



Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

Escola Superior de Tecnologia

Curso Licenciatura em
Engenharia Informática Médica

Relatório de Trabalho Prático Parte 1

Bruno Rafael Mendes Oliveira, nº 15566

Abril de 2022



**INSTITUTO POLITÉCNICO
DO CÁVADO E DO AVE
ESCOLA SUPERIOR
DE TECNOLOGIA**

Instituto Politécnico do Cávado e do Ave

Escola Superior de Tecnologia

Curso Licenciatura

em

Engenharia Informática Médica

Relatório de Trabalho Prático Parte 1

Unidade Curricular

Estrutura de Dados Avançado

Nome do Aluno

Bruno Rafael Mendes Oliveira

Nome do Docente:

João Carlos Cardoso da Silva

Abril de 2022

Resumo

Este documento tem o intuito de descrever todos os passos realizados no desenvolvimento do projeto, com o principal objetivo de concluir todos os pontos referenciado pelo docente da unidade curricular.

Este trabalho é referente ao trabalho prático da unidade curricular de Estrutura de Dados Avançado. Este trabalho foi subdividido em duas fases. Neste relatório apenas se irá abordar a primeira fase, tanto como o objetivo proposto pelo docente como todas as implementações feitas para tal.

O relatório é constituído por sete capítulos, o primeiro capítulo uma breve introdução ao desenvolvimento da aplicação. No segundo capítulo aborda-se os objetivos e o propósito do trabalho.

O terceiro capítulo, é apresentada a tecnologia utilizada para a solução do problema apresentado.

No quarto capítulo, apresenta-se a arquitetura do projeto desenvolvido. Nesta parte é exposto como a solução está estruturada.

No quinto capítulo, é apresentado de como foi pensada a ideia com mais detalhes técnicos. para a solução do trabalho.

No sexto capítulo, correspondente os a uma pequena amostra da interface gráfica da aplicação, como se deve interagir com a aplicação e alguns dos erros possíveis de acontecer durante a sua utilização.

Por último, no sétimo capítulo, correspondente á conclusão sobre o desenvolvimento deste projeto e pontos a melhorar no futuro.

Índice

Resumo	v
1 Introdução	13
2 Propósitos e Objetivos	14
2.1 Propósitos.....	14
2.2 Objetivos	14
2.2.1 Objetivos Fase 1	14
3 Tecnologia Utilizada	15
3.1 Compilador de código em linguagem C	15
3.2 Controlo de versão do Código.....	15
3.2.1 Repositório e versões do código	16
4 Arquitetura do Projeto	17
4.1 Header Files	17
4.1.1 Functions.h.....	17
4.1.2 Struct_Jobs.h	17
4.2 Source Files	17
4.2.1 AverageTimeOfJob.c.....	17
4.2.2 ChangeParticularOperation.c	17
4.2.3 - InsertNewOperation.c	17
4.2.4 - Interface.c	18
4.2.5 - MaximalTimeOfJob.c	18
4.2.6 - MinimalTimeOfJob.c	18
4.2.7 - OptionFromUser.c	18
4.2.8 - ReadAndWriteDataToFile.c	18
4.2.9 - RemoveParticularOperation.c	18
4.2.10 - ShowAllOperation.c.....	18
4.2.11 - Main.c	18

5	<i>Implementação do Código</i>	19
5.1	Descrição e Implementação de acordo com o problema.....	19
5.2	Funções Implementados	19
6	<i>Testes realizados</i>	20
6.1	Funcionamento da aplicação.....	20
6.1.1	Menu.....	20
6.1.2	Inserção de uma Nova Operação	21
6.1.3	Remover uma operação específica.....	22
6.1.4	Alterar uma operação específica.....	23
6.2	Erros da aplicação.....	28
6.2.1	Erro de Leitura de ficheiro com Jobs.....	28
6.2.2	Erro número de máquinas a inserir	28
6.2.3	Erro sem jobs para mostrar	28
6.2.4	Erro sem jobs calcular o tempo máximo.....	29
6.2.5	Erro sem jobs calcular o tempo mínimo	29
6.2.6	Erro sem jobs calcular o tempo médio	29
6.2.7	Erro sem operações para alterar ou remover.....	29
6.2.8	Erro sem jobs e operações para remover e alterar	30
	<i>Conclusões</i>	31

Índice de Imagens

<i>Figura 1 - Compilador</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2 – Alterações envidadas para o Controlo de Versões.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 3 – Alterações feitas no código.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4 – Menu da aplicação</i>	<i>20</i>
<i>Figura 5 – SubMenu- Inserir uma nova operação</i>	<i>21</i>
<i>Figura 6 – SubMenu- Operação Guardada</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7 – SubMenu- Inserir Nome da Operação a remover.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8 – SubMenu- Operação Removida.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 9 - SubMenu- Inserir Nome da Operação a alterar</i>	<i>23</i>
<i>Figura 10 – SubMenu- Alteração de Valores.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 11 – SubMenu- Mostrar todas as Operações</i>	<i>24</i>
<i>Figura 12 - SubMenu- Tempo mínimo de um Job</i>	<i>25</i>
<i>Figura 13 - SubMenu- Tempo máximo de um Job.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14 - SubMenu- Tempo médio de um Job</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15 – Menu- Saída do programa.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 16 - Erro de Leitura de ficheiro com Jobs.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 17 - Erro número de máquinas a inserir</i>	<i>28</i>
<i>Figura 18 - Erro sem jobs e operações para mostrar</i>	<i>28</i>
<i>Figura 19 - Erro sem jobs calcular o tempo máximo</i>	<i>29</i>
<i>Figura 20 - Erro sem jobs calcular o tempo mínimo.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 21 - Erro sem jobs calcular o tempo médio.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 22 - Erro sem operações para alterar ou remover.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 23 - Erro sem jobs e operações para remover.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 24 - Erro sem jobs e operações para alterar.....</i>	<i>30</i>

Notação e Glossário

UC - Unidade Curricular

EDA - Estrutura de Dados Avançado

EXE - Executable File

GUI - Graphical User Interface

1 Introdução

A elaboração deste trabalho consiste no desenvolvimento de uma aplicação na linguagem C, em que o trabalho consiste no desenvolvimento de uma solução digital para o problema de escalonamento da produção de um produto, denominado *Flexible Job Shop Problem (FJSSP)*.

A solução do projeto deverá permitir gerar uma proposta de escalonamento para a produção de um produto envolvendo várias operações e a utilização de várias máquinas, minimizando o tempo as unidades de tempo necessário na sua produção (*Makespan*).

