

Escola de Engenharia

Departamento de Produção e Sistemas

Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Elementos de Engenharia de Sistemas – Simulação

**Universidade do Minho**

## **Projeto de Simulação em ARENA**

**“Aeroporto 7”**

**Equipa n.º 45**

***Afonso Xavier Cardoso Marques, n.º a94940***

***Eduardo Cardoso Pereira, n.º a94881***

***Gonçalo Araújo Gomes, n.º a94924***

***Paulo Alexandre Rodrigues Ferreira, n.º a96268***

**António Vieira, Filipa Rocha, e Marcelo Henriques**

**Braga, 7 de dezembro de 2020**

## Índice

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>Resumo .....</b>          | <b>3</b>  |
| <b>1 Introdução .....</b>    | <b>4</b>  |
| <b>2 Modelo .....</b>        | <b>5</b>  |
| <b>3 Análise .....</b>       | <b>7</b>  |
| <b>4 Conclusão.....</b>      | <b>9</b>  |
| <b>5 Autoavaliação .....</b> | <b>10</b> |
| <b>6 Identificação .....</b> | <b>11</b> |

## Índice de figuras

|  |   |
|--|---|
| Figura 1 - Modelo completo Aeroporto, software<br>Arena .....        | 5 |
| Figura 2 - Taxa de utilização dos recursos (em<br>percentagem) ..... | 7 |
| Figura 3 - Resultados listas de espera (em minutos) .....            | 8 |

## Índice de tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Autoavaliação da Equipa 45 ..... | 10 |
|---|----|

## Resumo

O presente documento contém o relatório relativo à simulação de um aeroporto no software Arena. Ao longo deste projeto será analisado com detalhe o funcionamento de um aeroporto, mais especificamente, os seguintes aspetos: a chegada e saída de aviões, a afluência de passageiros e, consequentemente, os processos relativos às suas bagagens, tais como check-in e check-out e ainda toda a manutenção e logística em volta dos meios utilizados nos diferentes procedimentos associados a cada voo.

# 1 Introdução

Pretende-se estudar a dinâmica de um aeroporto tendo em conta o nível de solicitação de passageiros, analisando os tempos de espera nas respetivas filas e a quantidade de pessoas que realizaram *check-in* e *check-out*.

Para tal, elaboramos um projeto no software Arena, no qual tivemos a possibilidade de otimizar todo e qualquer processo, bem como rentabilizar ao máximo os recursos disponíveis, de modo a suprimir todas as exigências de um aeroporto.

Adicionalmente, e relativamente ao estudo da otimização dos processos, realizaremos testes com diferentes níveis de solicitação e/ou recursos.

Um dos aspetos fulcrais para a realização deste trabalho, foi a consideração de números realistas no que diz respeito à média de passageiros que vêm de um voo, o número de passageiros que embarcam num voo e ainda os aviões utilizados em cada voo.

**Figura 1 - Modelo completo Aeroporto, software Arena**

No presente modelo existem três blocos create que geram as seguintes entidades: aviões, passageiros para check-out e passageiros para embarque.

Primeiramente, há a aterragem dos aviões que se dirigem à porta de embarque e são sujeitos aos mais variados processos, como a descarga de passageiros e bagagens, seguida de assistência mecânica, limpeza, reabastecimento e recarga. Após estas etapas o avião está pronto para um novo voo e fica em fila de espera no bloco match (representados no modelo por uma bola vermelha).

Em simultâneo com a chegada de um avião, os passageiros desembarcam e aguardam a chegada da sua bagagem, por sua vez, e dependendo da origem do voo, alguns dos viajantes são sujeitos ao controle de identidade e só posteriormente poderão ir buscar as malas provenientes do porão e realizam o check-out.

Por fim, noutra parte distinta do aeroporto, chegam novos passageiros, que procedem ao check-in, no qual deixam as suas bagagens e dirigem-se ao controle de segurança, considerando que cada passageiro leva apenas uma mala. Paralelamente a este processo de segurança, as bagagens são juntas e encaminhadas para junto do avião, onde se procederá ao carregamento das mesmas no respetivo avião. Após a segurança, os passageiros dirigem-se à porta de embarque, na qual estará o avião com a respetiva

bagagem (passageiros representados por uma bolinha verde e malas por uma bolinha amarela).

Este processo vai-se realizando repetidamente durante 24h por dia, com momentos de mais ou menos afluência.

