



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

TP2

Rolling in the Hill Evolutionary Edition

Guilherme Melo - 2021217138

Mariana Silva - 2020241552

Tiago Almeida - 2021221615

Introdução

- Este projeto visa utilizar algoritmos para que haja evolução de veículos, capacitando-os a alcançar o final de uma pista determinada. Além de alcançar o fim, os veículos devem ser treinados para atender a requisitos específicos, como chegar rápido ao final, consumir baixas quantidades de energia ou ter uma massa reduzida.

Código Alterado

Alterámos o código de 4 ficheiros: Crossover.cs; Mutation.cs; ParentSelection.cs; CarFitness.cs;

Crossover.cs:

- Neste ficheiro as mudanças relacionadas ao crossover foram feitas.
- Fizemos a implementação de um cruzamento de dois pontos, na qual selecionamos dois pontos de corte e trocamos os genes de dois pais com base nesses pontos.

Mutation.cs:

- Neste ficheiro as mudanças relacionadas à mutação foram feitas.
- Utilizamos as probabilidades de 5% e 2% como uma chance de mutar cada gene
- Primeiramente criamos um genoma random, depois iteramos o genoma individual e com a probabilidade de mutação decidimos se substituímos o gene pelo mesmo gene do genoma random

ParentSelection.cs:

- Neste ficheiro as mudanças relacionadas à parent selection foram feitas.
- Implementámos um torneio que decide qual o veículo com um maior fitness de um certo número de pais escolhidos

CarFitness.cs:

- Neste ficheiro foram feitas as contas relacionadas com o cálculo do car fitness.
- Uma vez que este ficheiro sofre alterações dependendo da parte da meta 2, iremos explicar mais em detalhe à frente.

Fitness

- **Fitness baseado na velocidade**

- Na primeira parte da segunda meta, para calcular o fitness com base na velocidade utilizamos a seguinte expressão:
- ```
if(RoadCompleted == 0 || ElapsedTime <= 0){
```
- ```
    fitness = Distance;
```
- ```
} else {
```

```
 fitness = Distance +
 10*(Distance/ElapsedTime);
```
- Este função tem em conta dois tipos de situações: no caso do carro não chegar ao fim, quer seja por ter algum problema a meio, quer seja por não se mexer inicialmente, nos consideramos que o fitness será igual à distância.
- Caso o carro chegue ao final do percurso, o fitness aí seria a distância com a soma da multiplicação por 10 da velocidade média.
- Isto foi feito para distinguir o que chegou com maior velocidade ao final e recompensá-lo.

