



## **Computação Evolucionária**

**Alexandre Farias Baía - 201700470001**

### **Relatório - O Dilema dos Prisioneiros**

#### **1. Introdução**

Neste relatório, é discutida a análise do comportamento do Dilema dos Prisioneiros através de um algoritmo genético, onde a evolução deste demonstra se uma população tende a ser mais ou menos egoísta de acordo com determinados parâmetros

#### **2. Objetivo**

Implementar um algoritmo genético capaz de simular uma população diante do Dilema dos Prisioneiros, e a partir do comportamento desta a cada geração, analisar a qual situação a população tende. Para a análise são utilizados gráficos e tabelas, além de que a conclusão é baseada em perguntas propostas no comando do trabalho.

#### **3. Metodologia**

Neste trabalho a seguinte abordagem quanto ao dilema dos prisioneiros:

- Duas pessoas cometeram um crime. Elas são presas. Para que o governo consiga prendê-las, ele precisa que elas confessem e mostrem provas sobre o crime. Elas são interrogadas separadas.
- Se as duas pessoas não confessarem (isto é, cooperarem entre si), então o governo terá de soltá-las em 6 meses devido à falta de provas.
- No entanto, se uma delas ficar calada e a outra confessar, a pessoa que cooperou com o parceiro de crime (ficou calado) vai ser preso por 30 anos, enquanto o outro que confessou, por ter ajudado a polícia, será solto na hora.
- Se ambos confessarem, então ambos são presos por 10 anos por terem cooperado com a justiça.

A modelagem do algoritmo genético é feita da seguinte forma:

- Cada indivíduo é uma cadeia de números reais entre 0 e 1, onde 0 é máxima cooperação com o parceiro e 1 é a máxima delação do parceiro. Ou seja, abaixo de 0,5 é cooperação (não delação) e acima de 0,5 é delação.
- Cada cromossomo possui 30 genes.
- Existem dois tipos de *Fitness*: Individual e Grupo

Os tipos de Fitness levam em consideração o pareamento entre cooperação (C) e delação (D), normalizados de 0 a 1, e de forma proporcional ao tempo de prisão, como segue a tabela abaixo.

Tabela 1: Valores de para o Fitness Individual (Esquerda) e o de Grupo (direita)

Condição	Valor do Fitness
DC	1
CC	0.9
DD	0.66
CD	0

Condição	Valor do Fitness
CC	1
CD ou DC	0.33
DD	0

Existe também uma parcela bônus do fitness, onde é levada em consideração a quantidade de cadeias de C encontradas no indivíduo de teste, essa parcela de bônus é dada pela fórmula abaixo.

$$Bonus = (numerocadeias * valorbonus) * (1 - mediagenes_c)$$

Essa parcela bônus é adicionada a média encontrada na primeira parcela do *fitness*.

Quanto aos operadores do algoritmo genético, é utilizada a seleção por torneio, cruzamento aritmético, mutação gaussiana e o total de indivíduos da população é igual a 50.

Há 3 casos de testes para a avaliação do problema proposto: (1) quando os indivíduos são comparados par-a-par, (2) quando um indivíduo é comparado com 10% da população e (3) quando um indivíduo é comparado a 30% da população. E em cada caso desse, é necessário verificar as seguintes situações: fixa-se um valor de C e varia-se o bônus e fixa-se o bônus e varia-se o C. A tabela abaixo sumariza os testes.

Tabela 2: Parâmetros do algoritmo genético.

	Caso de Teste 1		Caso de Teste 2		Caso de Teste 3	
Parâmetro	Individual	Grupo	Individual	Grupo	Individual	Grupo
Tamanho da População	50	50	50	50	50	50
Tamanho do Ring	3	3	3	3	3	3
Prob. de Cruzamento	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Prob. de Mutação	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Desvio-Padrão	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Gerações	600	600	1200	1200	1200	1200
Valor de C	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20	10/20
Valor do Bônus	0%/20%/40%	0%/20%/40%	0%/20%/40%	0%/20%/40%	0%/20%/40%	0%/20%/40%

Um Diagrama de Classes é necessário para um melhor entendimento da implementação, este é exibido na figura 3.1.

