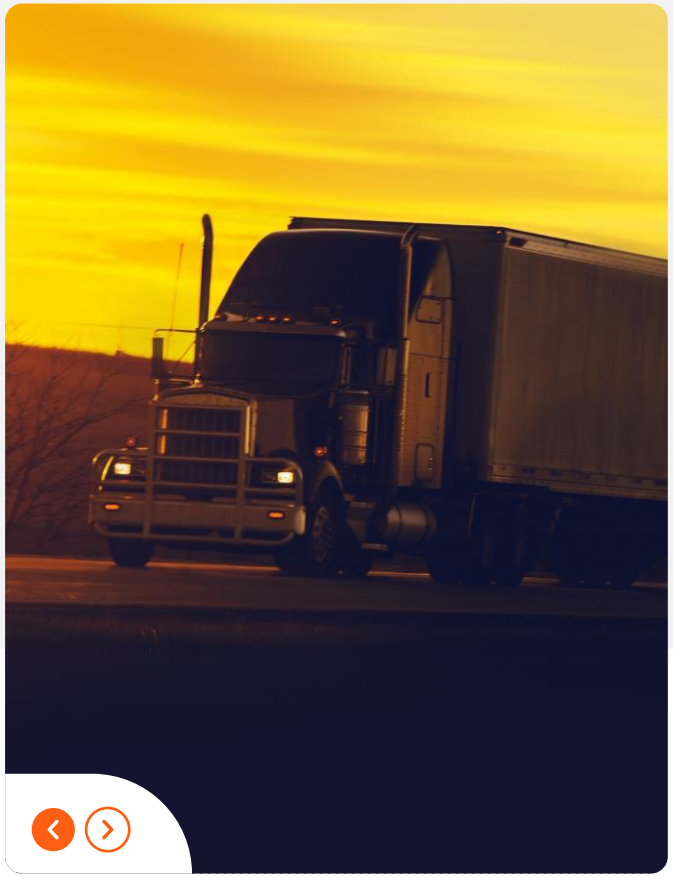
U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Trabalho Desenho de Algoritmos

Logística

Logística Urbana para Entrega de Mercadorias

Miguel Tavares - 202002811
Sofia Sousa - 202005932
Pedro Correia - 202006199



Descrição dos Problemas

Pretendemos implementar os seguintes cenários para melhorar a qualidade de gestão da empresa de logística:

24h

1 **Minimizar número de estafetas para entrega de pedidos**

24h

2 **Maximizar Lucro da Empresa**

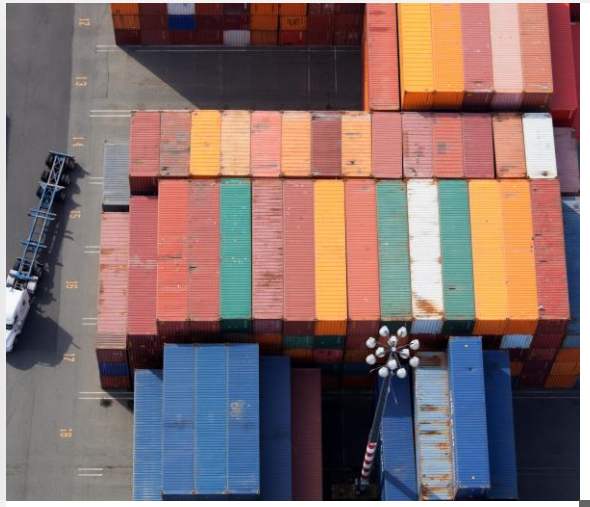
9h às 17h

3 **Minimizar tempo médio de entregas expresso a serem realizadas em um dia**

Formalização Cenário 1

Dados de entrada

- Vetor<Encomenda> Enco- Conjunto de encomendas caracterizadas por:
  - Peso
  - Volume
  - Recompensa
  - Duração



Dados de entrada

- Vetor<Carrinha> C –Conjunto de carrinhas caracterizadas por:
  - PesoMax
  - VolMax
  - Custo
  - PesoAtual
  - VolAtual

Dados de saída

- Vetor<Encomenda> P- Conjunto de pedidos que vão ser entregues caracterizadas por (Recompensa e duração irrelevantes):
  - Peso
  - Volume

Dados de saída

- Vetor<Carrinha>Est–Conjunto de carrinhas usadas,caracterizadas por(Custo, PesoAtual e VolAtual irrelevantes):
  - PesoMax
  - VolMax

- Minimizar: $\sum est, est \in Est$
- Dentro de um estafeta: $\sum(p.Peso, p.Volume) \leq (est.PesoMax, est.VolMax)$, $p, est \in P, Est$ *respetivamente*

Descrição da Solução

Baseado no algoritmo de bin-packing: first fit (decreasing).