Todo processo realizado de forma a concluir o a primeira parte do projeto, foi baseado nas aulas lecionadas na presente unidade curricular, EDA, bem com o todo o conhecimento adquirido, também com experiência profissional/pessoal, assim como na unidade curricular de Programação Imperativa.

2 Propósitos e Objetivos

2.1 Propósitos

Este trabalho prático tem como propósito a avaliação da presente UC, com um problema em contexto real. Este visa o reforço da aplicação dos conhecimentos durante as sessões ao longo do semestre, tais como a definição e manipulação de estruturas de dados dinâmicas na linguagem de programação C.

2.2 Objetivos

Os objetivos principais deste trabalho serão o desenvolvimento de uma solução digital para o problema de escalonamento denominado Flexible Job Shop Problem (FJSSP). A solução a implementar deverá permitir gerar uma proposta de escalonamento para a produção de um produto envolvendo várias operações e a utilização de várias máquinas, minimizando o tempo das unidades de tempo necessário na sua produção (makespan).

2.2.1 Objetivos Fase 1

- Definição de uma estrutura de dados dinâmica para a representação de um job com um conjunto finito de n operações;
- Armazenamento/leitura de ficheiro de texto com representação de um job;
- Inserção de uma nova operação;
- Remoção de uma determinada operação;
- Alteração de uma determinada operação;
- Determinação da quantidade mínima de unidades de tempo necessárias para completar o job e listagem das respetivas operações;
- Determinação da quantidade máxima de unidades de tempo necessárias para completar o job e listagem das respetivas operações

3 Tecnologia Utilizada

3.1 Compilador de código em linguagem C



Figura 1 - Compilador

O compilador usado para a elaboração do trabalho foi o Microsoft Visual Studio. Este possui um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para desenvolvimento de software.

Este software é possível fazer a compilação do código, mas também permite a execução do código que foi criado anteriormente.

3.2 Controlo de versão do Código



O controlador de versões do código utilizado foi o *GitHub*. O *GitHub* é considerado é um serviço baseado em nuvem que usa um sistema de controle de versão (VCS) chamado Git. O sistema de controle de versão ajuda a acompanhar as mudanças feitas no código base, este também regista quem efetuou a mudança e permite a restauração do código removido ou modificado.

4 Arquitetura do Projeto

A arquitetura de como pensado a elaboração do trabalho prático foi adquirida ao longo das aulas práticas efetuadas ao longo da UC. Foi priorizado a organização do código por vários ficheiros, para mais fácil análise das funções importantes do código.

O projeto está constituído por 13 ficheiros: 2 Header Files e 11 Source Files.

4.1 Header Files

Existe dois ficheiros do tipo Header file, um com o nome `Functions.h` e outro com o nome `Struct_Jobs.h`. Estes dois ficheiros foram criados para uma melhor organização da declaração de funções e estruturas de dados.

4.1.1 *Functions.h*

Neste Header file estão declaradas todas as funções implementadas ao longo do projeto.

4.1.2 *Struct_Jobs.h*

Neste Header file está declarada a estrutura dinâmica necessária para o armazenamento dos dados do problema apresentado.

4.2 Source Files

Nestes ficheiros foram desenvolvidos todos os algoritmos para a resolução dos objetivos propostos.

4.2.1 *AverageTimeOfJob.c*

Algoritmo para cálculo do tempo médio de um Job a ser executado.

4.2.2 *ChangeParticularOperation.c*

Algoritmo para alteração dos dados de uma operação já inserida anteriormente.

4.2.3 - *InsertNewOperation.c*

Algoritmo para inserir uma nova operação ao job. Neste ficheiro é onde se encontra a conexão da lista ligada do projeto.

4.2.4 - Interface.c

Zona de GUI do menu do sistema.

4.2.5 - MaximalTimeOfJob.c

Algoritmo para cálculo do tempo máximo que o Job poderá levar a ser executado.

4.2.6 - MinimalTimeOfJob.c

Algoritmo para cálculo do tempo mínimo que o Job poderá levar a ser executado.

4.2.7 - OptionFromUser.c

Ficheiro com o código onde é gerido a informação dada pelo utilizador no Menu do projeto.

4.2.8 - ReadAndWriteDataToFile.c

Ficheiro com o código onde é desempenhada a leitura e a escrita para um ficheiro do tipo texto.

4.2.9 - RemoveParticularOperation.c

Algoritmo para eliminar os dados de uma operação já inserida anteriormente.

4.2.10 - ShowAllOperation.c

Algoritmo para exibir todas as operações já inseridas anteriormente.

4.2.11 - Main.c

Ficheiro com a função Main.

5 Implementação do Código

5.1 Descrição e Implementação de acordo com o problema

O objetivo principal da resolução do problema seria a manipulação de listas simples ligadas. Como na primeira fase era apenas necessário representar um único Job, mas várias operações, apenas foi feita uma única lista ligada.

Neste problema a lista terá de ter no mínimo cinco variáveis, duas do tipo *Char Array*, para armazenar o nome do job e o nome da operação, duas do tipo *unsigned int* e uma última variável do tipo *struct*. Esta última variável irá ter a função de guardar um endereço de memória da memória da lista seguinte, isto serve para conseguirmos ter uma conexão entre as listas. As duas variáveis do tipo *Char Array* iram armazenar os nomes do *job* e da Operação. As outras duas variáveis do tipo *unsigned int* serão guardar o número da máquina que irá ser utilizada e o tempo que essa máquina demora a fazer o processo. Estas variáveis foram colocadas como *unsigned* porque não existem máquinas e tempo com número negativo.

Nesta primeira fase, cada lista irá representar uma operação que corresponde sempre ao mesmo *job*, caso exista a mesma operação, mas com máquinas diferentes irá ser alocado um espaço de memória com exatamente o mesmo nome do job e da operação, mas com máquina e tempo de ciclo diferentes.

Todos os algoritmos foram elaborados em relação à lista explicada em cima, estes algoritmos foram mais uma gestão de como aceder ou alocar memória para os problemas apresentados para o trabalho.

5.2 Funções Implementados

No Menu da solução desenvolvida estão disponíveis as seguintes opções:

- Inserção de uma Nova Operação;
- Remover uma operação específica;
- Alterar uma operação específica;
- Mostrar todas as operações;
- Tempo mínimo para concluir um trabalho;
- Tempo máximo para concluir um trabalho;
- Saída

6 Testes realizados

6.1 Funcionamento da aplicação

6.1.1 Menu

Ao abrir a aplicação este será a interface gráfica que irá ser apresentada. Um GUI muito simples apenas é necessário inserir um número valido para entrar nos submenus.