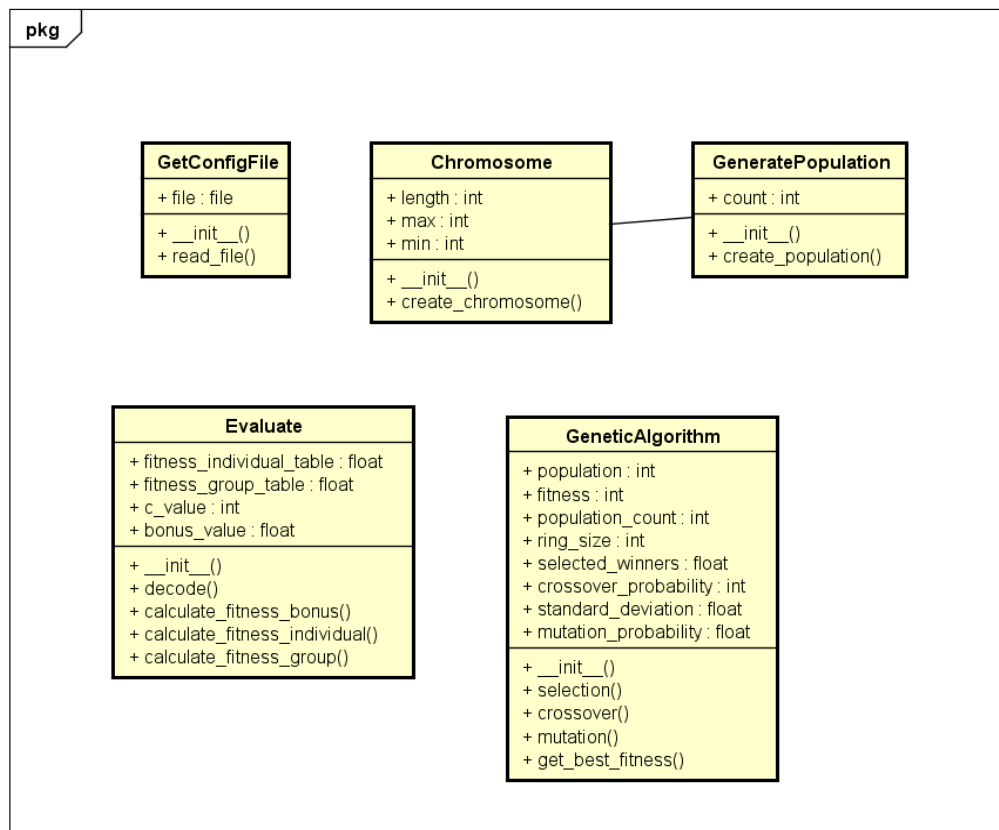
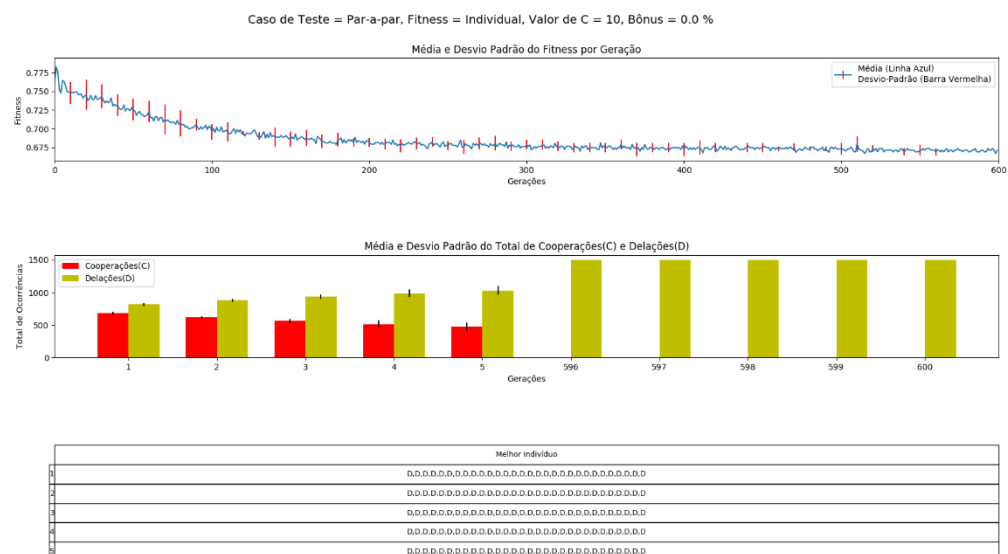


Figura 3.1: Diagrama de Classes do código usado para a implementação

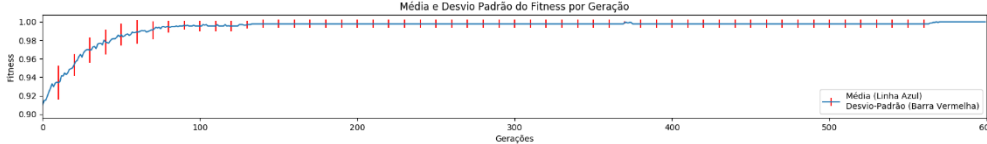
O código foi desenvolvido em Python 3.6, através da IDE PyCharm no sistema operacional Windows 8.