- **Fitness dependente da eficiência**

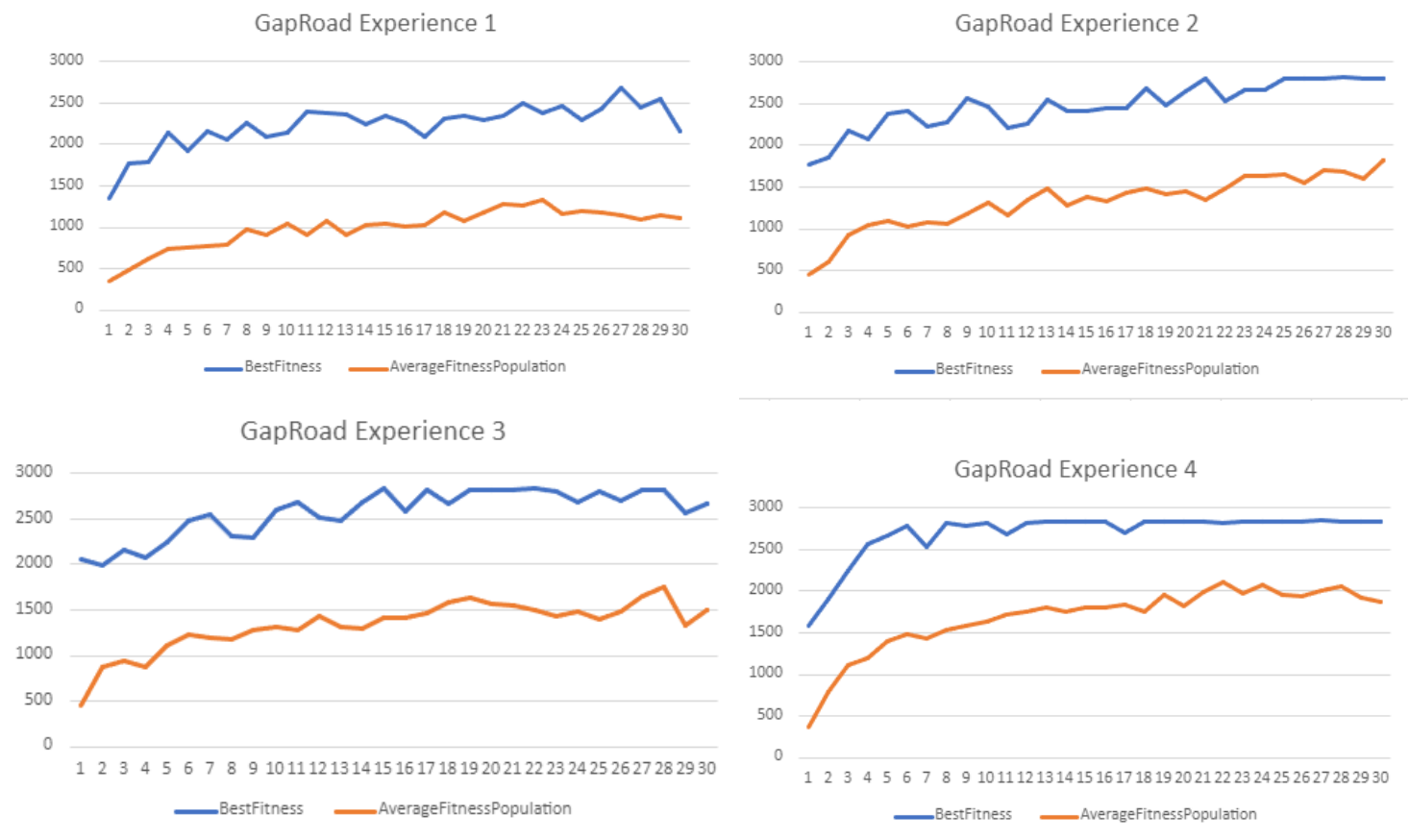
- Na segunda parte da segunda meta, para calcular o fitness com base na eficiência utilizamos a seguinte expressão:
- ```
if(RoadCompleted == 0){
```
- ```
 fitness = Distance;
```
- ```
}else {
```
- ```
 fitness = Distance + 50000000/(SumTotalForces);
```
- Esta função é semelhante à apresentada acima, contudo nós mudamos a parte da função responsável por melhorar a velocidade da função que encoraja o carro a ter um valor baixo no Total das Forças nele aplicados, o SumTotalForces.
- Este valor está diretamente relacionado com a energia gasta, isto é, quanto menos gastar, mais é a eficiência do carro.

# Resultados da Experiências

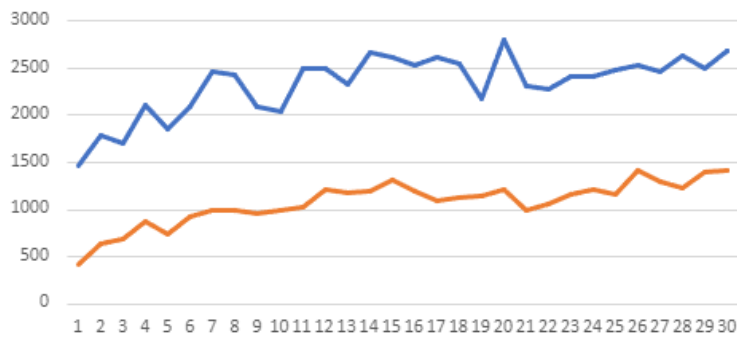
- Meta 1

|               | Mutação | Torneio | Elitismo | Crossover | Gerações |
|---------------|---------|---------|----------|-----------|----------|
| Experiência 1 | 0.05    | 2       | 0        | 0.5       | 30       |
| Experiência 2 | 0.02    |         |          |           |          |
| Experiência 3 | 0.05    | 5       |          |           |          |
| Experiência 4 | 0.02    |         |          |           |          |
| Experiência 5 | 0.05    | 2       | 2        |           |          |
| Experiência 6 | 0.02    |         |          |           |          |
| Experiência 7 | 0.05    | 5       |          |           |          |
| Experiência 8 | 0.02    |         |          |           |          |

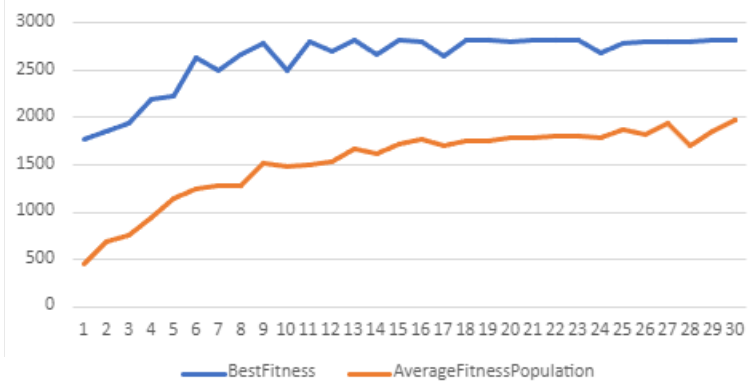
- Executámos as 8 experiências pedidas na meta 1 (presentes na tabela acima) e os resultados foram os seguintes:



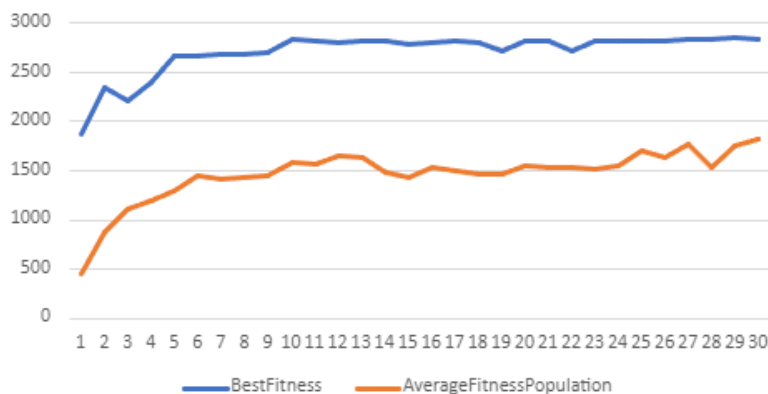
GapRoad Experience 5



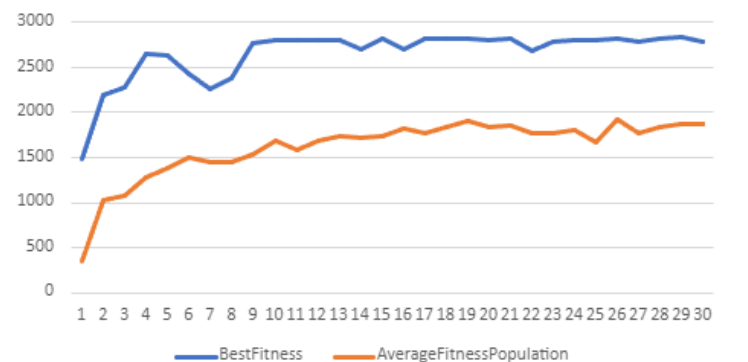
GapRoad Experience 6



GapRoad Experience 7



GapRoad Experience 8



Com base nos resultados dos gráficos, é possível ver um maior nível de fitness quando é usado um Elitismo de 2 e quando há um Torneament de 5 também.

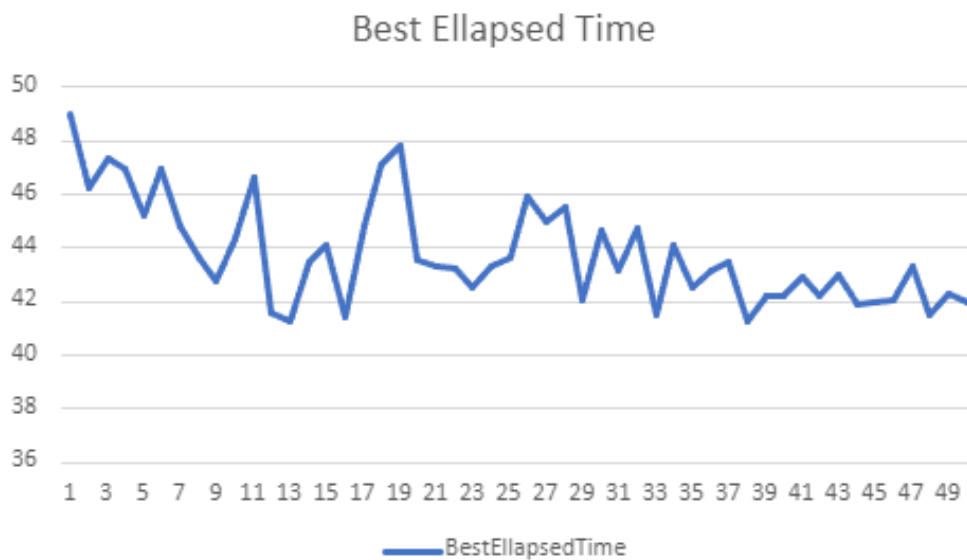
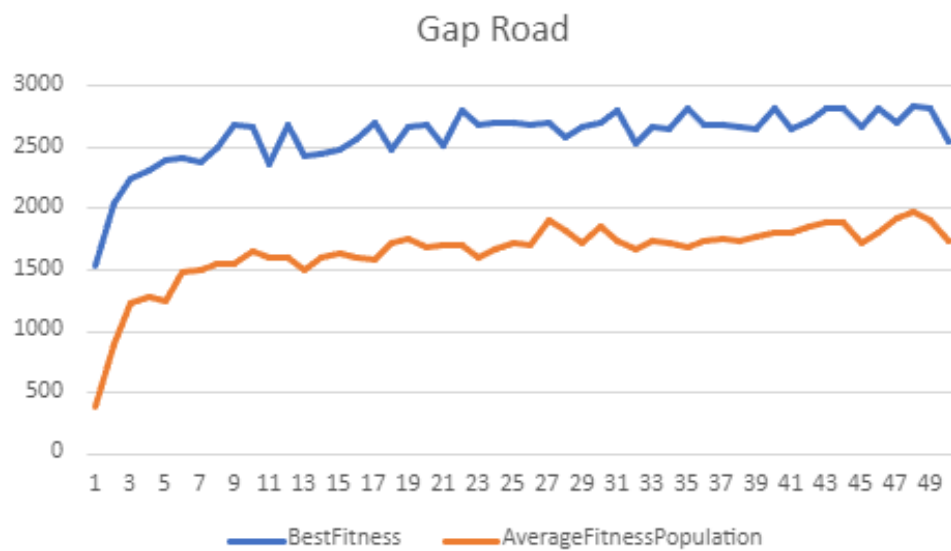
Por este motivo, decidimos usar estes valores como parâmetros para os próximos cenários.