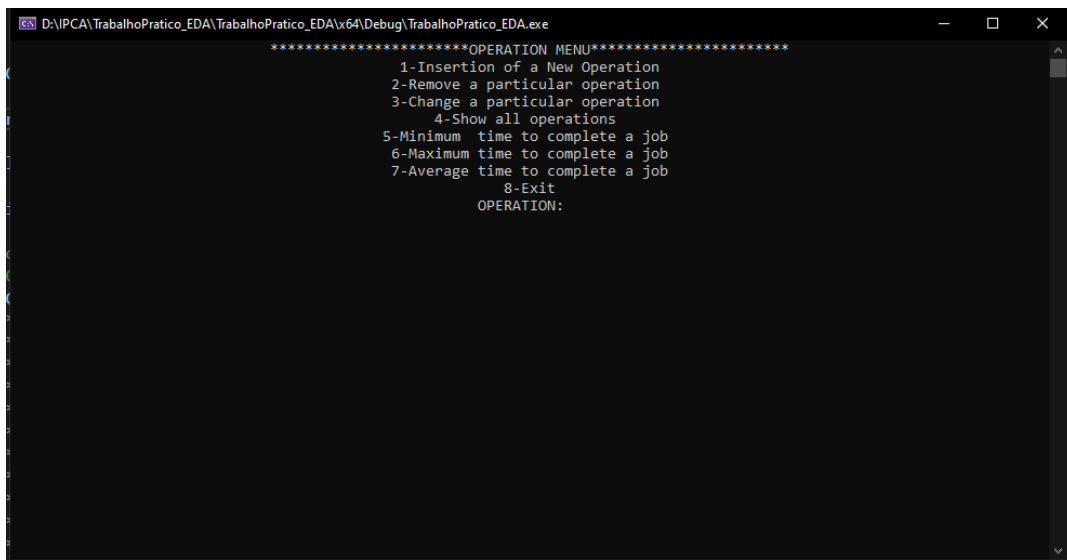
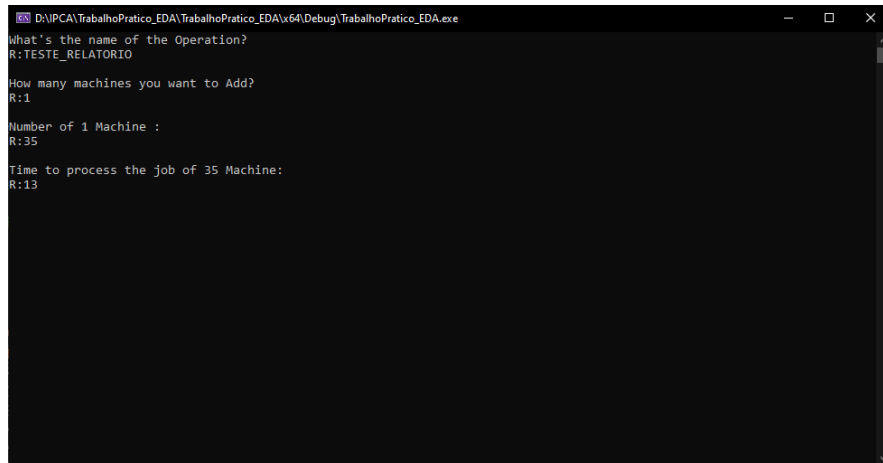


Figura 4 – Menu da aplicação

6.1.2 Inserção de uma Nova Operação

Ao pressionar a tecla 1 no menu, este irá depois para o submenu de inserir nova operação. Depois é necessário inserir o Nome da Operação, o número de máquinas a inserir, o número da máquina e o tempo de ciclo.

Depois de inseridos os dados, é recebido enviado “Operation are Saved”.



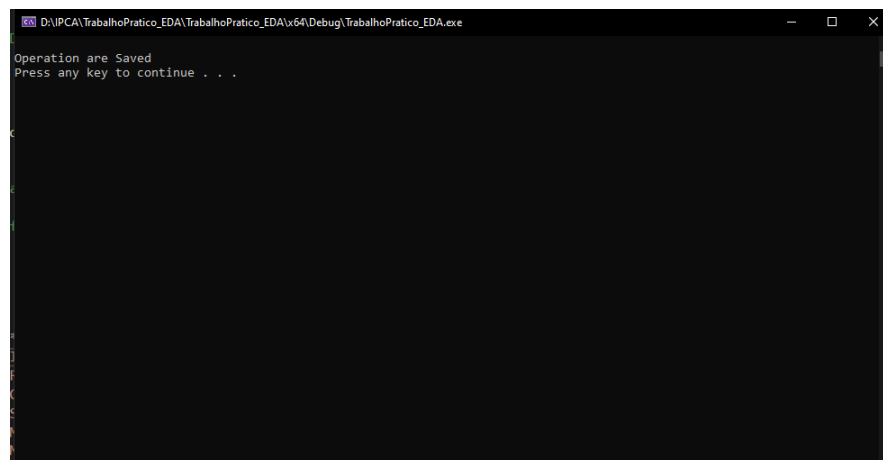
```
D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
What's the name of the Operation?
R:TESTE_RELATORIO

How many machines you want to Add?
R:1

Number of 1 Machine :
R:35

Time to process the job of 35 Machine:
R:13
```

