

Computação Evolutiva aplicada a Robôs Reais

Eduardo D. V. Simões

Mestrado em Microeletrônica – UFRGS

Doutorado em Robótica – University of Kent at Canterbury, UK

Recém-Doutor no Laboratório de Robotica Inteligente - UFRGS

<http://www.inf.ufrgs.br/~simoese/seminars/compev/>

email: simoese@inf.ufrgs.br

Pensamento:

“Quem acreditaria em uma Formiga em teoria?

... Em uma Girafa em projeto?

... Mil Cientistas não imaginariam metade da selva a partir de um ser vivo”

S. J. Gould

Sumário

1- Computação Evolutiva

1.1 – Conceito

1.2 – Inspiração na Natureza

1.2 – O Papel da Computação Evolutiva

1.3 – Opinião Pessoal

2- Aplicações da Computação Evolutiva na Robótica

2.1 – Robótica Evolutiva

2.2 – Implementação

2.3 – Primeiros Experimentos

2.4 – Problemas Encontrados

2.5 – Solução Final

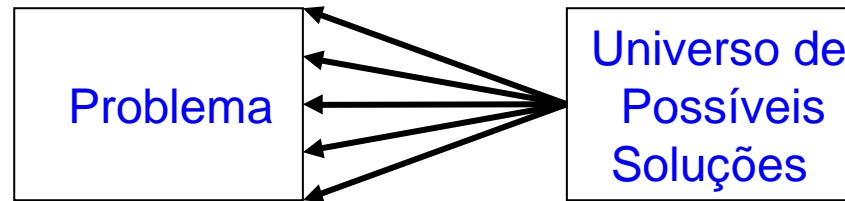
3- Futebol de Robôs

4- Conclusões

1- Computação Evolutiva

1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ Sistemas de Computação Tradicionais:

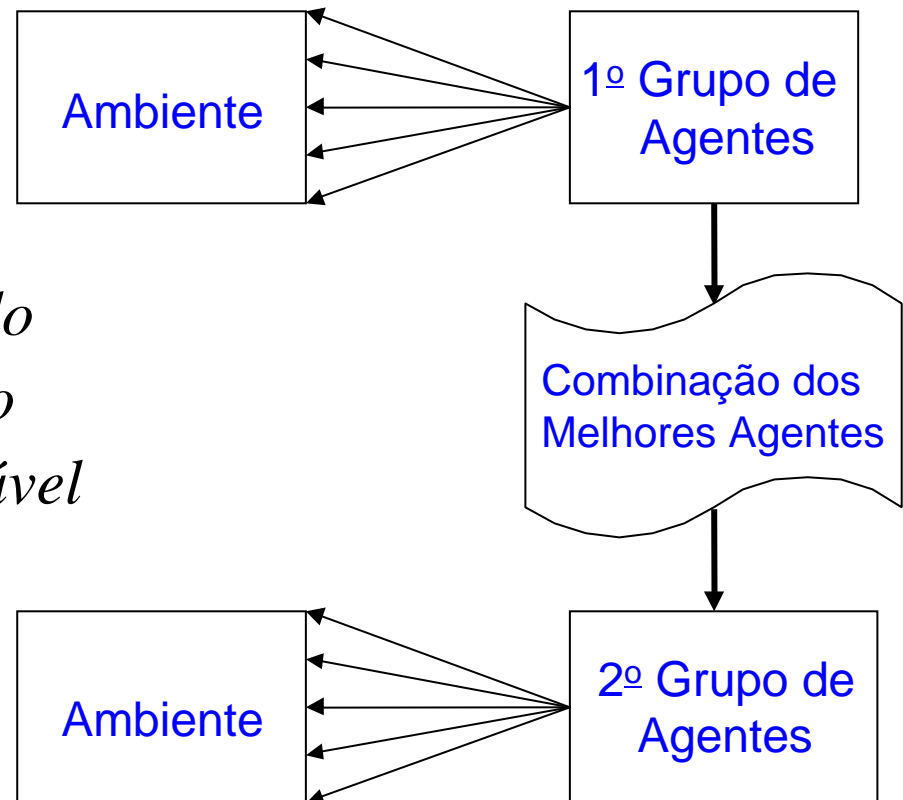


→ *Tentar exaustivamente todas as possíveis soluções e escolher a mais adequada*

1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ Computação Evolutiva

→ *Teste de um critério definido e interrompimento do processo quando um desempenho aceitável é produzido.*



