

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Produção e Sistemas

Mestrado integrado em Engenharia Informática

Elementos de Engenharia de Sistemas

Projeto de Simulação

“Lavandaria High-Tech”

Filipe Emanuel Santos Fernandes – A83996

João Miguel Amorim Alves – A86267

João Pedro Pereira Sampaio – A85318

José Filipe de Sousa Matos Ferreira – A83683

Luís Dias, António Vieira, Bruno Gonçalves, Marcelo Henriques

Braga, Outubro de 2017

Resumo

Este relatório tem em vista o estudo de caso de uma Lavandaria.

Em pleno século XXI, a tecnologia invadiu as indústrias. A lavandaria não foi exceção. Por isso, decidimos automatizar a maioria dos transportes dentro do projeto que criámos. A título de exemplo, o transporte de roupa é feito com recurso a tapetes rolantes e não com recurso a funcionários.

A escolha desta via foi feita principalmente com base no conceito de que é relevante compreender de que forma é que as novas tecnologias afetam a indústria.

Índice

Resumo	2
1 Introdução.....	4
1.1 ..Enunciado Fornecido (Lavandaria)	4
1.2 ..Escolha do Tema	5
2 Sistema Desenvolvido	6
2.1 ..Chegada de Clientes.....	6
2.2 ..Delicadeza da Roupa	6
2.3 ..Tipos de Lavagem	6
2.4 ..Tapetes Rolantes.....	7
2.5 ..Recursos Humanos	8
2.5.1 Rececionista	8
2.5.2 Funcionário	8
2.6 ..Tempo de Simulação.....	8
3 Análise de Desempenho	9
3.1 ..Análise da primeira Iteração	9
3.2 ..Análise da segunda Iteração	9
3.3 ..Análise da terceira Iteração	10

3.4 ..Possível quarta iteração	10
4 Conclusão	11
4.1 ..Observações da Equipa	11
5 Bibliografia	12
6 Biografia	13
7 Anexos.....	14

Figuras

Figura 1 - Tabela de Preços.....	7
Figura 2 - Utilização de Recursos na Iteração 2	9
Figura 3 - Utilização de Recursos na Iteração 3	10
Figura 4 - Erro no Arena.....	11
Figura 5 - Animação Inacabada.....	11

1 Introdução

1.1 Enunciado Fornecido (Lavandaria)

Pretende-se simular o funcionamento de uma Lavandaria, utilizando para a implementação, O ARENA.

Vamos considerar uma Lavandaria em que os clientes fazem entregas em sacos com várias peças de roupa (no máximo cerca de uma dúzia de peças em cada entrega).

Os funcionários fazem a receção da roupa e posteriormente a separação da mesma por três tipos: lavagem a seco, lavagem com água a baixa temperatura, lavagem com água a alta temperatura.

Existe uma máquina para lavagem a seco e uma ou mais para lavagem com água.

A secagem é realizada em máquina de tambor, em sala com desumidificação ou ao ar livre.

Após a secagem, a maioria da roupa é engomada, sendo selecionada peça a peça, independentemente do tipo de lavagem.

Depois de engomada a roupa é acondicionada em cabide individual ou em saco reutilizável.

Os tempos e percentagens serão arbitrados pela equipa de trabalho, que deverá fazer uma pesquisa breve para obter esses valores.

Estude todos os aspetos relacionados com o normal funcionamento do sistema com vista à sua otimização nas condições indicadas (custo mínimo total com os colaboradores, equipamentos e espaço).

Se conseguirem concluir o projeto atempadamente, podem considerar a hipótese da contratação de um estafeta para recolha e/ou entrega ao domicílio de roupa.

1.2 Escolha do Tema

Um exemplo óbvio da comodidade do mundo moderno é, sem sombra de dúvida, a Lavandaria. Uma tarefa que anteriormente consumia uma percentagem significativa do tempo dos membros de uma família, agora pode ser resolvida com recurso a uma empresa. De facto, o epitomo do capitalismo.

As novas tecnologias fazem parte da área de interesse de todos os elementos do grupo. Visto que uma das grandes revoluções proporcionados pela tecnologia foi a automatização da indústria, decidimos tal como já foi acima referido, simular uma Lavandaria com a particularidade de ser o mais automatizada possível.

Fosse este projeto aplicado na vida real, prevemos que esta escolha teria dois impactos claros a nível económico.