Da mesma maneira, decidimos utilizar uma mutação de 2% ao invés da de 5% uma vez que esta última por vezes mutava indivíduos bastante bons e por vezes acabava por degradar uma geração ao invés de a evoluir positivamente.

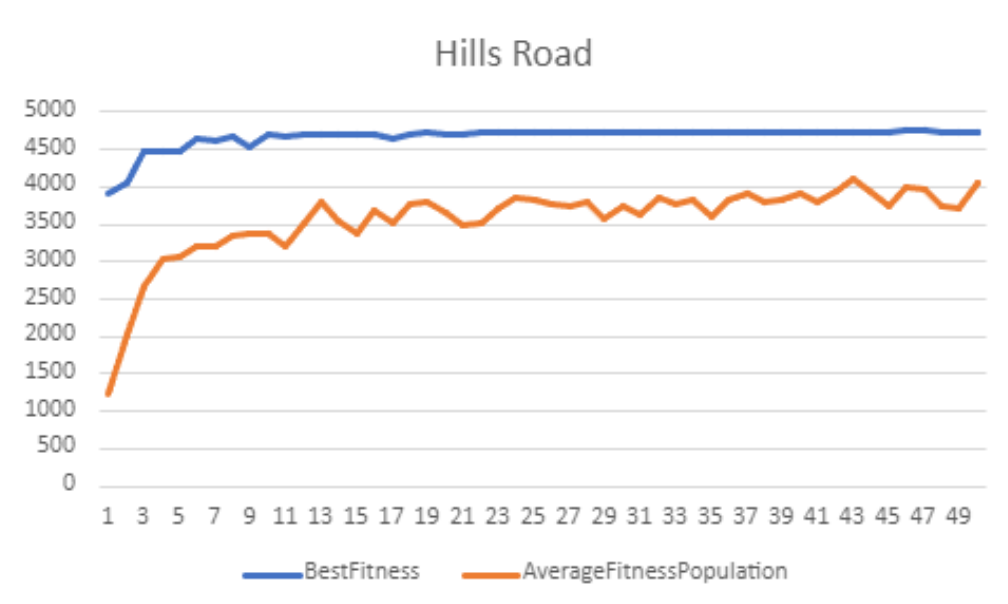
## • Meta 2

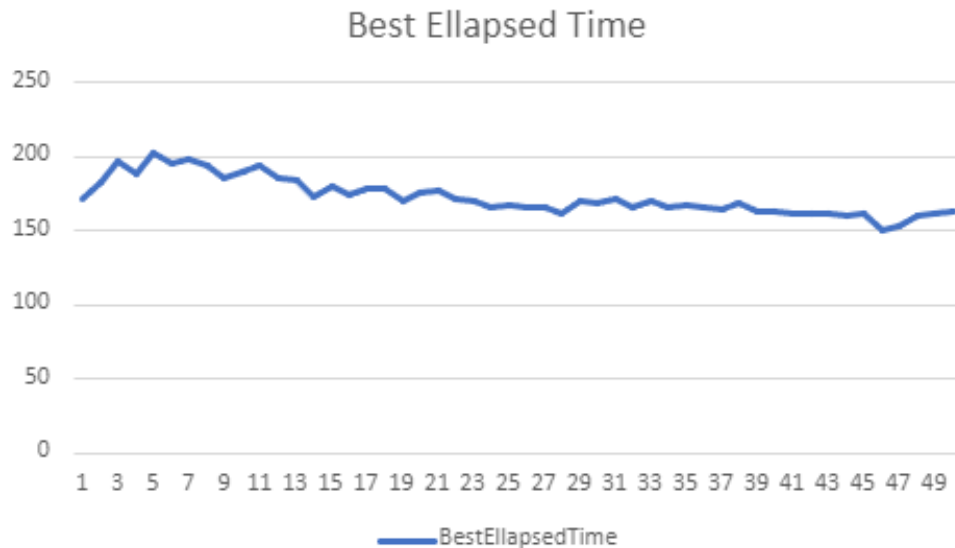
### • Com base na Velocidade

- Com base no que foi dito acima, corremos o **cenário GapRoad** com os seguintes parâmetros que foram ditos anteriormente, um elitismo de 2, um torneament de 5 e uma chance de mutação de 2%, para um total de **50 gerações**



- Observando as imagens acima podemos ver que em termos de tempo os indivíduos maioritariamente terminaram entre os 42 e os 46. Contudo, o tempo vai diminuindo, o que significa que vai havendo evolução e que vão percorrendo o percurso cada vez em menos tempo.
- Com base no que foi dito acima, corremos o **cenário HillsRoad** com os seguintes parâmetros que foram ditos anteriormente, um elitismo de 2, um tournament de 5 e uma chance de mutação de 2%, para um total de **50 gerações**