1.1- Computação Evolutiva: Conceito

- Computação Evolutiva:

- *Uma Seleção Natural artificial dos mais adequados agentes ou soluções*

- Premissa mais importante:

- Especificar *o que* é desejado do robô, sem definir *como* ele deve fazer para obter esse comportamento

1.2- Inspiração na Natureza

Busca de inspiração na natureza:

- **Nível Microscópico (Molecular):**
 - Algoritmos Genéticos

- **Nível Macroscópico (Comportamental):**
 - Complementaridade entre o ambiente natural e os organismos

1.2- Inspiração na Natureza

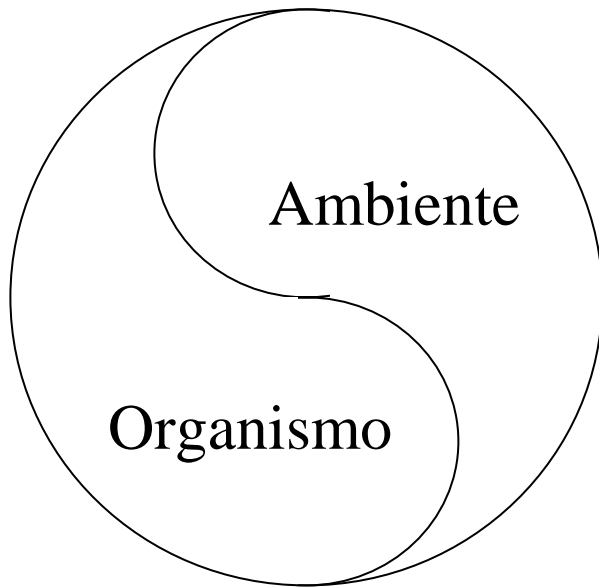
Interação entre Organismo e Ambiente:

- Comportamento: propriedade emergente da interação entre organismo e meio ambiente
- *“O ambiente não é apenas uma entidade complexa e variável, mas um mundo de oportunidades”*

por J.J. Gibson (1950)

1.3- O Papel da Computação Evolutiva

Evolução através da Seleção Natural



Características:

- Tamanho;
- Cor da Pele...

Mecanismos de Estímulo-Resposta:



1.3- O Papel da Computação Evolutiva

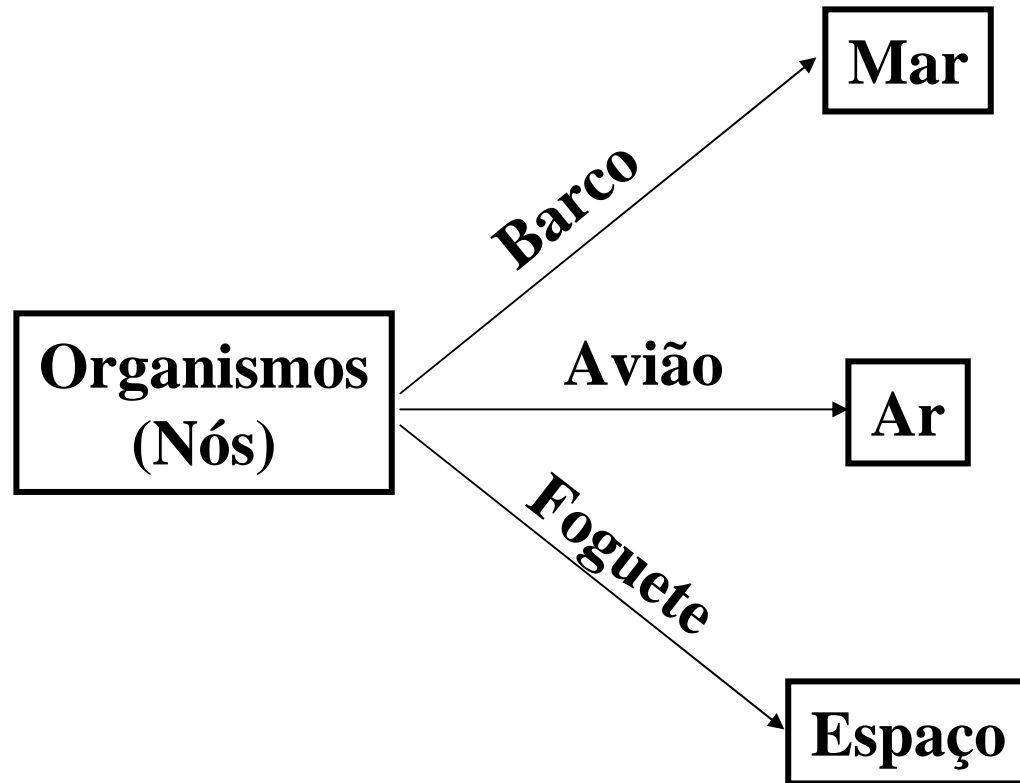
■ O Aparecimento da Inteligência:

- Biologia: Mecanismos → neurônios, cérebro...
- Educação: Mecanismos → cognição
- Informática: Modelos de Inteligência Artificial

➔ *Suprema Ferramenta para a Sobrevivência*

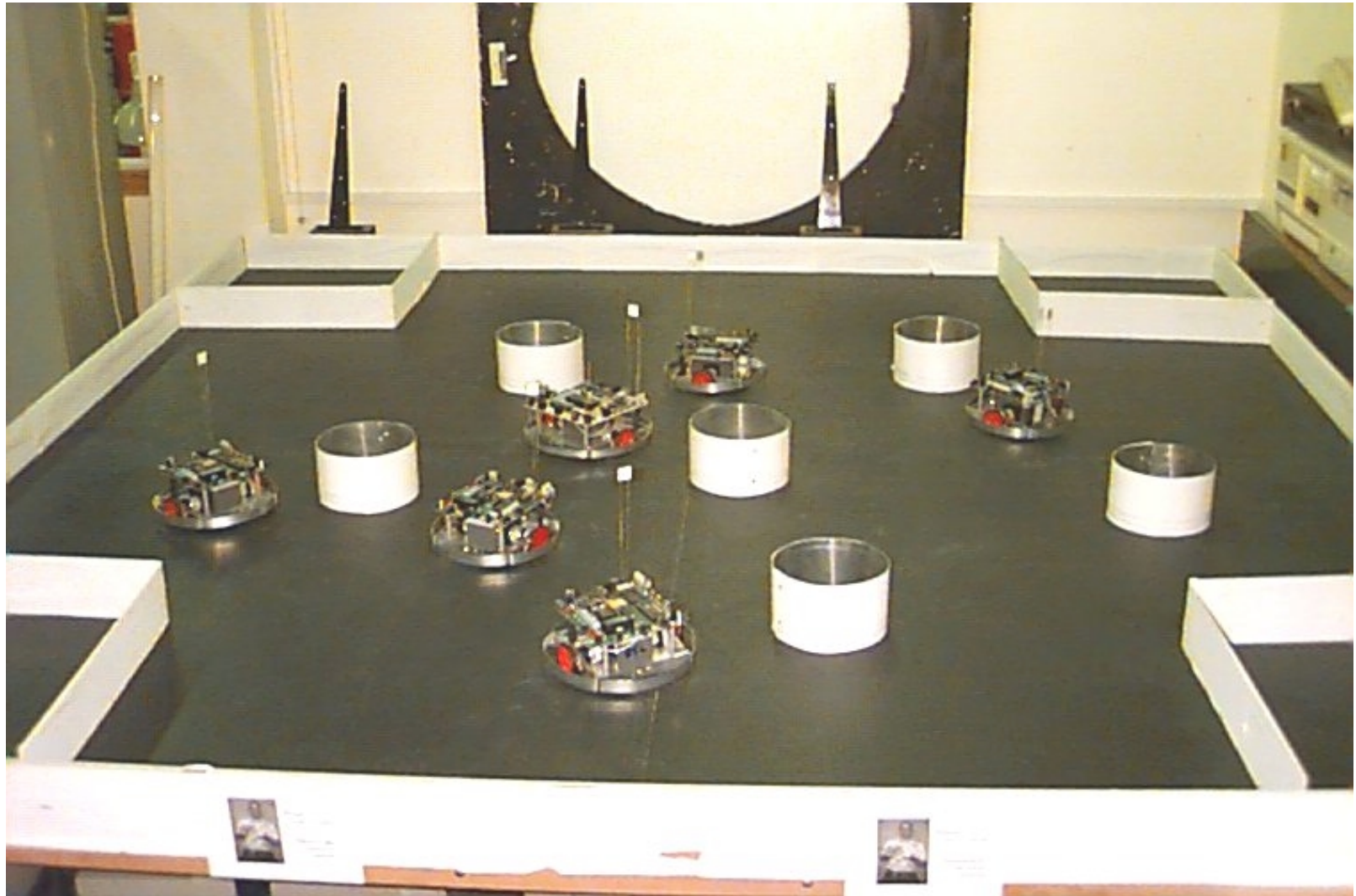
1.3- O Papel da Computação Evolutiva

■ Dispersão:



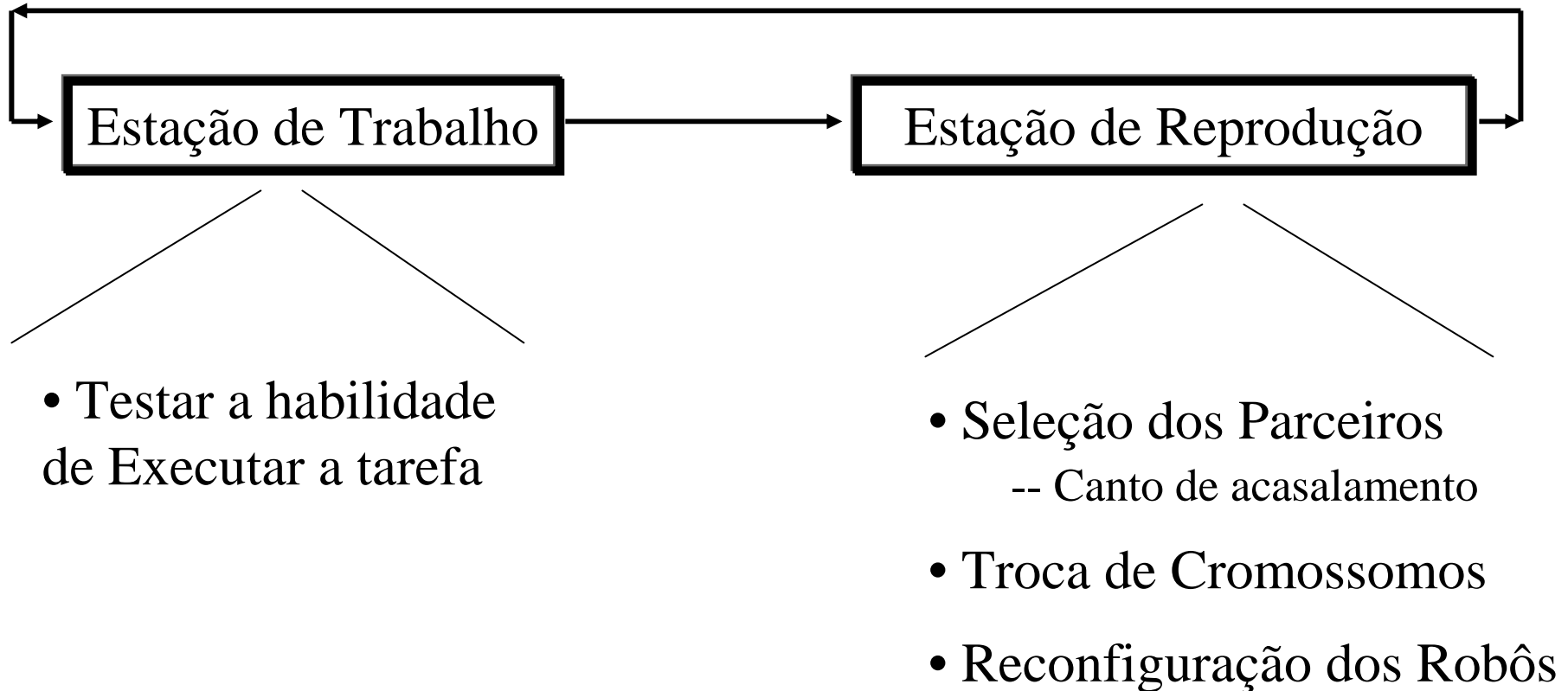
2- Aplicações da Computação Evolutiva na Robótica