Figura 5 – SubMenu- Inserir uma nova operação

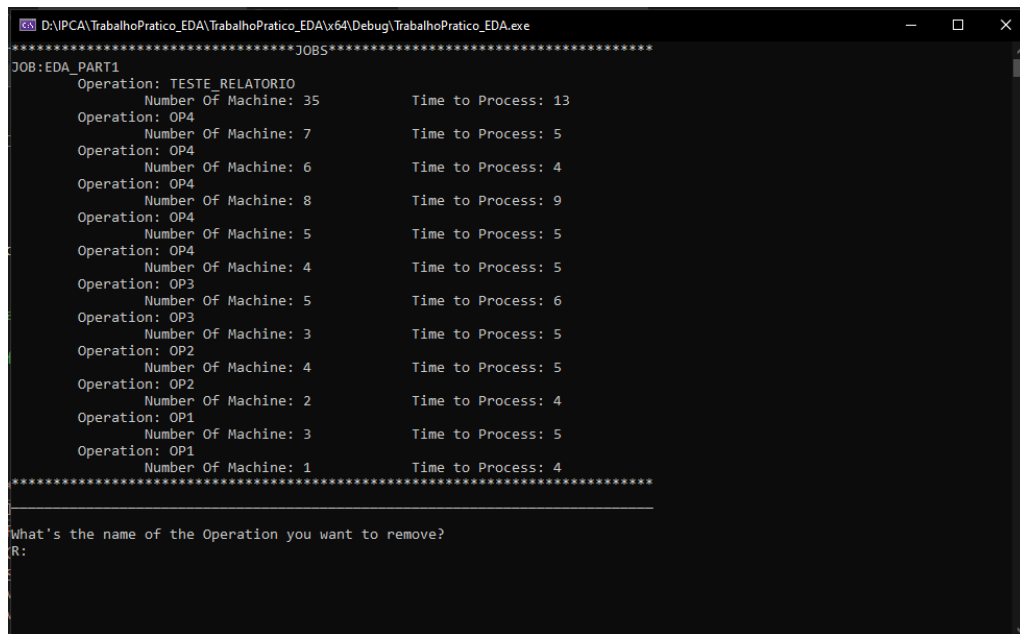


```
D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
Operation are Saved
Press any key to continue . . .
```

Figura 6 – SubMenu- Operação Guardada

6.1.3 Remover uma operação específica

Ao pressionar a tecla 2 no menu, este irá depois para o submenu de remover operação. Depois é necessário inserir o Nome da Operação, para encontrar a operação a remover.



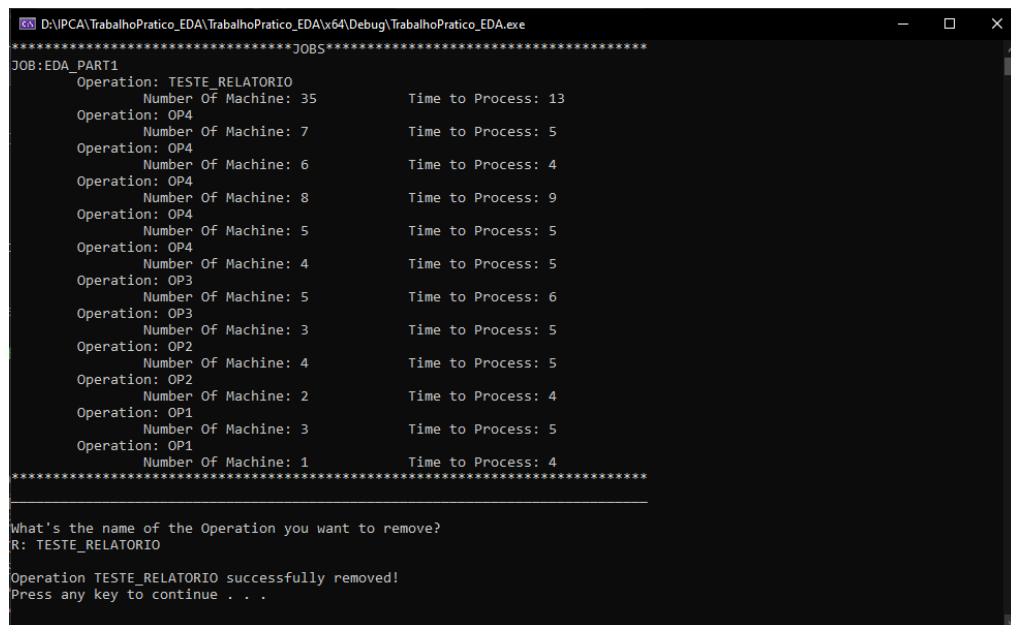
```

D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
Operation: TESTE_RELATORIO
  Number Of Machine: 35      Time to Process: 13
Operation: OP4
  Number Of Machine: 7      Time to Process: 5
Operation: OP4
  Number Of Machine: 6      Time to Process: 4
Operation: OP4
  Number Of Machine: 8      Time to Process: 9
Operation: OP4
  Number Of Machine: 5      Time to Process: 5
Operation: OP4
  Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
Operation: OP3
  Number Of Machine: 5      Time to Process: 6
Operation: OP3
  Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
Operation: OP2
  Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
Operation: OP2
  Number Of Machine: 2      Time to Process: 4
Operation: OP1
  Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
Operation: OP1
  Number Of Machine: 1      Time to Process: 4
*****

What's the name of the Operation you want to remove?
R:

```

Figura 7 – SubMenu- Inserir Nome da Operação a remover



```

D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
Operation: TESTE_RELATORIO
  Number Of Machine: 35      Time to Process: 13
Operation: OP4
  Number Of Machine: 7      Time to Process: 5
Operation: OP4
  Number Of Machine: 6      Time to Process: 4
Operation: OP4
  Number Of Machine: 8      Time to Process: 9
Operation: OP4
  Number Of Machine: 5      Time to Process: 5
Operation: OP4
  Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
Operation: OP3
  Number Of Machine: 5      Time to Process: 6
Operation: OP3
  Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
Operation: OP2
  Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
Operation: OP2
  Number Of Machine: 2      Time to Process: 4
Operation: OP1
  Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
Operation: OP1
  Number Of Machine: 1      Time to Process: 4
*****

What's the name of the Operation you want to remove?
R: TESTE_RELATORIO

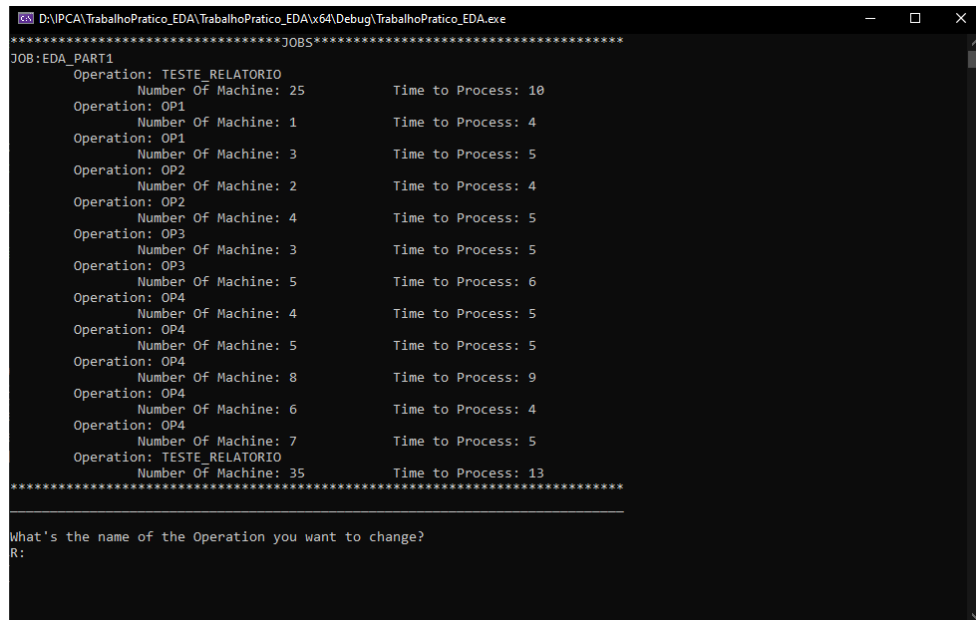
Operation TESTE_RELATORIO successfully removed!
Press any key to continue . . .