Após a ordenação das carrinhas e encomendas por ordem decrescente de capacidade (peso+volume),percorremos todos os camiões um a um e inserimos as encomendas que cabem no camião atual.

```
procedure FitsInTruck(Carrinha c,Encomenda e)
    if ((c.VolAtual-e.Vol)>=0 AND (c.PesoAtual-e.Peso)>=0)
        c.Volatual <-c.Volatual-e.Vol
        c.Pesoatual <- c.Pesoatual-e.Peso
        return 1

    return 0

for each c ∈ C do
    flag <-0
        for each e ∈ E do
            if FitsInTruck(c,e) then
                    P.push_back({e.peso,e.vol})
                    E.erase(e);
                    flag <- 1

    if flag == 1 then
        Est.pushback(c.peso,c.vol)
```

Pseudo código da função aplicada

Complexidade

Complexidade temporal do algoritmo: $O(n^3)$

Complexidade espacial do algoritmo: O(n)

```
procedure FitsInTruck(Carrinha c,Encomenda e) //O(1)
    if ((c.VolAtual-e.Vol)>=0 AND (c.PesoAtual-e.Peso)>=0)
        c.Volatual <-c.Volatual-e.Vol
        c.Pesoatual <- c.Pesoatual-e.Peso
        return 1

    return 0

for each c ∈ C do // O(n)
    flag <-0
        for each e ∈ E do // O(n)
            if FitsInTruck(c,e) then
                    P.push_back({e.peso,e.vol}) // O(1)
                    E.erase(e); // O(n)
                    flag <- 1

    if flag == 1 then
        Est.pushback(c.peso,c.vol)
```

Pseudo código da função aplicada

Avaliação Empírica

Comparar Crescente

```
bool compararCarrinhas(Carrinha a, Carrinha b){
    return (a.getVolMax()+a.getPesoMax())<=(b.getVolMax()+b.getPesoMax());
}
bool compararEnc(Encomenda a, Encomenda b){
    return((a.getPeso()+a.getVol())<=(b.getPeso()+b.getVol()));
}
```

Ficheiros: encomendas.txt e carrinhas.txt

Crescente

Nº Estafetas: 28
Peso Total: 8574
Vol total: 8422
Nº Pedidos: 450
Peso total: 7339
Vol total: 7123
Eficiência=100%

Decrescente

Nº Estafetas: 22
Peso Total: 7864
Vol total: 7866
Nº Pedidos: 450
Peso total: 7339
Vol total: 7123
Eficiência=100%

Ficheiros: encomendas3.txt e carrinhas3.txt

Crescente

Nº Estafetas: 1
Peso Total: 39
Vol total: 39
Nº Pedidos: 6
Peso total: 29
Vol total: 32
Eficiência=54.54%

Decrescente

Nº Estafetas:1
Peso Total:39
Vol total: 39
Nº Pedidos: 2
Peso total: 17
Vol total: 39
Eficiência=18.18%

Comparar Decrescente

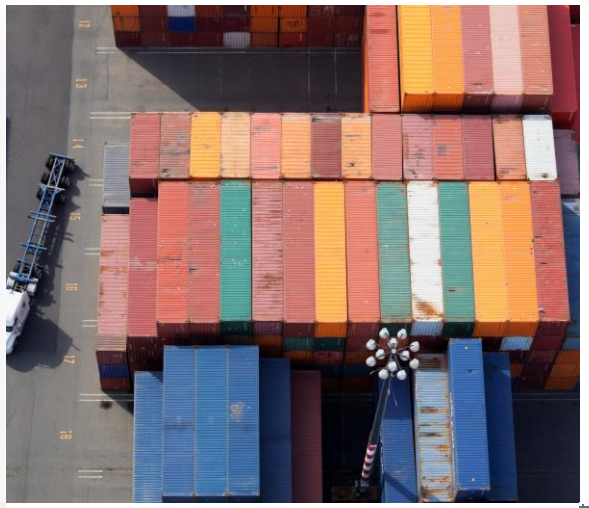
```
bool compararCarrinhas(Carrinha a, Carrinha b){
    return (a.getVolMax()+a.getPesoMax())>=(b.getVolMax()+b.getPesoMax());
}

bool compararEnc(Encomenda a, Encomenda b){
    return((a.getPeso()+a.getVol())>=(b.getPeso()+b.getVol()))
}
```