2.1- Robótica Evolutiva

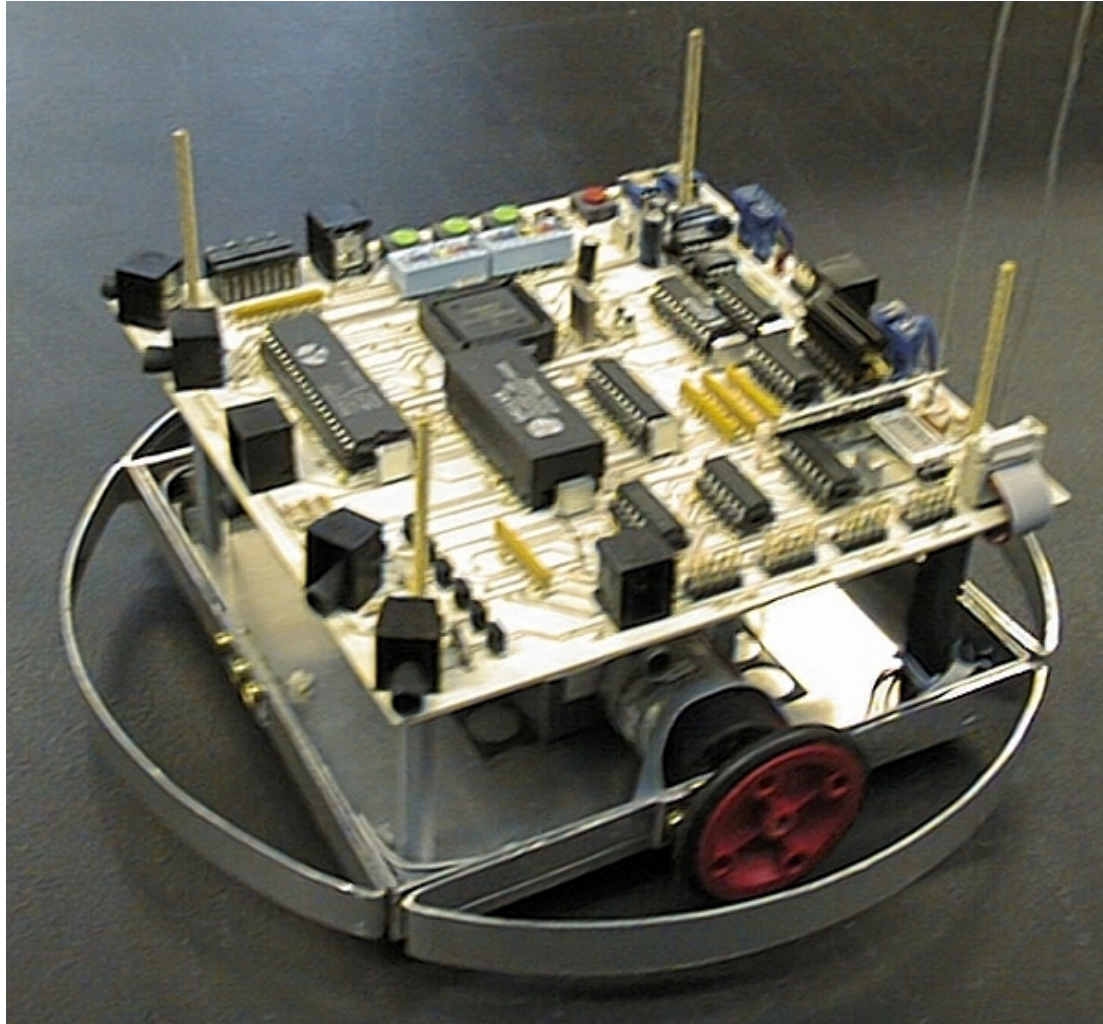


2.1- Robótica