## 4. Resultados

Os seguintes gráficos foram obtidos através da execução do código.

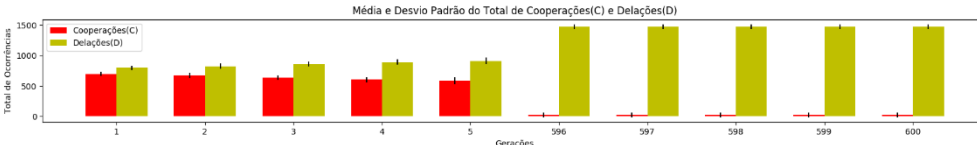
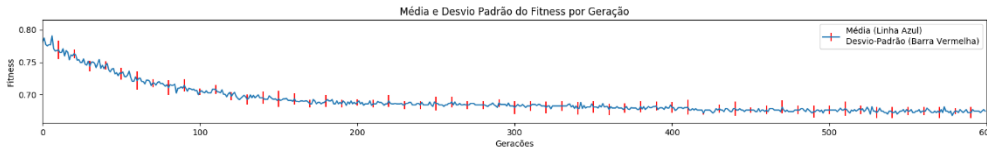


Caso de Teste = Par-a-par, Fitness = Grupo, Valor de C = 10, Bônus = 0.0 %



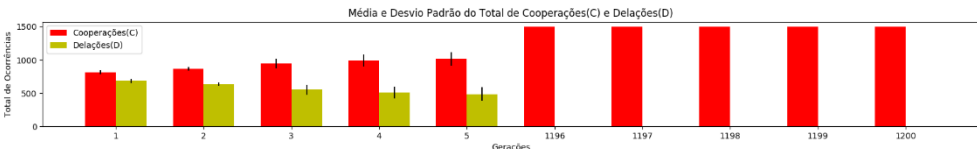
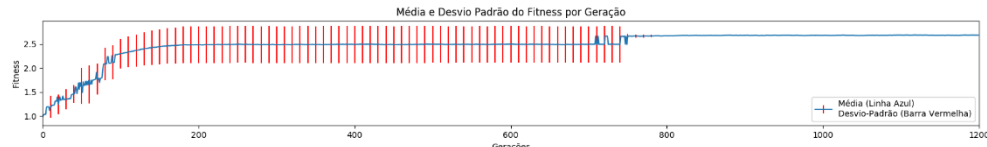
	Meio	Indivíduo
1		CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
2		CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
3		CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
4		CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
5		CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC

Caso de Teste = Par-a-par, Fitness = Individual, Valor de C = 10, Bônus = 20.0 %



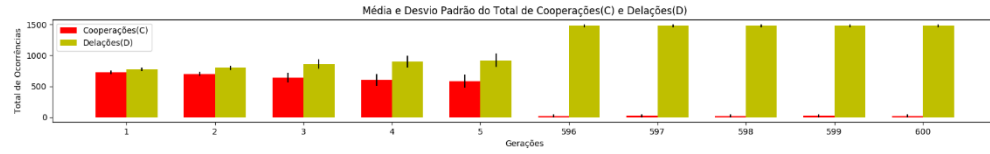
	Melhor indivíduo
1	D.
2	D.
3	D.
4	D.D.D.D.D.D.D.D.D.D.D.D.D.D.D.D.C.C.D.D.D.D.C.C.
5	D.