Formalização Cenário 2

Dados de entrada

- Vetor<Encomenda> Enco- Conjunto de encomendas caracterizadas por:
  - Peso Volume
  - Recompensa
  - Duração



Dados de entrada

- Vetor<Carrinha> C –Conjunto de carrinhas caracterizadas por:
  - PesoMax
  - VolMax
  - Custo
  - PesoAtual
  - VolAtual

Dados de saída

- Vetor<Encomenda> P- Conjunto de pedidos que vão ser entregues caracterizadas por (Duração irrelevante):
  - Peso
  - Volume
  - Recompensa

Dados de saída

- Vetor<Carrinha>Est–Conjunto de carrinhas usadas,caracterizadas por(PesoAtual e VolAtual irrelevantes):
  - PesoMax
  - VolMax
  - Custo

Restrições e Domínios de valores:

- Todos os valores têm de pertencer a $\mathbb{N}$
- Maximizar: $\sum p.Recompensa - \sum est.Custo\ , p, est\ \in P, Est\ respetivamente$
- Dentro de um estafeta:

$-\sum(p.Peso, p.Volume) \leq (est.PesoMax, est.VolMax)$

$-(\sum p.Recompensa - \text{est.Custo}) > 0, p, est\ \in P, Est\ respetivamente$

Descrição da Solução

Baseado no 0/1 knapscack problem.
Preenchemos cada carrinha (ordenando-as por ordem decrescente de capacidade (peso+volume) e crescente de custo) com encomendas de forma a que soma das recompensas usadas fosse máxima.

```
procedure Preenchertruck2(Carrinha c, Vector E, Vector P){

    int BV[E.size+1][c.Peso+1][c.Vol+1]<-{0}

    for (item<-1; i<=E.size; i++) do
        for peso<-0 to c.Peso do
            for vol<-0 to c.Vol
                BV[item][peso][vol]<- B[item-1][peso][vol]
                if((peso >= E[item-1].Peso) AND (vol >= E[item-1].Vol) AND (BV[item][peso][vol] < BV[item-1][peso-E[item-1].Peso][vol-E[item-1].Vol] + [item-1].Recompensa)) then
                    BV[item][peso][vol]<- BV[item-1][peso-E[item-1].Peso][vol-E[item-1].Vol] + E[item-1].Recompensa

}
For each c ∈ C do
    temp <- Preenchertruck2(c,E,P)
    if temp !=0 then
        Est.push_back({c.Peso,c.Vol,c.Custo})
```

Pseudo código usado no preenchimento da carrinha

Complexidade

Complexidade temporal do algoritmo: $O(n^3)$

Complexidade espacial do algoritmo: $O(n^3)$

```
procedure Preenchertruck2(Carrinha c, Vector E, Vector P){

    int BV[E.size+1][c.Peso+1][c.Vol+1]<-{0}

    for (item<-1; i<=E.size; i++) do //O(n)
        for peso<-0 to c.Peso do //O(n)
            for vol<-0 to c.Vol // O(n)
                BV[item][peso][vol]<- B[item-1][peso][vol]
                if((peso >= E[item-1].Peso) AND (vol >= E[item-1].Vol) AND (BV[item][peso][vol] < BV[item-1][peso-E[item-1].Peso][vol-E[item-1].Vol] + [item-1].Recompensa)) then
                    BV[item][peso][vol]<- BV[item-1][peso-E[item-1].Peso][vol-E[item-1].Vol] + E[item-1].Recompensa

}
For each c ∈ C do
    temp <- Preenchertruck2(c,E,P)
    if temp !=0 then
        Est.push_back({c.Peso,c.Vol,c.Custo})
```

Pseudo código usado no preenchimento da carrinha

Avaliação Empírica

Forma 1

```
static bool compararCarrinhas(Carrinha a, Carrinha b){
    return ((a.getVolMax()+a.getPesoMax())>=(b.getVolMax()+b.getPesoMax()) && (a.getCusto()<=b.getCusto()));
}
```

Forma 2

```
static bool compararCarrinhas(Carrinha a, Carrinha b){
    return ((a.getVolMax()+a.getPesoMax())<=(b.getVolMax()+b.getPesoMax()) && (a.getCusto()<=b.getCusto()));
}
```