```

Figura 8 – SubMenu- Operação Removida

6.1.4 Alterar uma operação específica

Ao pressionar a tecla 3 no menu, este irá depois para o submenu de alterar operação. Depois é necessário inserir o Nome da Operação, para encontrar a operação a alterar, depois é necessário inserir os novos valores da máquina e do tempo de ciclo.



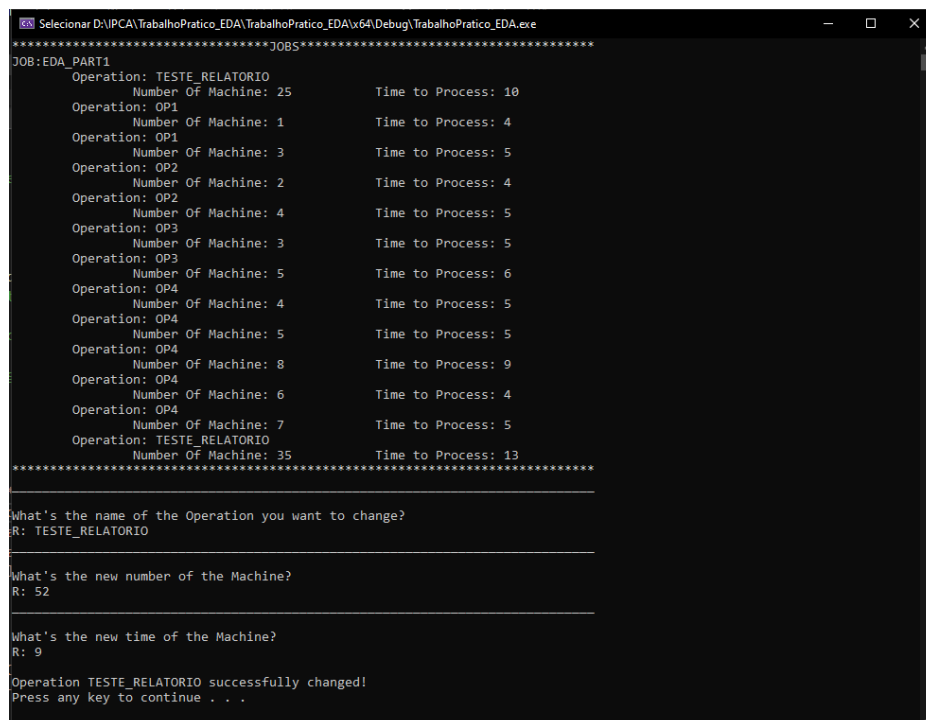
```

D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\x64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
Operation: TESTE_RELATORIO
Number Of Machine: 25      Time to Process: 10
Operation: OP1
Number Of Machine: 1       Time to Process: 4
Operation: OP1
Number Of Machine: 3       Time to Process: 5
Operation: OP2
Number Of Machine: 2       Time to Process: 4
Operation: OP2
Number Of Machine: 4       Time to Process: 5
Operation: OP3
Number Of Machine: 3       Time to Process: 5
Operation: OP3
Number Of Machine: 5       Time to Process: 6
Operation: OP4
Number Of Machine: 4       Time to Process: 5
Operation: OP4
Number Of Machine: 5       Time to Process: 5
Operation: OP4
Number Of Machine: 8       Time to Process: 9
Operation: OP4
Number Of Machine: 6       Time to Process: 4
Operation: OP4
Number Of Machine: 7       Time to Process: 5
Operation: TESTE_RELATORIO
Number Of Machine: 35      Time to Process: 13
*****

What's the name of the Operation you want to change?
R:

```

Figura 9 - SubMenu- Inserir Nome da Operação a alterar



```

Selecionar D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\x64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
Operation: TESTE_RELATORIO
Number Of Machine: 25      Time to Process: 10
Operation: OP1
Number Of Machine: 1       Time to Process: 4
Operation: OP1
Number Of Machine: 3       Time to Process: 5
Operation: OP2
Number Of Machine: 2       Time to Process: 4
Operation: OP2
Number Of Machine: 4       Time to Process: 5
Operation: OP3
Number Of Machine: 3       Time to Process: 5
Operation: OP3
Number Of Machine: 5       Time to Process: 6
Operation: OP4
Number Of Machine: 4       Time to Process: 5
Operation: OP4
Number Of Machine: 5       Time to Process: 5
Operation: OP4
Number Of Machine: 8       Time to Process: 9
Operation: OP4
Number Of Machine: 6       Time to Process: 4
Operation: OP4
Number Of Machine: 7       Time to Process: 5
Operation: TESTE_RELATORIO
Number Of Machine: 35      Time to Process: 13
*****

What's the name of the Operation you want to change?
R: TESTE_RELATORIO

What's the new number of the Machine?
R: 52

What's the new time of the Machine?
R: 9

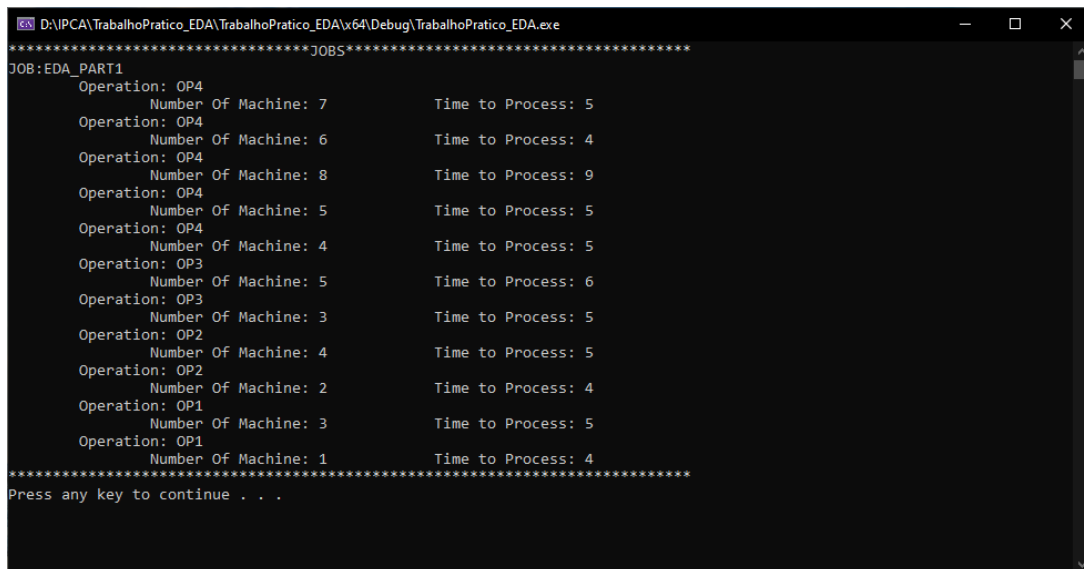
Operation TESTE_RELATORIO successfully changed!
Press any key to continue . . .