Caso de Teste = Par-a-par, Fitness = Grupo, Valor de C = 10, Bônus = 20.0 %

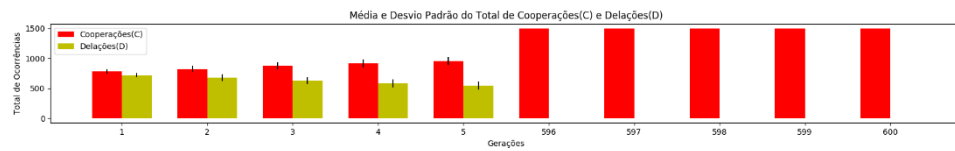
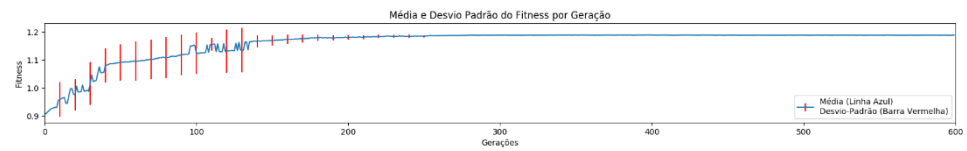


	Melhor indivíduo
1	C,C
2	C,C
3	C,C
4	C,C
6	C,C

Caso de Teste = Par-a-par, Fitness = Individual, Valor de C = 20, Bônus = 20.0 %

[illegible]

Caso de Teste = Par-a-par, Fitness = Grupo, Valor de C = 20, Bônus = 20.0 %



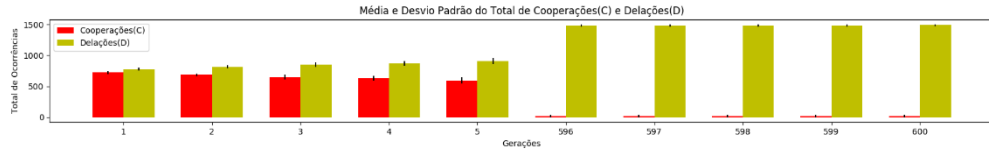
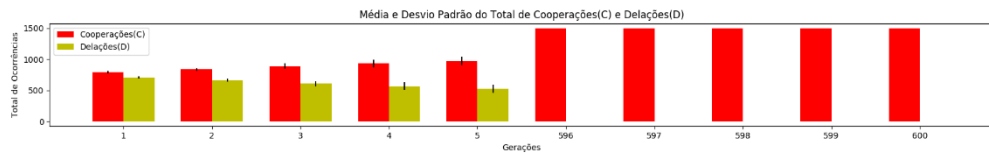
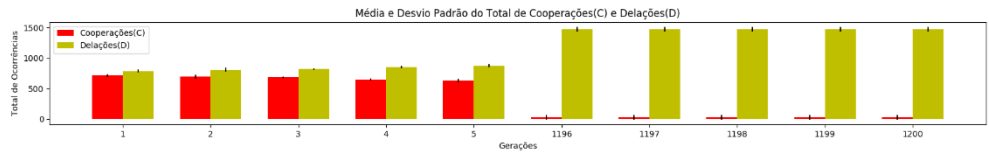
	Melhor indivíduo
1	C,C
2	C,C
3	C,C
4	C,C
5	C,C

Média e Desvio Padrão do Fitness por Geração

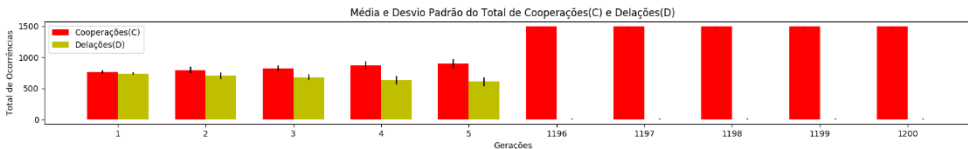
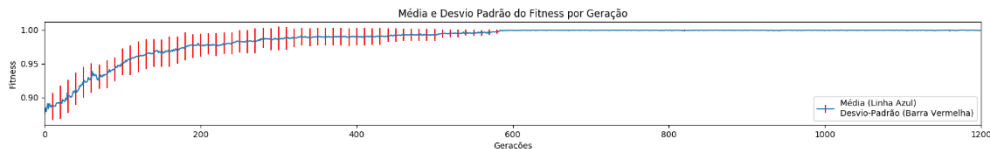
Y-axis: Fitness (0.70 to 0.80). X-axis: Gerações (0 to 600).

Legend: Média (Linha Azul), Desvio-Padrão (Barra Vermelha).