Forma 1
Nº Estafetas: 15
Nº Pedidos: 350
Lucro:226924
Eficiência=77.78%

Forma 2
Nº Estafetas: 18
Nº Pedidos: 370
Lucro:204967
Eficiência=82.22%

Forma 3
Nº Estafetas: 14
Nº Pedidos: 341
Lucro:222942
Eficiência=75.78%

Forma 4
Nº Estafetas: 20
Nº Pedidos: 383
Lucro:174536
Eficiência=85.11%

Forma 3

```
static bool compararCarrinhas(Carrinha a, Carrinha b){
    return ((a.getVolMax()+a.getPesoMax())>=(b.getVolMax()+b.getPesoMax()));
}
```

Forma 4

```
static bool compararCarrinhas(Carrinha a, Carrinha b){
    return ((a.getVolMax()+a.getPesoMax())<=(b.getVolMax()+b.getPesoMax()));
}
```

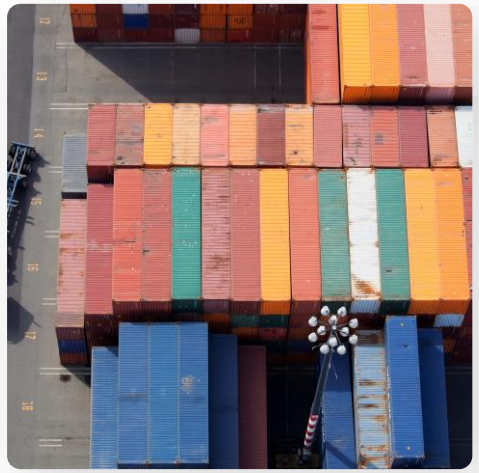
Formalização Cenário 3

Restrições e Domínios de valores:

- Todos os valores têm de pertencer a $\mathbb{N}$.
- Minimizar: $\frac{\sum p.Duração}{P.size}, p \in P$

Dados de entrada

- Vetor<Encomenda> Encos- Conjunto de encomendas caracterizadas por:
  - Peso
  - Volume
  - Recompensa
  - Duração



Dados de saída

- Vetor<Encomenda> P- Conjunto de pedidos que vão ser entregues caracterizadas por (Recompensa irrelevante):
  - Peso
  - Volume
  - Duração

Descrição da Solução

Baseando no conceito de Greedy Algorithm vamos percorrer o vetor Encos, organizado por ordem decrescente de duração, inserindo-as no vetor P até o período de tempo se esgotar.

```
int temp <-28800 // tempo em segundos do horário 9-17
for i<-0 to Encos.size do
    if(temp-Encos[i].getDuraracao()>0) then
        temp <- temp-Encos[i].getDuracao
        P.push_back(Encos[i])
    end if
```

Pseudo código do algoritmo Greedy

Complexidade

Complexidade temporal do algoritmo: O(n)

Complexidade espacial do algoritmo: O(n)

```
int temp <-28800 // tempo em segundos do horário 9-17
for i<-0 to Encos.size do // O(n)
    if(temp-Encos[i].getDuraracao()>0) then
        temp <- temp-Encos[i].getDuracao
        P.push_back(Encos[i]) // O(1)
    end if
```

Pseudo código do algoritmo usado

Avaliação Empírica

Crescente

Média:11729.6
Nº Pedidos: 124
Eficiência=27.5556%

Decrescente

Média:15071.9
Nº Pedidos: 27
Eficiência=6%

Comparar Crescente

```
bool compararEnc(Encomenda a, Encomenda b){
    return(a.getDurar()<=b.getDurar());
}
```

Comparar Decrescente

```
bool compararEnc(Encomenda a, Encomenda b){
    return(a.getDurar()>=b.getDurar());
}
```

Funcionalidade Extra

Em todos os cenários descobrimos a eficiência das operações da empresa.

Guardamos o número total de encomendas antes de aplicar o algoritmo numa variável e no final dividimos o tamanho do vetor onde guardamos as encomendas usadas pelo número total de encomendas.

Algoritmo a destacar

Algoritmo do cenário 2:
0/1 knapsack problema por programação dinâmica

Dificuldades

1

Escolha do algoritmo para o cenário 2, respetivamente escolher fazer o knapsack problem de forma recursiva ou por programação dinâmica.

2

Modo de guardar as carrinhas usadas nos cenários 1 e 2 e no modo de guardar as encomendas entregues no cenário 2.

3

Modo de ordenação das encomendas e das carrinhas para os cenários 1 e 2.

4

Decisão do algoritmo usado no cenário 1.

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Muito Obrigado

Logística Urbana para Entrega de Mercadorias

Auto-Avaliação

Miguel Tavares, 202002811- 33%
Sofia Sousa, 202005932 – 33%
Pedro Correia, 202006199 – 33%