalUminho@ ...
0 agente paciente 1760@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
0 paciente 1760@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalPorto@ ...
0 agente paciente 6121@anaritaasp-nitro-an515-55 foi inicializado ...
0 paciente 6121@anaritaasp-nitro-an515-55 deu entrada no hospital gestorHospitalUminho@ ...
0 paciente recebeu a confirmação de que o tratamento foi providenciado pelo médico dermatologia618@anaritaasp-nitro-an515-55
0 paciente 3806 da especialidade dermatologia deve ter alta.
0 paciente 4426 requisita tratamento do médico neurologia597
0 paciente 7672 requisita tratamento do médico hematologia494
0 paciente 1105 requer um médico da especialidade dermatologia ao gestor do hospital gestorHospitalUminho@.
0 paciente 1760 requer um médico da especialidade psiquiatria ao gestor do hospital gestorHospitalPorto@.
0 paciente 6121 requer um médico da especialidade hematologia ao gestor do hospital gestorHospitalUminho@.
0 paciente 6684 saiu do hospital

```

Figura 5.3: Demonstração do sistema

Desta forma, através das figuras acima é possível comprovar o correto funcionamento do programa.

6 Melhorias

Nesta secção, apresentamos algumas melhorias possíveis que poderíamos implementar no futuro no sistema atual.

6.0.1 1. Adição de pagamento dos tratamentos

No futuro poderá se adicionar uma rececionista para efetuar o pagamento do tratamento.

6.0.2 2. Adição de nível de urgência dos pacientes

A rececionista também poderá fazer uma triagem dos pacientes no hospital, conforme o nível de urgência e atribuir-lhes um grau de prioridade no sistema.

6.0.3 3. Adição de enfermeiros no sistema

A introdução de enfermeiros para ajudar os médicos a tratarem do paciente pode também ser uma mais valia.

7 Conclusão

Por último, acreditamos que fomos capazes de cumprir com os requisitos propostos pela equipa docente. O sistema desenvolvido está bem concebido, e foi capaz de lidar com a complexidade do caso de estudo.

Este trabalho possibilitou a consolidação dos conhecimentos adquiridos nas aulas da unidade curricular e permitiu aplicar e aprofundar o nosso conhecimento em sistemas multiagentes. Fomos capazes de aplicar os conhecimentos relativos à criação, inicialização e comunicação de agentes, da biblioteca *SPADE* e de UML.

As melhorias que sugerimos, não foram possíveis de implementar na atualidade no entanto acreditamos que num futuro poderíamos adicioná-las ao sistema.

Concluindo, a nosso ver o balanço do trabalho é positivo, visto que o sistema se encontra bem definido e os aspetos a melhorar podem ser facilmente atingidos num trabalho futuro.