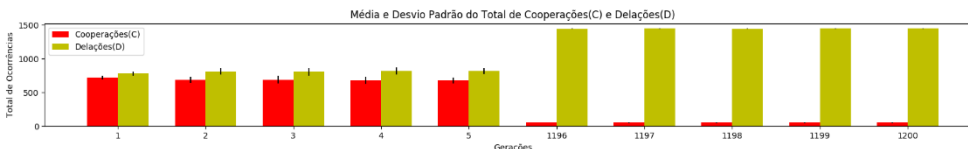
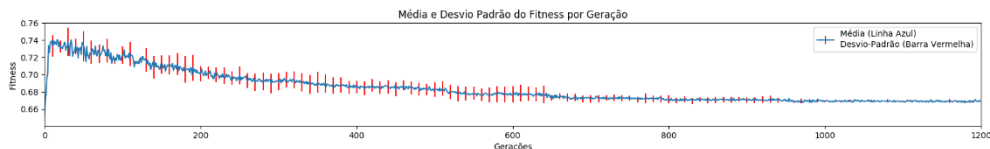
The graph shows a steady decline in the average fitness from approximately 0.79 at generation 0 to about 0.68 at generation 600. The standard deviation remains relatively constant, fluctuating between 0.01 and 0.02.

[illegible][illegible][illegible]

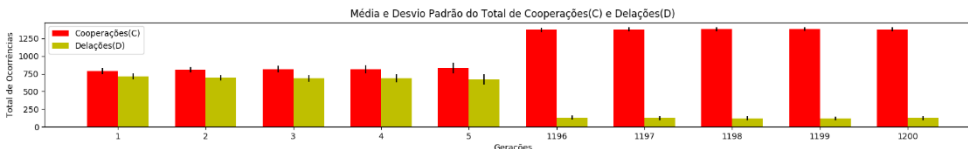
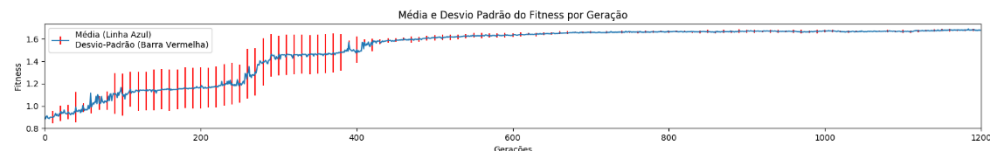
Caso de Teste = 10.0 % de Opositores, Fitness = Grupo, Valor de C = 10, Bônus = 0.0 %

[illegible]

Caso de Teste = 10.0 % de Opositores, Fitness = Individual, Valor de C = 10, Bônus = 20.0 %

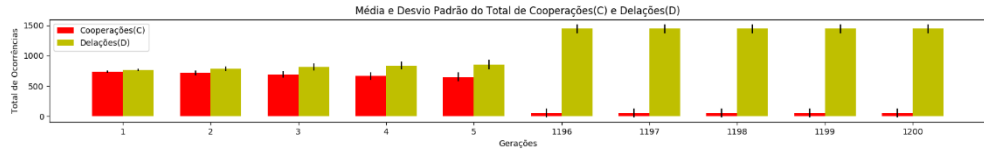
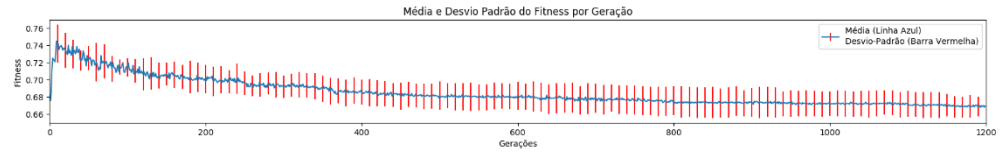
[illegible]

Caso de Teste = 10.0 % de Opositores, Fitness = Grupo, Valor de C = 10, Bônus = 20.0 %



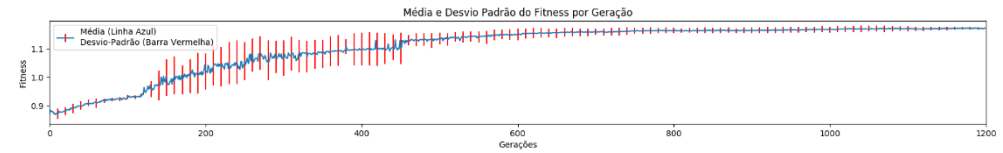
	Melhor indivíduo
1	C,C,C,C,C,C,C,C,C,D,C,C,C,C,C,C,C,C,C,D,C,C,D,C,C,C,C
2	D,C,C,C,C,C,D,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C
3	C,D,D,C
4	D,C,D,C
5	C,C,C,C,C,D,D,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C,C