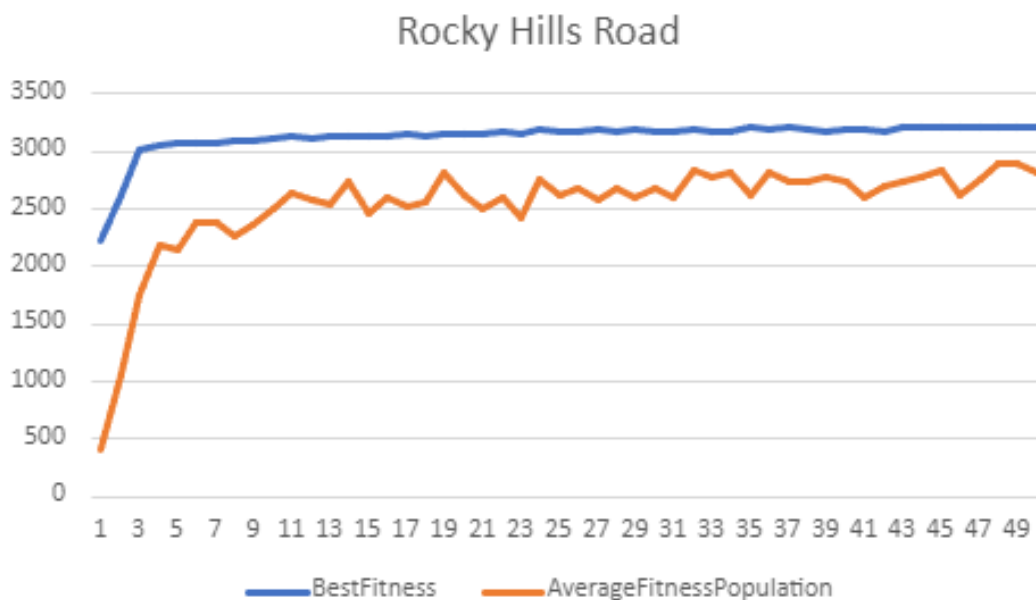


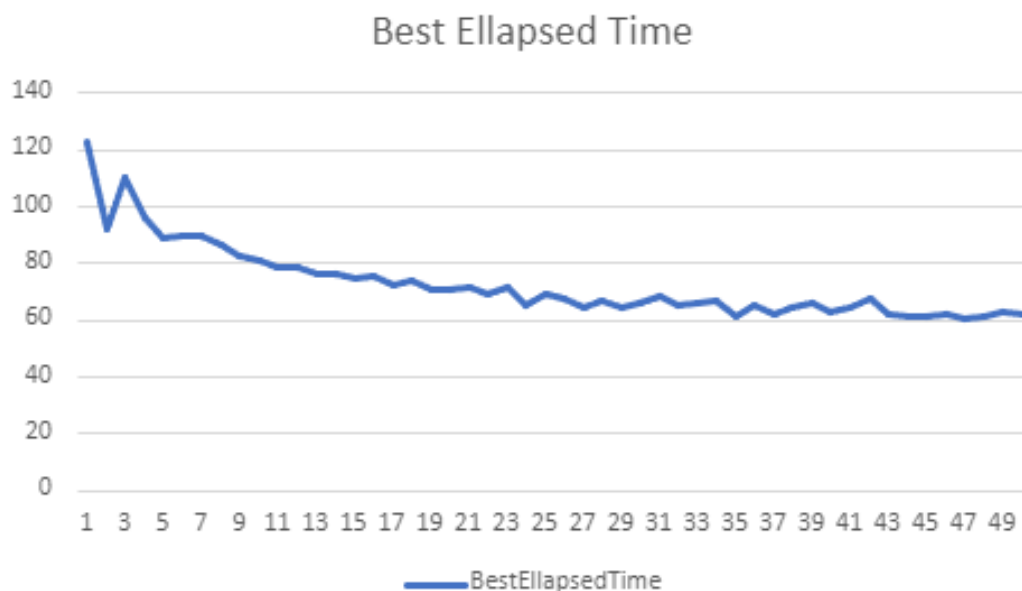


- Observando as figuras acima, podemos ver que os melhores indivíduos começam a ser mais rápido gradualmente. Podemos ver que por volta das 20 gerações os indivíduos começaram a chegar à linha final de forma mais consistente.

#### • Rocky Hills Road

- Com base no que foi dito acima, corremos o **cenário RockyHillsRoad** com os seguintes parâmetros que