Por um lado, a construção e implementação de uma lavandaria “*High-Tech*” teria um custo de construção associado claramente superior ao de um lavandaria comum. No entanto, apesar do custo inicial associado, um sistema automatizado não comete erros com a mesma frequência que um humano, não se cansa e acima de tudo não recebe salário (ignorando o custo de manutenção e eletricidade).

2 Sistema Desenvolvido

2.1 Chegada de Clientes

Os clientes chegam a uma taxa que segue uma distribuição normal de média 50 minutos e desvio padrão de 10 minutos. Esta taxa não é mais baixa devido ao facto de esta lavandaria estar limitada a uma máquina de lavar a seco.

Os clientes chegam com sacos que contêm as peças de roupa. O número de peças de roupa contidas no saco segue uma distribuição triangular de valor mínimo 1, valor máximo 12 e média 6.

2.2 Delicadeza da Roupa

A delicadeza da roupa está dividida em três classes distintas, roupa menos delicada, intermédia e mais delicada que assumem um valor de delicadeza de 0, 1 e 2, respetivamente.

As peças de delicadeza mínima são raramente levadas a uma lavandaria, principalmente porque a lavagem é relativamente fácil de ser feita em casa. Por outro lado, as peças de roupa com delicadeza máxima também são escassas. Neste caso porque raramente uma

pessoa necessita de lavar peças de roupa como um vestido de casamento. Por eliminação de partes, as peças de roupa mais comuns são as de delicadeza intermédia. Assim, concluímos que a probabilidade de surgirem no sistema roupas de delicadeza 0 é de 9%, de serem de delicadeza 1 é de 67% e de serem delicadeza 2 é de 24%.

2.3 Tipos de Lavagem

O custo da lavagem de uma determinada peça de roupa está ligado à sua delicadeza.

A menos delicada tem um custo de 2€ por peça de roupa e inclui, entre outros, Polos, T-shirts e Calças de Ganga. Esta é lavada a quente e é secada na máquina de Tambor.

A de delicadeza intermédia tem um custo de 5€ por peça de roupa, como por exemplo a camisa e blusas. Peças de roupa nesta categoria são lavados a frio e são secadas ao ar livre

A roupa mais delicada tem um custo de 14€ por peça de roupa, que inclui fatos e vestidos de casamento, é lavada a seco, com o método de secagem conhecido como “Sala desumidificada”.

Acresce ao preço da lavagem 1€ se a peça tiver de ser engomada.¹

Após uma breve pesquisa, encontramos informação sobre os tempos de lavagem. No caso de uma máquina de lavar de classe industrial, sendo esta tanto de lavagem a seco como lavagem com água, estes variam entre 20 e 30 minutos. Tendo em conta que o tema proposto é o de uma lavandaria com tecnologia de ponta, decidimos considerar o tempo mais rápido possível. Assim, considerando os desvios temporais que naturalmente ocorrem, atribuímos ao tempo de lavagem, uma distribuição normal de média 21 minutos e desvio padrão de 30 segundos.

Serviço	Tipo de Lavagem	Tipo de Secagem	custo/peça
Simples	Lavagem a Quente	Máquina de Tambor	2 €
Médio	Lavagem a Frio	Ar Livre	5 €
Premium	Lavagem a Seco	Sala Desumidificada	14 €
Extra:			
Engomar			1 €

Figura 1 - Tabela de Preços

¹ Com o objetivo de agilizar o processo de cálculo do custo da lavagem, basta substituir o valor de x pelo valor de delicadeza e substituir y por 1 se for engomada e 0 se não for engomada na expressão $(x^3 + 2x + 2 + y)$ para obter o custo de lavagem tabelado (Figura 1)

2.4 Tapetes Rolantes

Após a consulta de várias empresas produtoras de tapetes rolantes, como a *Dorner*, concluímos que a velocidade máxima atingida por tapetes rolantes varia entre os 0,5 e os 3 metros por segundo. No entanto, soluções que atingem velocidades mais elevadas foram descartadas pelo grupo tendo em conta vários critérios. Estas soluções são desnecessariamente rápidas para as distâncias a percorrer² sendo consideravelmente mais dispendiosas que outras soluções.

Por outro lado, as soluções que atingem velocidades máximas mais baixas foram descartadas com base em dois critérios: a carga máxima suportada não é alta o suficiente e a largura do tapete é demasiado baixa.

Assim, concluímos que a velocidade ideal para o funcionamento dos tapetes seria a de 1 metro por segundo, já que são as soluções que permitem atingir velocidades dessa ordem que proporcionam balanço entre carga suportada, largura do tapete e custo de aquisição.