Caso de Teste = 10.0 % de Opositores, Fitness = Individual, Valor de C = 20, Bônus = 20.0 %



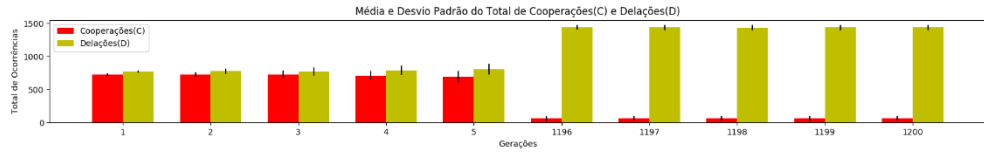
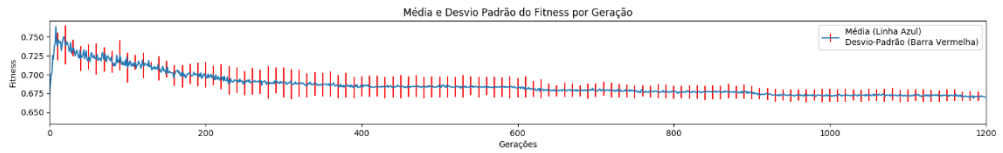
Melhor indivíduo									
1	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2	D	D	D	D	D	D	D	D	D
3	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4	D	D	D	D	D	D	D	D	D
5	D	D	D	D	D	D	D	D	D
6	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8	D	D	D	D	D	D	D	D	D
9	D	D	D	D	D	D	D	D	D
10	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Caso de Teste = 10.0 % de Opositores, Fitness = Grupo, Valor de C = 20, Bônus = 20.0 %



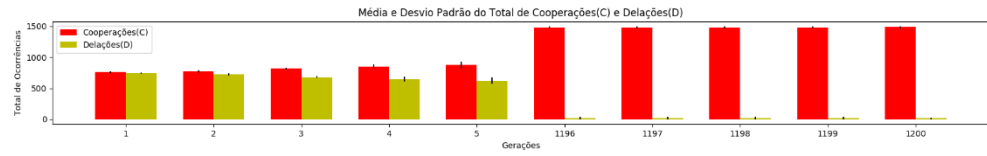
Melhor indivíduo									
1	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	C	C	C	C	C	C	C	C	C
4	C	C	C	C	C	C	C	C	C
5	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	C	C	C	C	C	C	C	C	C
8	C	C	C	C	C	C	C	C	C
9	C	C	C	C	C	C	C	C	C
10	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Caso de Teste = 10.0 % de Opositores, Fitness = Individual, Valor de C = 20, Bônus = 40.0 %

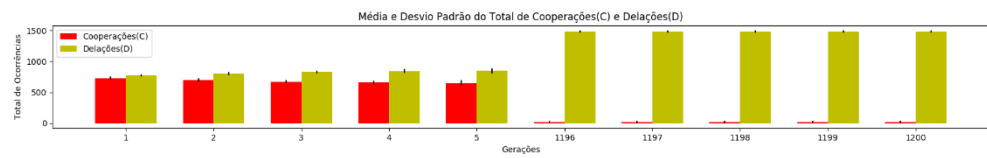
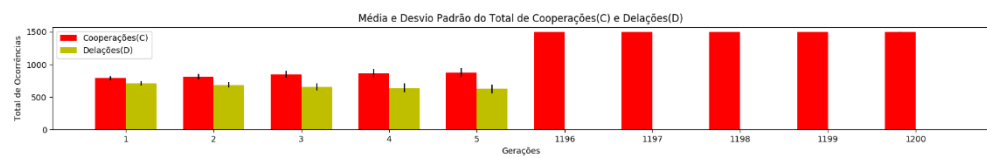


Melhor indivíduo									
1	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2	C	D	D	D	D	D	D	D	D
3	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4	D	D	D	D	D	D	D	D	D
5	D	D	D	D	D	D	D	D	D
6	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8	D	D	D	D	D	D	D	D	D
9	D	D	D	D	D	D	D	D	D
10	D	D	D	D	D	D	D	D	D