foram ditos anteriormente, um elitismo de 2, um tornament de 5 e uma chance de mutação de 2%, para um total de **50 gerações**.

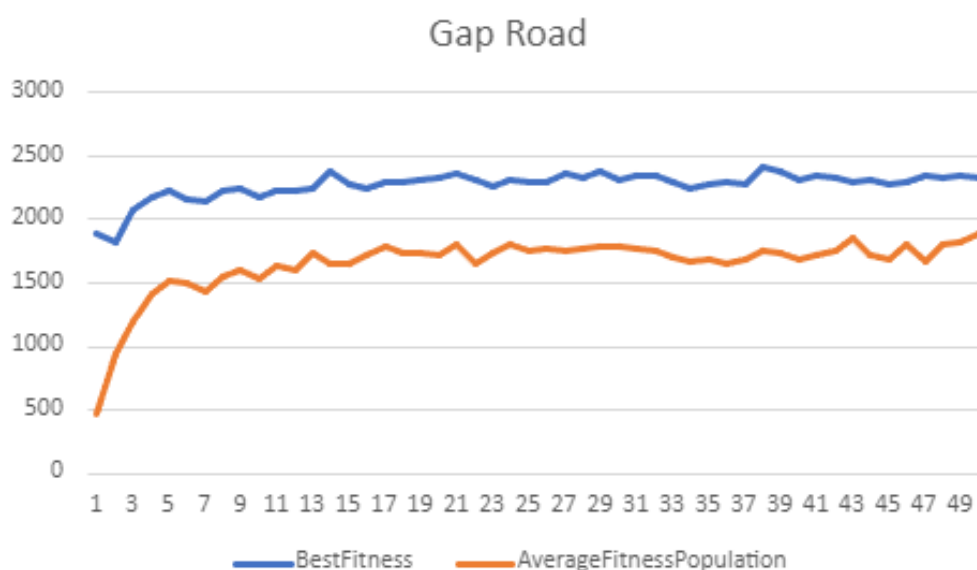




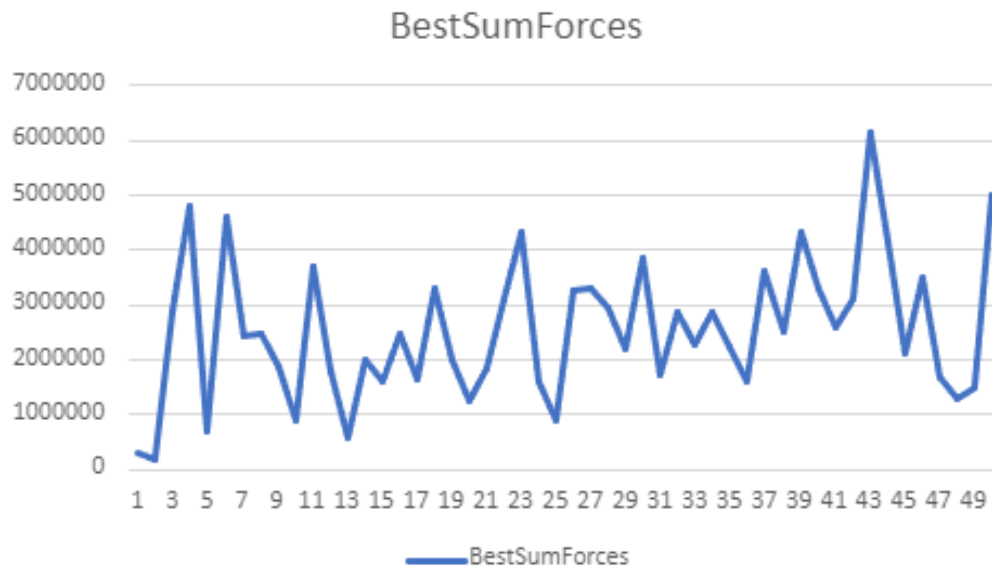
- Observando as figuras acima, podemos ver que os melhores indivíduos começam a ser mais rápido gradualmente. Podemos ver que por volta da geração 22, os indivíduos começaram a chegar à linha final de forma mais consistente.