```

Figura 10 – SubMenu- Alteração de Valores

6.1.5 Mostrar todas as operações

Ao pressionar a tecla 4 no menu, este irá depois para o submenu de mostrar todas as operações. Depois irá aparecer todas as operações que estão inseridas no programa.

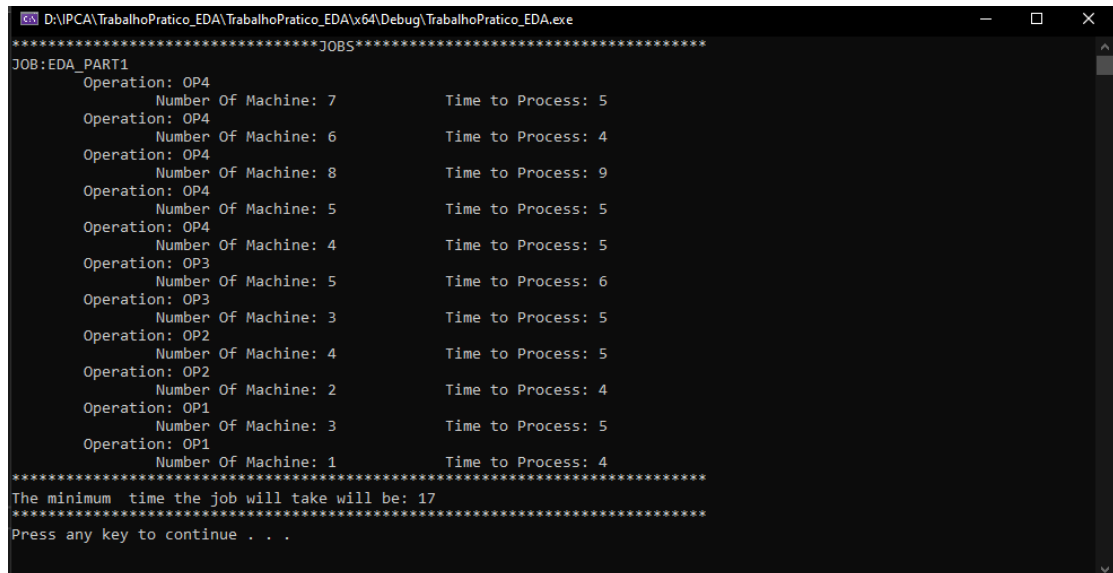


```
D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\x64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 7      Time to Process: 5
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 6      Time to Process: 4
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 8      Time to Process: 9
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 5      Time to Process: 5
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
  Operation: OP3
    Number Of Machine: 5      Time to Process: 6
  Operation: OP3
    Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
  Operation: OP2
    Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
  Operation: OP2
    Number Of Machine: 2      Time to Process: 4
  Operation: OP1
    Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
  Operation: OP1
    Number Of Machine: 1      Time to Process: 4
*****
Press any key to continue . . .
```

Figura 11 – SubMenu- Mostrar todas as Operações

6.1.6 Tempo mínimo para concluir um trabalho

Ao pressionar a tecla 5 no menu, este irá depois para o submenu de calcular o tempo mínimo de execução do job. Depois irá aparecer todas as operações que estão inseridas no programa e qual o tempo mínimo que irá demorar aquele job a executar.

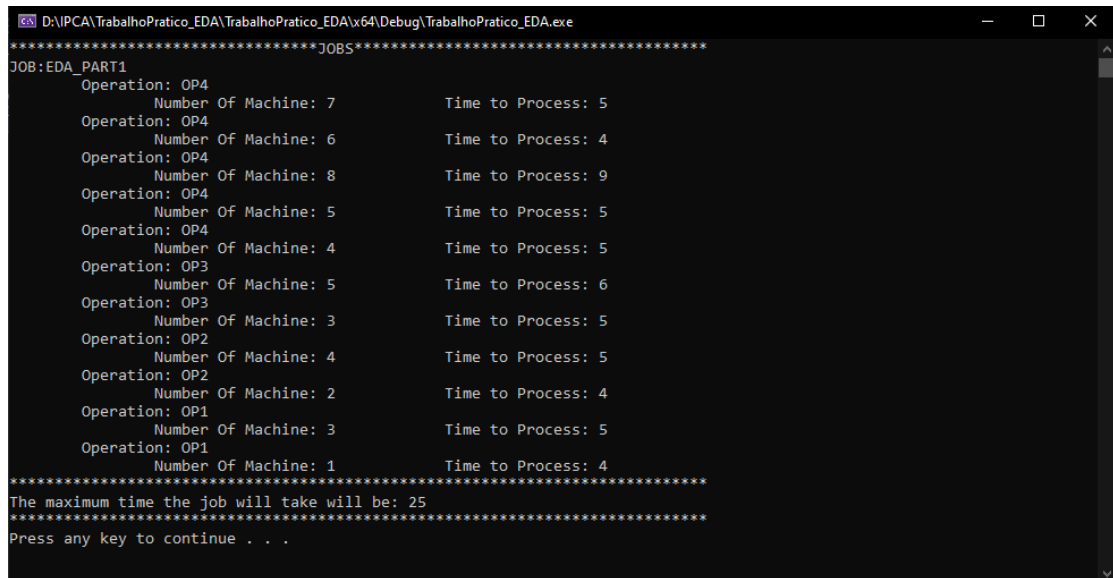


```
D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\x64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 7      Time to Process: 5
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 6      Time to Process: 4
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 8      Time to Process: 9
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 5      Time to Process: 5
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
  Operation: OP3
    Number Of Machine: 5      Time to Process: 6
  Operation: OP3
    Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
  Operation: OP2
    Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
  Operation: OP2
    Number Of Machine: 2      Time to Process: 4
  Operation: OP1
    Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
  Operation: OP1
    Number Of Machine: 1      Time to Process: 4
*****
The minimum time the job will take will be: 17
*****
Press any key to continue . . .
```