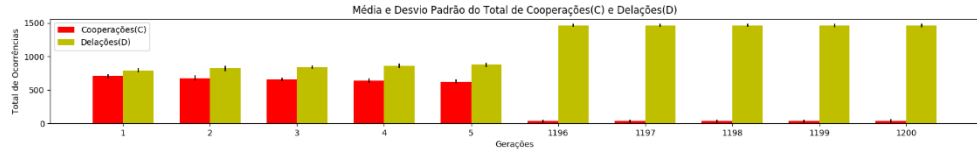
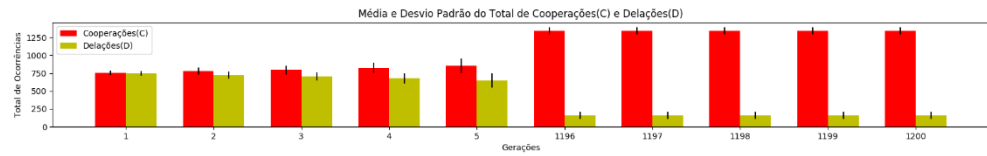
	Melhor individuo
1	C.
2	C.
3	C.
4	C.
5	C.C.C.C.D.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.C.

[illegible][illegible]

Média e Desvio Padrão do Fitness por Geração

Y-axis: Fitness (0.66 to 0.74)  
X-axis: Gerações (0 to 1200)

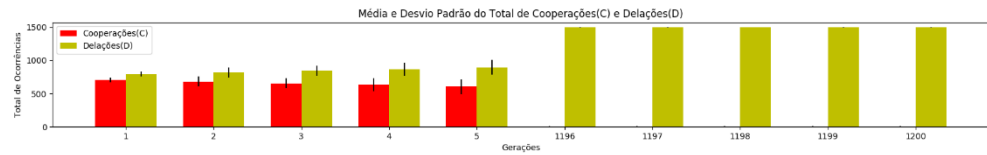
Legend: Média (Linha Azul), Desvio-Padrão (Barra Vermelha)

[illegible][illegible]

Média e Desvio Padrão do Fitness por Geração

Y-axis: Fitness (0.66 to 0.74)  
X-axis: Gerações (0 to 1200)

Legend:  
+ Média (Linha Azul)  
+ Desvio-Padrão (Barras Vermelhas)

[illegible]