² Na Análise da primeira Iteração chegamos à conclusão que é necessário atingir velocidades máximas de 3 metros por segundo em algumas secções do sistema.

2.5 Recursos Humanos

2.5.1 Rececionista

A Rececionista está na receção e lida com a recolha e a entrega de sacos de roupa lá feita. O pagamento é feito no ato de entrega.

2.5.2 Funcionário

Os Funcionários têm como função colocar a roupa dentro das máquinas de lavar e de secar (estas despejam automaticamente a roupa para um tapete rolante).

No caso da sala desumidificada e da secagem ao ar livre, o funcionário tem que colocar e retirar a roupa da estação. É necessário um funcionário para engomar a roupa. São os funcionários que colocam a roupa dentro dos sacos.

2.6 Tempo de Simulação

Com o intuito de obter resultados na simulação escolhemos as definições para o Arena de 8 horas por dia, visto que este é o horário de funcionamento normal de uma lavandaria (entre as 9h e as 17h) durante um mês. Tal é repetido 12 vezes para aumentar a precisão dos resultados

3 Análise de Desempenho

3.1 Análise da primeira Iteração

Com o objetivo de obtenção de valores base, decidimos correr a primeira simulação com o número mínimo em todos os recursos menos os funcionários, os quais colocamos 10.

Após correr a simulação com as definições referidas na alínea *Tempo de Simulação* concluímos que as filas criadas seriam demasiado grandes produzindo tempos de espera demasiado grandes na entrada para o tapete rolante. Assim, chegamos à conclusão que a principal fonte de atrasos no sistema seria a velocidade do tapete rolante inicial.

3.2 Análise da segunda Iteração

Para a segunda iteração, aumentamos a velocidade do tapete rolante inicial para a máxima disponível, ou seja, 3 metros por segundo.

Com esta pequena alteração, o tempo de espera reduziu significativamente. Conseguindo assim lavar um saco de roupa em aproximadamente 3 dias.

No entanto, os funcionários têm uma taxa de utilização relativamente reduzida (aproximadamente de 6% (Figura 2)) quando comparada com a ideal de aproximadamente 70%.

Resource Detail Summary

Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
cesto_molhado	0,02	0,02	1,00	63,00	0,02
cesto_seco	0,00	0,00	1,00	12,00	0,00
funcionario	0,06	0,53	9,00	1 979,00	0,06
Maq_molhado	0,18	0,18	1,00	126,00	0,18
Maq_seco	0,03	0,03	1,00	24,00	0,03
Maq_Tambor	0,17	0,17	1,00	44,00	0,17
Rececionista	0,07	0,07	1,00	281,00	0,07
tabua_de_engc	0,28	0,28	1,00	645,00	0,28

Figura 2 - Utilização de Recursos na Iteração 2

3.3 Análise da terceira iteração

Decidimos reduzir o número de funcionários para 6 de forma a tentar aumentar a taxa de utilização dos funcionários.

Ao fim de correr a simulação, concluímos que, apesar da taxa ainda ser relativamente baixa (aproximadamente 11% (Figura 3)), ocorreu de facto uma melhoria quando comparado com a Análise da segunda iteração.

3.4 Possível quarta iteração

Para melhorar o funcionamento do sistema seria necessário reduzir mais o número de funcionários. Para além disso, observando a taxa de ocupação do rececionista (aproximadamente 7% (Figura 3)), seria possível colocar os funcionários a realizar essa função.

Resource Detail Summary

Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
cesto_molhado	0.02	0.02	1.00	72.00	0.02
cesto_seco	0.00	0.00	1.00	14.00	0.00
funcionario	0.11	0.53	5.00	2 258.00	0.11
Maq_molhado	0.18	0.18	1.00	144.00	0.18
Maq_seco	0.04	0.04	1.00	28.00	0.04
Maq_Tambor	0.16	0.16	1.00	48.00	0.16
Rececionista	0.07	0.07	1.00	329.00	0.07
tabua_de_engc	0.28	0.28	1.00	740.00	0.28

Figura 3 - Utilização de Recursos na Iteração 3

4 Conclusão

Infelizmente, não conseguimos concluir a animação nem a otimização do sistema.

No entanto, o melhor resultado que o grupo conseguiu obter foi com uma máquina de lavar, uma máquina de lavar a seco, uma máquina de tambor, uma tábua de engomar, seis funcionários e uma rececionista.