Figura 12 - SubMenu- Tempo mínimo de um Job

6.1.7 Tempo máximo para concluir um trabalho

Ao pressionar a tecla 6 no menu, este irá depois para o submenu de calcular o tempo máximo de execução do job. Depois irá aparecer todas as operações que estão inseridas no programa e qual o tempo máximo que irá demorar aquele job a executar.

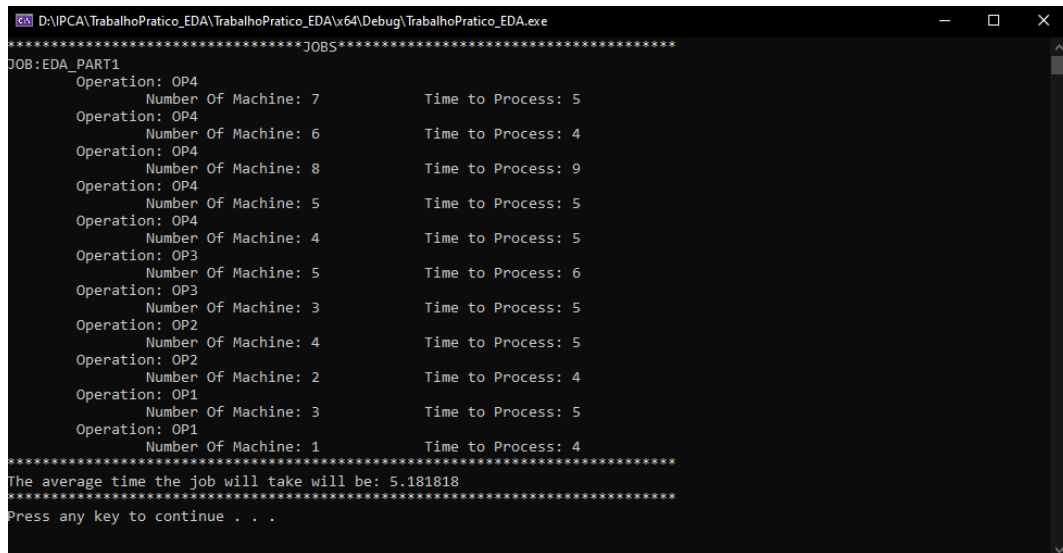


```
D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\x64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 7      Time to Process: 5
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 6      Time to Process: 4
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 8      Time to Process: 9
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 5      Time to Process: 5
  Operation: OP4
    Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
  Operation: OP3
    Number Of Machine: 5      Time to Process: 6
  Operation: OP3
    Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
  Operation: OP2
    Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
  Operation: OP2
    Number Of Machine: 2      Time to Process: 4
  Operation: OP1
    Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
  Operation: OP1
    Number Of Machine: 1      Time to Process: 4
*****
The maximum time the job will take will be: 25
*****
Press any key to continue . . .
```

Figura 13 - SubMenu- Tempo máximo de um Job

6.1.8 Tempo médio para concluir um trabalho

Ao pressionar a tecla 7 no menu, este irá depois para o submenu de calcular o tempo médio de execução do job. Depois irá aparecer todas as operações que estão inseridas no programa e qual o tempo médio que irá demorar aquele job a executar.



```

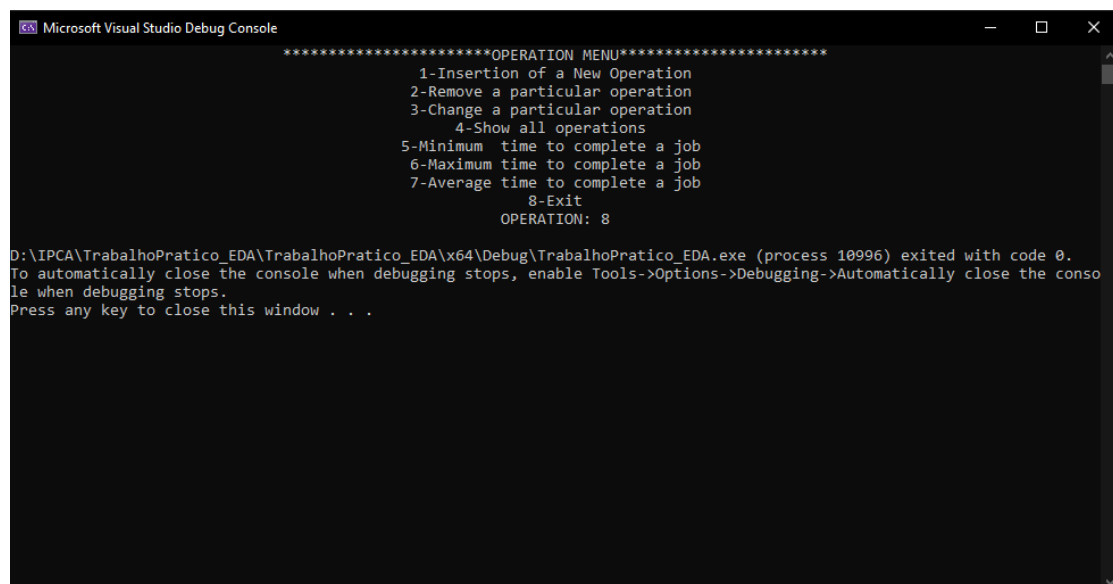
D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\x64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe
*****JOBS*****
JOB:EDA_PART1
Operation: OP4
  Number Of Machine: 7      Time to Process: 5
Operation: OP4
  Number Of Machine: 6      Time to Process: 4
Operation: OP4
  Number Of Machine: 8      Time to Process: 9
Operation: OP4
  Number Of Machine: 5      Time to Process: 5
Operation: OP4
  Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
Operation: OP3
  Number Of Machine: 5      Time to Process: 6
Operation: OP3
  Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
Operation: OP2
  Number Of Machine: 4      Time to Process: 5
Operation: OP2
  Number Of Machine: 2      Time to Process: 4
Operation: OP1
  Number Of Machine: 3      Time to Process: 5
Operation: OP1
  Number Of Machine: 1      Time to Process: 4
*****
The average time the job will take will be: 5.181818
*****
Press any key to continue . . .