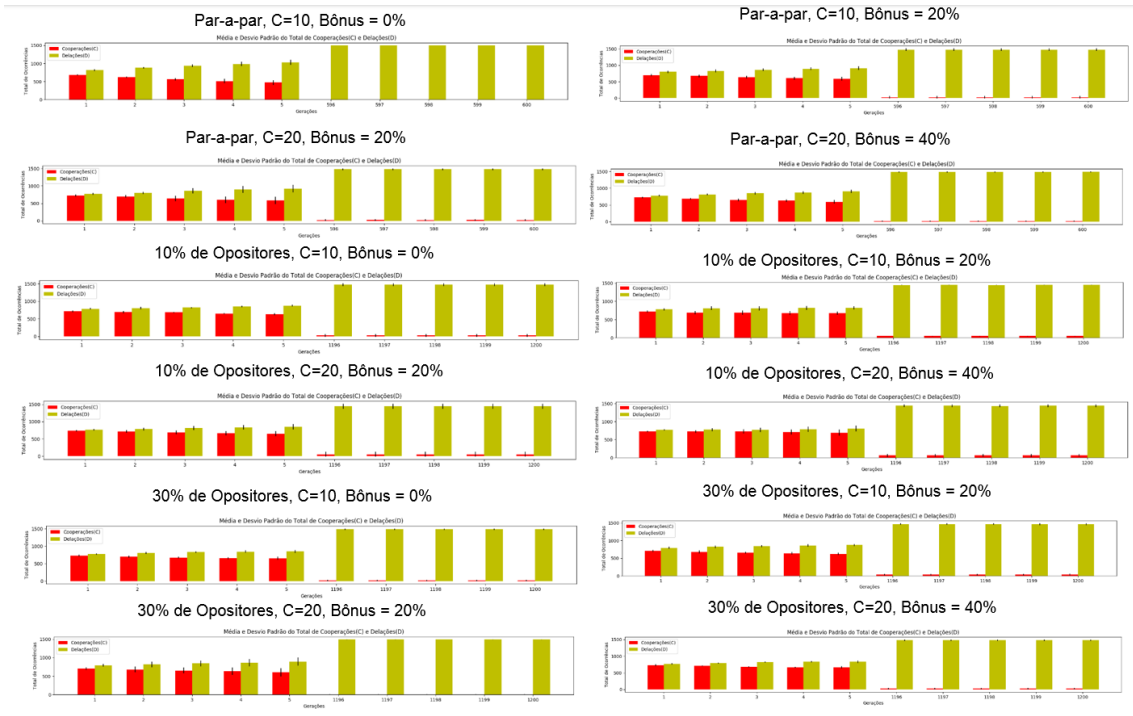


Figura 4.2: Resultados sumarizados para o *Fitness* Individual

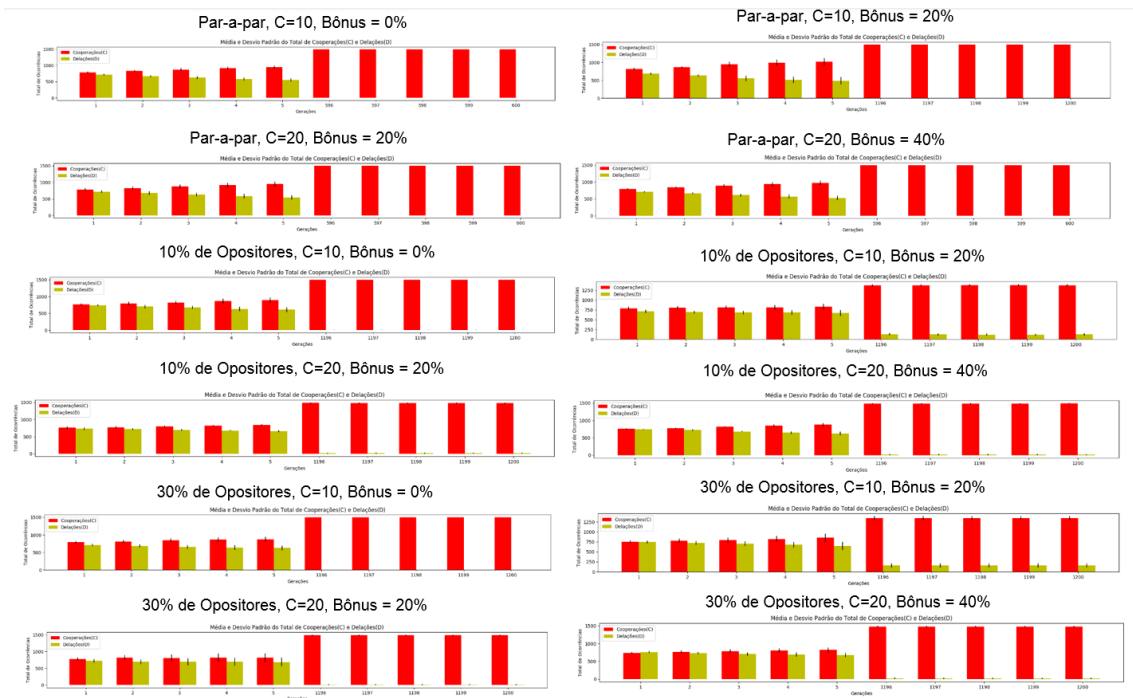


Figura 4.3: Resultados sumarizados para o *Fitness* em Grupo

## 5. Conclusão

Com base nas perguntas abordadas pelo professor, a conclusão deste relatório será baseada nelas

- a) Qual é o impacto do tamanho de C? A população fica mais ou menos egoísta com a variação de C?

O tamanho de C, quanto mais elevado, deixou a população mais egoísta.

- b) O mesmo para o valor do bônus: qual o valor do bônus para uma dada cadeia para que a população se torne menos egoísta?

Valores de bônus mais elevados tendem a tornar uma população menos egoísta em uma dada cadeia, como por exemplo, em aumentar o bônus de 10% para 20% com  $C = 10$ .

- c) Qual é a diferença de comportamento para Fitness Individual e o Fitness em Grupo?

Para o Fitness Individual, os indivíduos tendem a delatar, e para o Fitness em Grupo, os indivíduos tendem a cooperar.

- d) Quanto mais indivíduos são usados para comparação qual é o comportamento?

Quanto mais indivíduos são usados para comparação, mais lentamente a população convergiu, no caso, para 10% e 30% de opositores foi necessário testes com 1200 gerações para se observar a convergência.