No seguinte link é possível ver um vídeo do modelo em funcionamento:

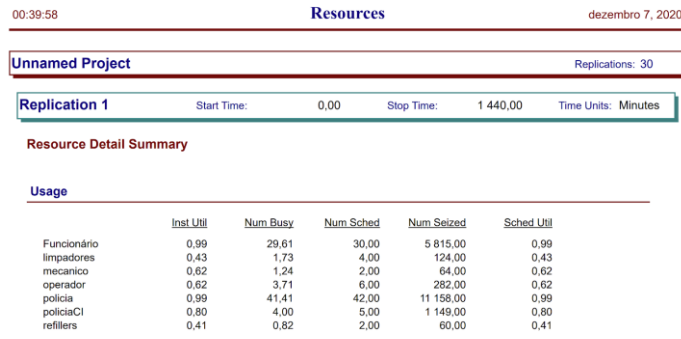
<https://www.youtube.com/watch?v=AbHaFLSMziE>

### 3 Análise

A análise do modelo é composta por diversos testes onde se alteraram os valores dos recursos e entidades.

Num dos casos, consideramos que a cada minuto chegavam 4 novos passageiros que se preparam para embarcar em grupos de 180 pessoas e, simultaneamente, a cada 45 minutos chega um avião com 180 passageiros, de forma a utilizar dados mais próximos da realidade.

Com a gestão dos recursos, nomeadamente funcionários, operadores, refillers, polícias e mecânicos, foi-nos possível otimizar este modelo e garantir que teríamos uma taxa de utilização de cada um ideal, tendo em consideração a aproximação à realidade. Este mostrou ser o caso mais otimizado, uma vez que, através da análise do relatório final num período de tempo de, aproximadamente, um mês, ou seja, 30 replicações com 24 horas cada, concluiu-se que os recursos apresentaram uma taxa de utilização relativamente alta, como podemos ver na Figura 2 - Taxa de utilização dos recursos (em percentagem). No entanto, destacaram-se alguns valores mais baixos, como limpadores e *refillers*, uma vez que são equipas que trabalham agrupadas, isto é, a limpeza dos aviões é efetuada, normalmente, por grupos de dois limpadores, assim como os *refillers* não têm a capacidade de proceder ao reabastecimento dos aviões individualmente, mas sim



**Figura 2 - Taxa de utilização dos recursos (em percentagem)**

em equipas de dois elementos. Posto isto, de forma a aumentar a taxa de ocupação dos limpadores e *refillers*, reduzimos o número destes recursos, refletindo-se diretamente num aumento do tempo de espera para que o avião estivesse pronto a descolar, ou seja, as filas de espera de bagagens juntas e passageiros para embarque iria aumentar consecutivamente sem hipótese de dispersão, uma vez que o avião só desembarca quando há um grupo de 180 passageiros, outro grupo de 180 bagagens, as respetivas dos viajantes, e o avião esteja pronto para descolar. Tudo isto levou-nos a reformular o modelo para os valores atuais.

Outra questão ainda relacionada com os recursos, é a divisão dos tipos de polícia, isto é, existem os polícias

simples, que atuam na segurança, e existem os políciasCI, que atuam no controle de identidade. Procedemos à divisão do tipo de polícias, uma vez que ambos os departamentos estavam a entrar em conflito com apenas um tipo de polícias, sendo chamados recursos de um sítio para o outro.

Relativamente às filas (*queues*) consideramos que obtemos números muito próximos da realidade, embora estejam generalizados, sem ser possível distinguir de momentos de mais afluência, como podemos ver na Figura 3 - Resultados listas de espera (em minutos).

|                                    |  |                  |
|------------------------------------|--|------------------|
| 17:35:22                           | Queues   | dezembro 7, 2020 |
| Unnamed Project                    |  | Replications: 30 |
| Replication 1                      | Start Time: 0.00 Stop Time: 1 440.00 Time Units: Minutes |                  |
| <b>Queue Detail Summary</b>        |  |                  |
| <b>Time</b>                        |  |                  |
|                                    | <u>Waiting Time</u>                                      |                  |
| assistencia mecanica Queue         | 0.00   |                  |
| Check in com bagagem Queue         | 9.56   |                  |
| Controlo de identidade Queue       | 16.67  |                  |
| descarga Queue                     | 0.43   |                  |
| Grupo passageiros Queue            | 22.99  |                  |
| Juntar as bagagens Queue           | 22.18  |                  |
| Levar as bagagens até avião Queue  | 0.02   |                  |
| limpeza Queue                      | 0.00   |                  |
| passageiros entram no avião Queue1 | 0.00   |                  |
| passageiros entram no avião Queue2 | 26.44  |                  |
| passageiros entram no avião Queue3 | 52.46  |                  |
| reabastecimento Queue              | 0.00   |                  |
| segurança Queue                    | 25.10  |                  |

Figura 3 - Resultados listas de espera (em minutos)



## 4 Conclusão

Ao longo do presente trabalho, foram registados todos os aspetos mais relevantes que dizem respeito à dinâmica de um aeroporto. O principal fator a ter em consideração foi, sem dúvida, a proximidade da realidade.