```

Figura 14 - SubMenu- Tempo médio de um Job

6.1.9 Saída

Ao pressionar a tecla 8 no menu, este irá fechar completamente o programa.



```

Microsoft Visual Studio Debug Console
*****OPERATION MENU*****
1-Insertion of a New Operation
2-Remove a particular operation
3-Change a particular operation
4-Show all operations
5-Minimum time to complete a job
6-Maximum time to complete a job
7-Average time to complete a job
8-Exit
OPERATION: 8

D:\IPCA\TrabalhoPratico_EDA\TrabalhoPratico_EDA\x64\Debug\TrabalhoPratico_EDA.exe (process 18996) exited with code 0.
To automatically close the console when debugging stops, enable Tools->Options->Debugging->Automatically close the console when debugging stops.
Press any key to close this window . . .

```

Figura 15 – Menu- Saída do programa

6.2 Erros da aplicação

6.2.1 Erro de Leitura de ficheiro com Jobs

Quando não existir o ficheiro de leitura dos jobs a aplicação irá reportar este erro, como na imagem 16.

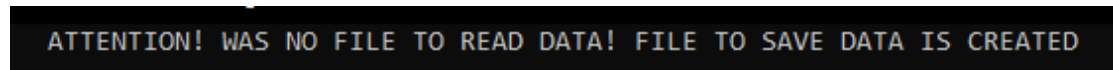


Figura 16 - Erro de Leitura de ficheiro com Jobs

6.2.2 Erro número de máquinas a inserir

Quando se insere uma nova operação e o número de máquinas a inserir for menor que 1, este erro será reportado pela aplicação, como na imagem 17.

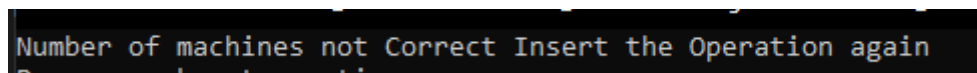


Figura 17 - Erro número de máquinas a inserir

6.2.3 Erro sem jobs para mostrar

Quando se quer mostrar os jobs e as operações e não existe nenhum inserido na aplicação, este erro será reportado pela aplicação, como na imagem 18.

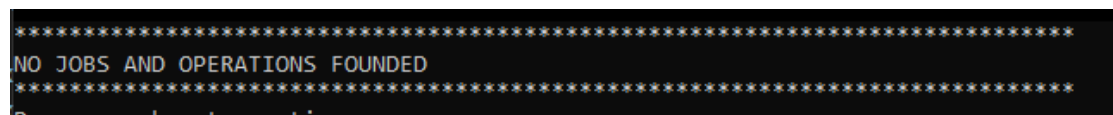


Figura 18 - Erro sem jobs e operações para mostrar

6.2.4 Erro sem jobs calcular o tempo máximo

Quando se quer calcular o tempo máximo de um job e não existe nenhum inserido na aplicação, este erro será reportado pela aplicação, como na imagem 19.

```
*****  
NO JOBS AND OPERATIONS FOUNDED  
*****  
NO OPERATIONS FOUNDED TO CALCULATE THE MAXIMAL TIME
```

Figura 19 - Erro sem jobs calcular o tempo máximo

6.2.5 Erro sem jobs calcular o tempo mínimo

Quando se quer calcular o tempo mínimo de um job e não existe nenhum inserido na aplicação, este erro será reportado pela aplicação, como na imagem 20.

```
*****  
NO JOBS AND OPERATIONS FOUNDED  
*****  
NO OPERATIONS FOUNDED TO CALCULATE THE MINIMAL TIME
```

Figura 20 - Erro sem jobs calcular o tempo mínimo

6.2.6 Erro sem jobs calcular o tempo médio

Quando se quer calcular o tempo médio de um job e não existe nenhum inserido na aplicação, este erro será reportado pela aplicação, como na imagem 21.

```
*****  
NO JOBS AND OPERATIONS FOUNDED  
*****  
NO OPERATIONS FOUNDED TO CALCULATE THE AVERAGE TIME
```

Figura 21 - Erro sem jobs calcular o tempo médio

6.2.7 Erro sem operações para alterar ou remover

Quando se quer remover ou alterar uma operação, mas esta não existe ou não foi inserida na aplicação, este erro será reportado pela aplicação, como na imagem 22.

```
Operation TESTE not found!  
Please insert or verify the correct name of operation
```

Figura 22 - Erro sem operações para alterar ou remover

6.2.8 Erro sem jobs e operações para remover e alterar

Quando se quer remover ou alterar uma operação, mas não existe nenhum tipo de jobs ou operações na aplicação, este erro será reportado pela aplicação, como na imagem 23 e 24.

```
*****  
NO JOBS AND OPERATIONS FOUNDED  
*****  
NO OPERATIONS FOUNDED TO REMOVE
```

Figura 23 - Erro sem jobs e operações para remover

```
*****  
NO JOBS AND OPERATIONS FOUNDED  
*****  
NO OPERATIONS FOUNDED TO CHANGE
```

Figura 24 - Erro sem jobs e operações para alterar

Conclusões

Com este trabalho foram colocados em prática muitos dos conhecimentos que foram abordados durante as aulas teóricas da UC. Alguns destes conhecimentos apenas foram possíveis adquirir em contacto direto o problema proposto para o trabalho.

No que toca aos aspetos negativos durante a execução do trabalho houve alguns pequenos problemas em relação, de como deveria ser estruturado o código, devido ao trabalho ser dividido em duas partes, e por isso tentar organizar e estruturar-lho de forma a não desperdiçar código no futuro.

Em suma, nesta parte do trabalho os objetivos foram desenvolvidos e concluídos. Existe muita coisa onde é possível melhor, principalmente a nível de gestão de memória e de organização do código.

Bibliografia

[1] Moodle Estruturas de Dados

[2] Stack Overflow

[3] <https://www.geeksforgeeks.org>