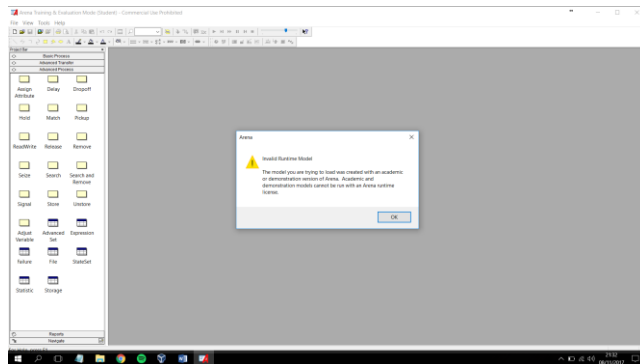


Figura 4 - Erro no Arena

4.1 Observações da Equipa

O resultado final ficou aquém das expectativas do grupo. Tal deveu-se à má distribuição do tempo, nomeadamente, a perda de demasiado tempo no início do trabalho na construção do sistema lógico. Não permitindo assim ao grupo terminar a animação (por exemplo, falta de animação de alguns recursos e de alguns *conveyers*). O trabalho podia ter sido terminado se a equipa tivesse aceso durante mais tempo à versão sem limite de *Entity's*. Para além disto, o sistema desenvolvido não abre no *Training & Evaluation mode* do Arena (Figura 4).

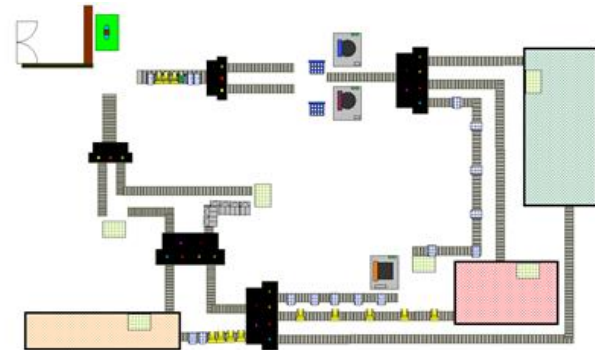


Figura 5 - Animação Inacabada

5 Bibliografia

<http://maquinadelavar.net/preco-de-maquina-de-lavar-roupa-industrial/> (Consultado no dia 7 de novembro de 2017)

<http://www.limpezadesofasp.com/evolucao-da-lavagem-seco/> (Consultado no dia 7 de novembro de 2017)

<http://www.dornerconveyors.com/Products.aspx>
(Consultado no dia 7 de novembro de 2017)

<http://www.sparksbelting.com/products/conveyor-belts>
(Consultado no dia 7 de novembro de 2017)

6 Biografia

Nome: *Filipe Emanuel Santos Fernandes*

Nº mecanográfico: A83996

Email: filipe_s_fernandes@hotmail.com

Data de Nascimento: 1 de junho de 1997

Local de Nascimento: Madeira, Machico

Escolas Frequentadas: Escola Básica e Secundária de Machico

Áreas de Interesse: Desporto e Tecnologia



Nome: *João Miguel Amorim Alves*

Nº mecanográfico: A86267

Email: joaoalves199810@gmail.com

Data de Nascimento: 6 de março de 1998

Local de Nascimento: Viana do Castelo

Escolas Frequentadas: EB23S – Arga e Lima, Colégio do Minho

Áreas de Interesse: Desporto e Tecnologia



Nome: *João Pedro Pereira Sampaio*

Nº mecanográfico: A85318

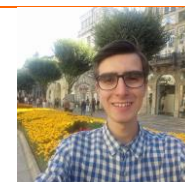
Email: joao_slb_sampaio@hotmail.com

Data de Nascimento: 15 de maio de 1999

Local de Nascimento: Guimarães

Escolas Frequentadas: Escola Primária de Regilde, EB23 – Lagares, Escola Básica e Secundária de Felgueiras

Áreas de Interesse: Desporto, Tecnologia e Culinária



Nome: *José Filipe de Sousa Matos Ferreira*

Nº mecanográfico: a83683

Email:

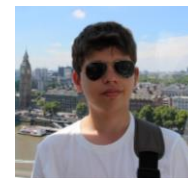
jose.filipe.matos.ferreira@gmail.com

Data de Nascimento: 22 de novembro de 1999

Local de Nascimento: Braga

Escolas Frequentadas: Colégio Teresiano, Externato Infante D. Henrique, Colégio Dom Diogo de Sousa

Áreas de Interesse: Edição de vídeo e imagem, Fotografia, Programação e Tecnologia



7 Anexos