Contudo, deparámo-nos com algumas dificuldades na elaboração do modelo no software Arena devido ao elevado número de variantes a ter em conta e ainda às opiniões dispares, suscitadas pela grande diversidade de aeroportos que existem no mundo, atualmente.

De modo a contornar estas situações, procuramos nos focar nos modelos de aeroportos que temos em Portugal, mais propriamente no Aeroporto Sá Carneiro, devido à proximidade da zona em que nos encontramos.

Por fim, procedemos várias vezes à alteração do número de recursos, de forma a proporcionar ao modelo uma maior otimização, sem nunca perder o foco daquilo que são os factos verídicos.

## 5 Autoavaliação

Neste trabalho, acreditamos que, utilizando os conhecimentos de cada elemento do grupo, se utilizaram as ferramentas necessárias para chegar a um projeto bem concebido e estável. A sua finalização como um projeto completo, depende de alguns detalhes que estão em falta, o que se traduz na complexidade que esta situação pode apresentar num caso real, devido às diversas variáveis. Em suma, e tendo em conta o produto final, acreditamos que a nossa avaliação global se traduz numa média de 17 valores como representado na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Autoavaliação da Equipa 45

| Número | Nome    | Avaliação Global | Modificação | Avaliação Individual |
|--------|---------|------------------|-------------|----------------------|
| A94940 | Afonso  | 17               | +0          | 17                   |
| A94881 | Eduardo |                  | +0          | 17                   |
| A94924 | Gonçalo |                  | +0          | 17                   |
| A96268 | Paulo   |                  | +0          | 17                   |

**Avaliação Afonso:** Considero que a minha avaliação individual deve ser de 17 pois participei de forma igual na elaboração do modelo e do relatório, aplicando da

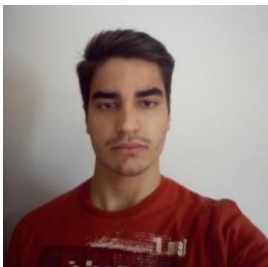
melhor forma os conhecimentos adquiridos nas aulas da disciplina de Elementos de Engenharias de Sistemas.

**Avaliação Eduardo:** A meu ver, a minha avaliação individual é de 17 valores pois participei na elaboração do projeto de forma equivalente ao resto do grupo, tanto no relatório como na construção do modelo feito no software Arena.

**Avaliação Gonçalo:** Do meu ponto de vista, o grupo, no geral desempenhou um bom trabalho sem exceções, daí a avaliação do grupo ser igual à individual. Concluindo, foram bem conseguidos o modelo do Arena e o relatório do mesmo, daí que considero os 17 valores apropriados.

**Avaliação Paulo:** Penso que a minha avaliação individual deveria ser 17, pois contribui de igual forma para a realização do trabalho, fazendo um trabalho significativo e justo para a produção do projeto final.

## 6 Identificação



### Afonso Marques

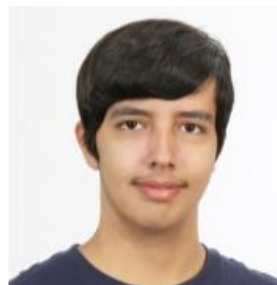
afonsoxcm@gmail.com

Nasceu em Mirandela no dia 19 de fevereiro de 2002. Frequentou a Escola Secundária de Mirandela.

Principais interesses: tecnologia retro, música rock, videojogos e *stand-up comedy*.

Hobbies: jogar, ver séries ou filmes, conviver com amigos e ouvir música.

Outros: um estranho fascínio por filmes ou séries de máfia.



### Eduardo Paereira

43eduardo43@gmail.com

Nasceu em Esposende, a 5 de Julho de 2002. Estudou na Escola Básica António Correia de Oliveira e na Escola Secundária Henrique Medina, localizadas em Esposende.

Principais interesses: informática, videojogos.

Hobbies: passear, jogar, ouvir música.

**Gonçalo Gomes**

goncaloagomes28@gmail.com

Nasceu em Fão, a 10 de novembro de 2001. Estudou no Conservatório de Música Calouste Gulbenkian, na EB 2, 3 Frei Caetano Brandão, Escola Secundária Alberto Sampaio e, por fim, no Colégio João Paulo II.

Principais interesses: carros, computadores e fotografia.

Hobbies: ouvir música, sair com os amigos, ver filmes e praticar desporto.

**Paulo Ferreira**

pauloferreira.vnc@gmail.com

Nasceu em Viana do Castelo, a 17 de dezembro de 2002. Estudou na Escola Básica e Secundária de Vila Nova de Cerveira.

Principais interesses: diferentes culturas, história, motociclismo, videojogos e gostaria de aprender a tocar um instrumento musical.

Hobbies: passear, Kung fu, ouvir música, viajar.

Outros: gosta muito de animação japonesa, e de novas tecnologias.