- **Com base na Eficiência**

- **Cenário GapRoad**

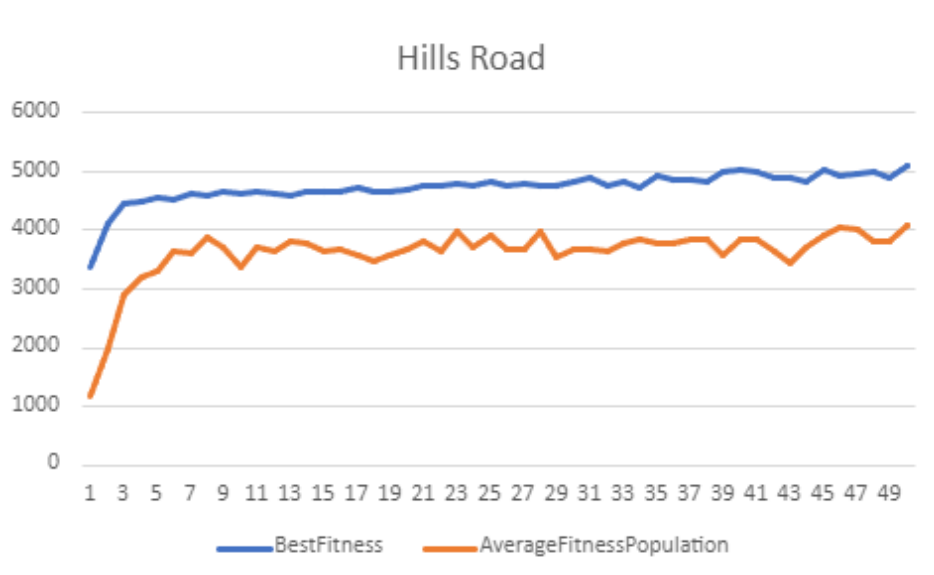


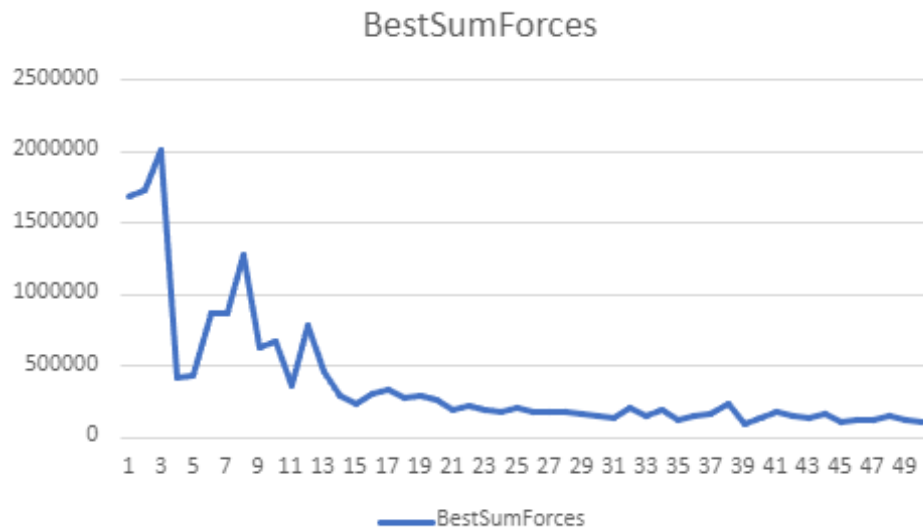




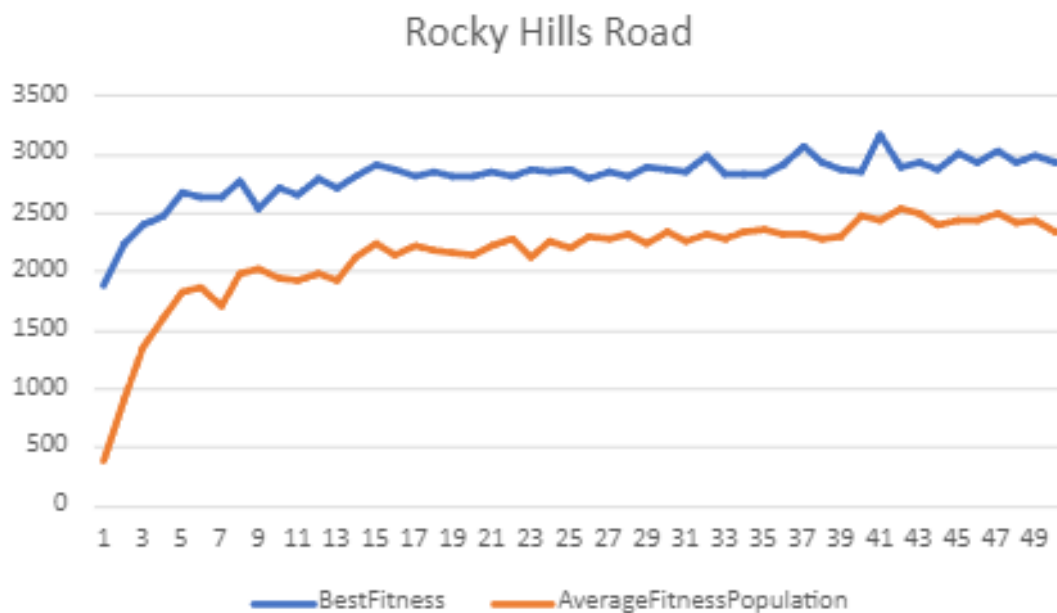
- Os altos e baixos do gráfico nos gráficos acima apresentados são resultado dos carros numa geração apresentarem uma performance bastante boa em termos de eficiência e que foram selecionados por elitismo.
- Contudo, devido a problemas com o Unity Physics Engine acabaram por não chegar ao final do percurso, o que acabou por resultar num declínio abrupto entre gerações.
- Neste cenário é mais notável uma vez que tem mais buracos, provocando uma grande variação. Sendo assim, os altos e baixos resultado de a função de fitness ser racional

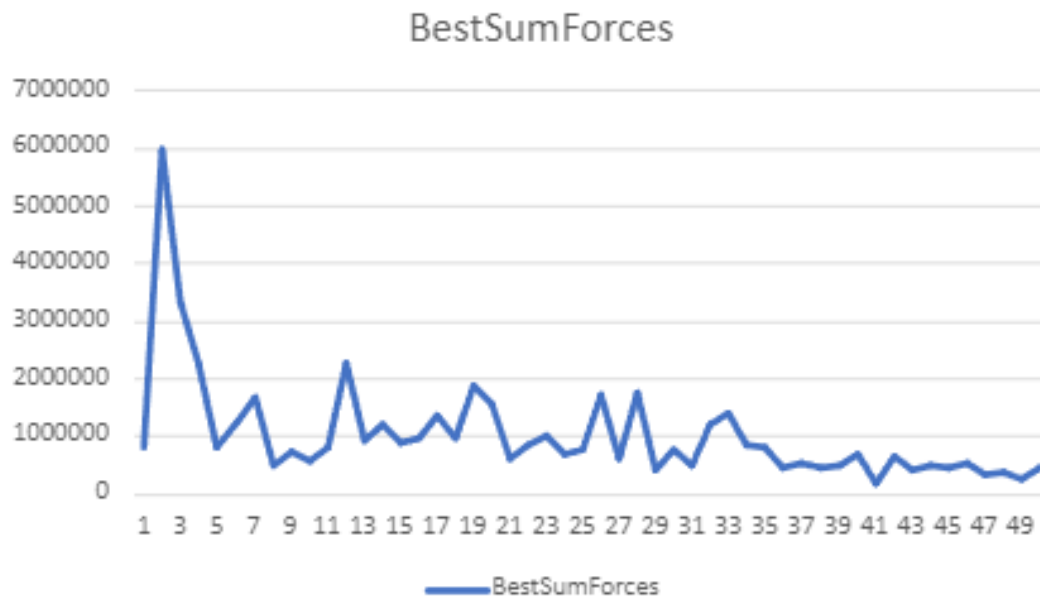
#### • Cenário Hills Road





- Com base no cenário em evolução testado em 5 iterações, concluí-se que por vezes a soma das forças era praticamente nula.
- Isto deve-se ao facto de alguns veículos nunca chegarem à linha final.
- **Cenário Rocky Hills Road**





- Observando os gráficos podemos concluir que o fitness foi gradualmente aumentando e que a soma das forças totais foi diminuindo ao longo do tempo
- Isto significa que o individuo com melhor fitness da nossa população foi ficando mais eficiente ao longo do tempo
- Quantas mais gerações fossem feitas, mais eficiente o indivíduo seria.

- **Conclusão**

- Em suma, na primeira parte do projeto, a meta 1, experimentámos diferentes parâmetros de modo a acharmos as melhores configurações possíveis. Tendo essas configurações já sabidas, na segunda meta, limitamo-nos a fazer com que fossem desenvolvidos veículos mais rápidos e veículos mais eficientes para cada cenário.