Evolutiva

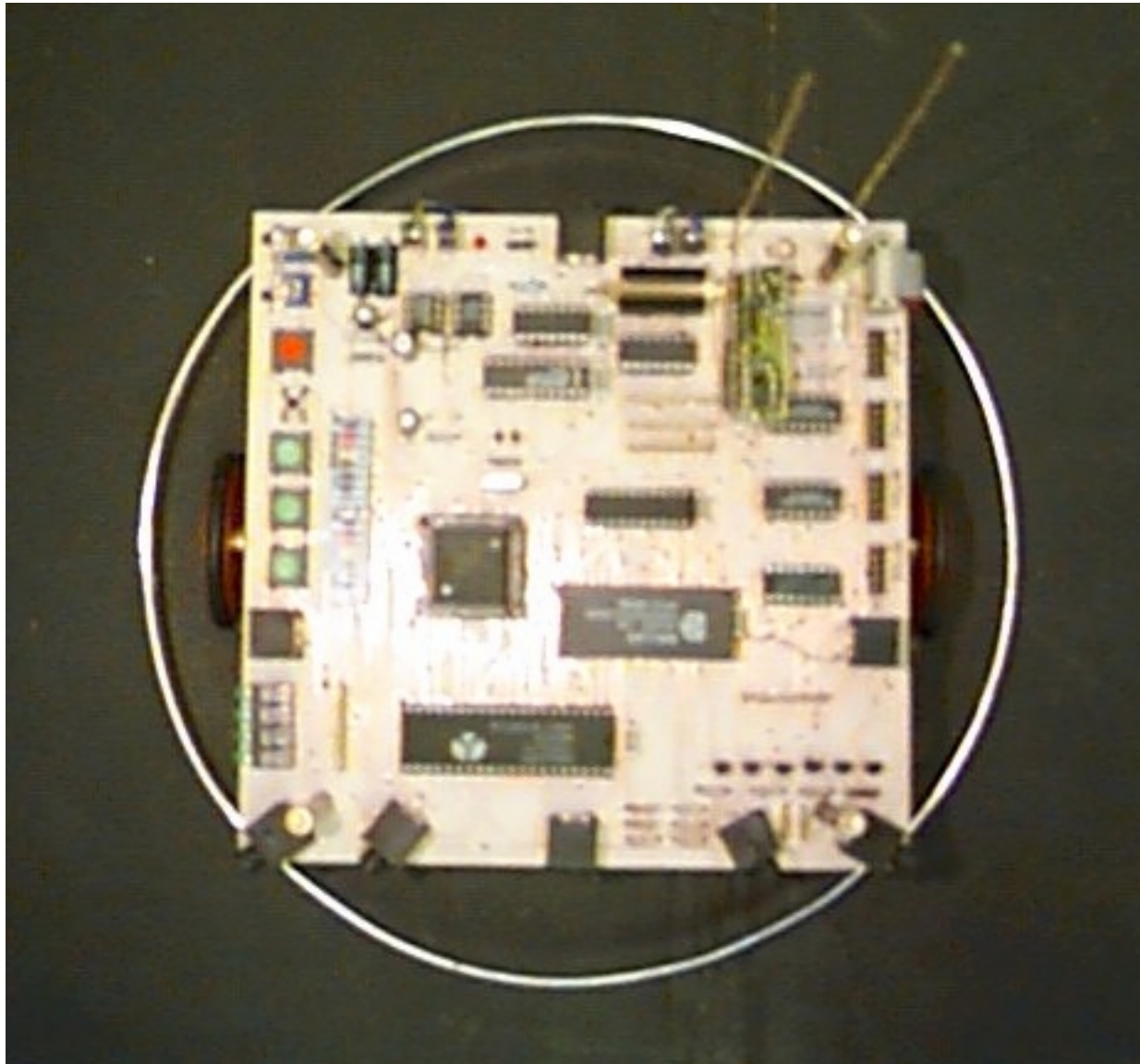
Processo Evolucionário:



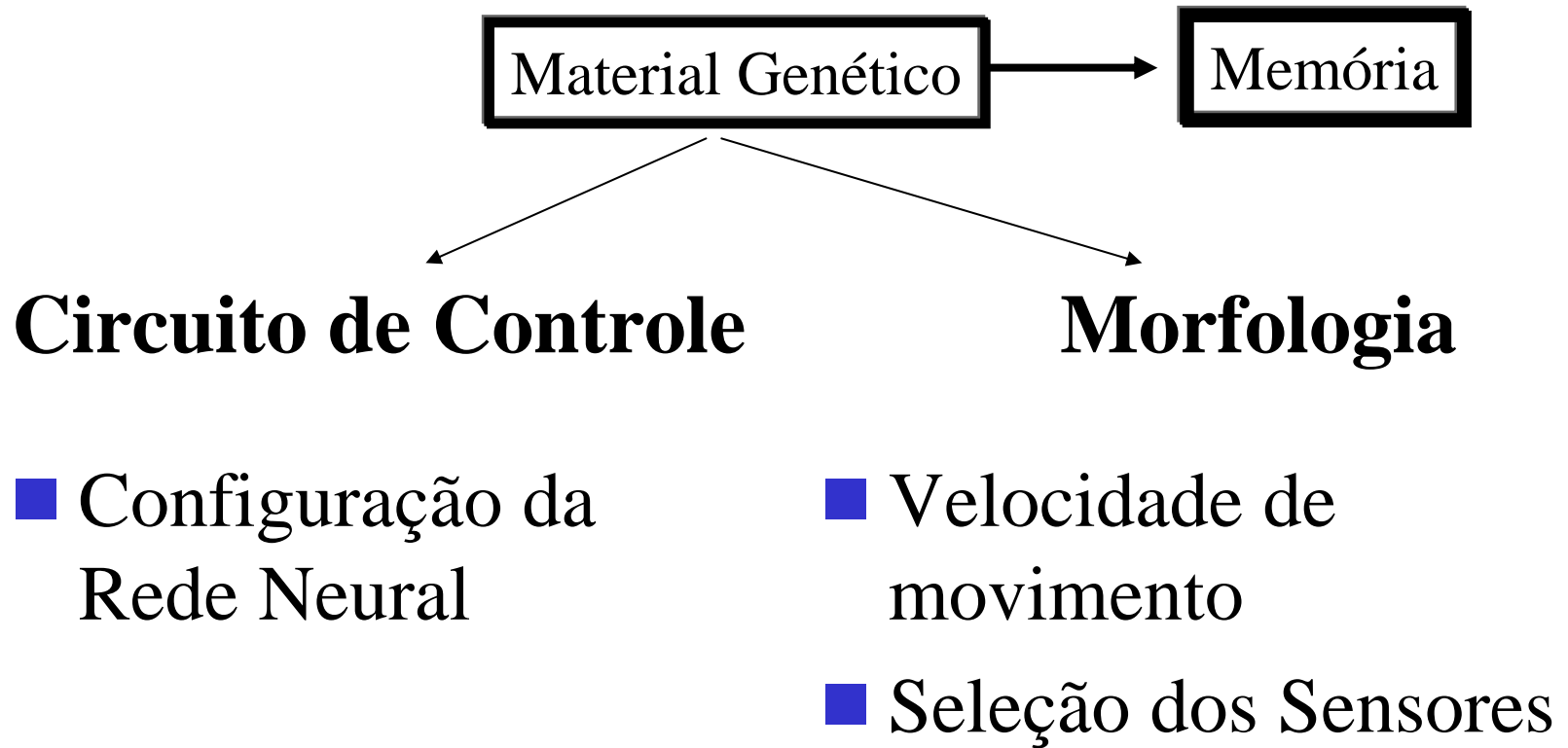
2.1- Robótica Evolutiva



2.1- Robótica Evolutiva



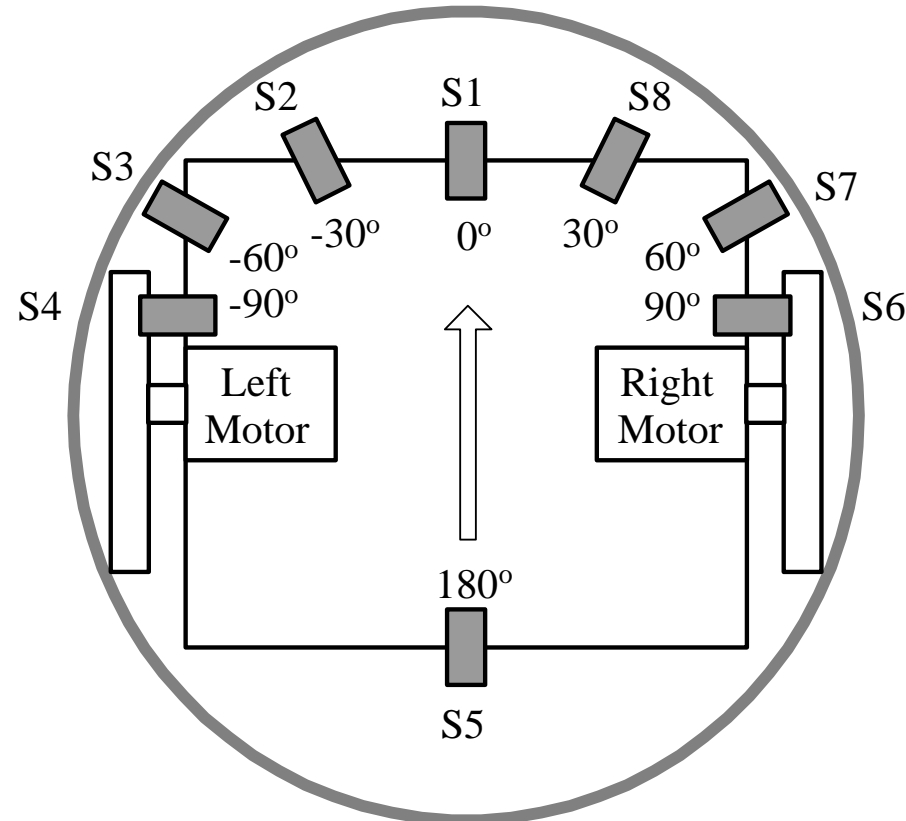
2.1- Robótica Evolutiva



2.2- Implementação

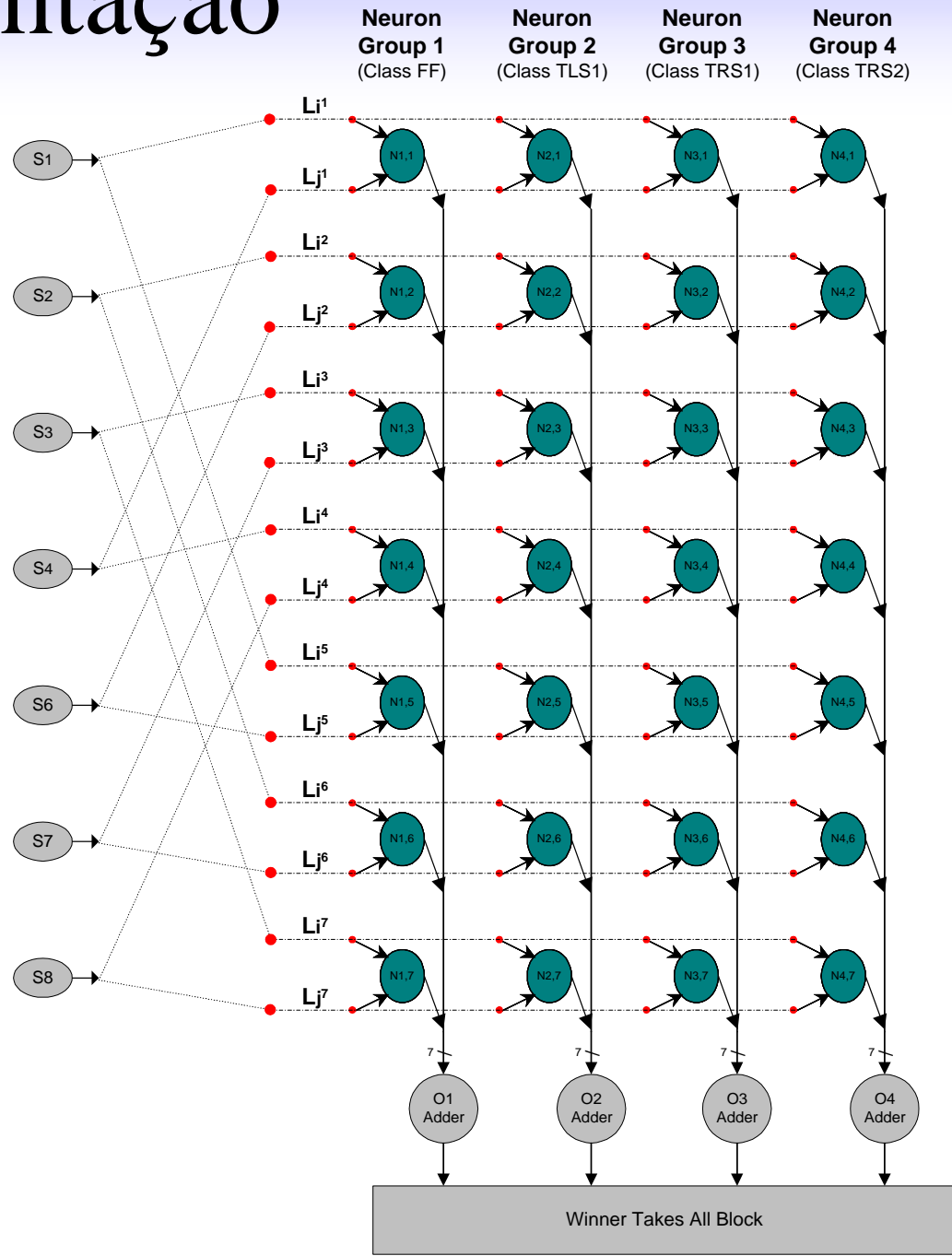
■ Controle por Solução Tradicional

Left = Right = 0;
If (Sensor4=1) then Left = Left + 1;
If (Sensor3=1) then Left = Left + 1;
If (Sensor2=1) then Left = Left + 1;
If (Sensor6=1) then Right = Right + 1;
If (Sensor7=1) then Right = Right + 1;
If (Sensor8=1) then Right = Right + 1;
If (Left > Right) then Command = TRS1;
If (Left = Right) then Command = FF;
If (Left < Right) then Command = TLS1;
If (Sensor1=1) then Command = TRS2;

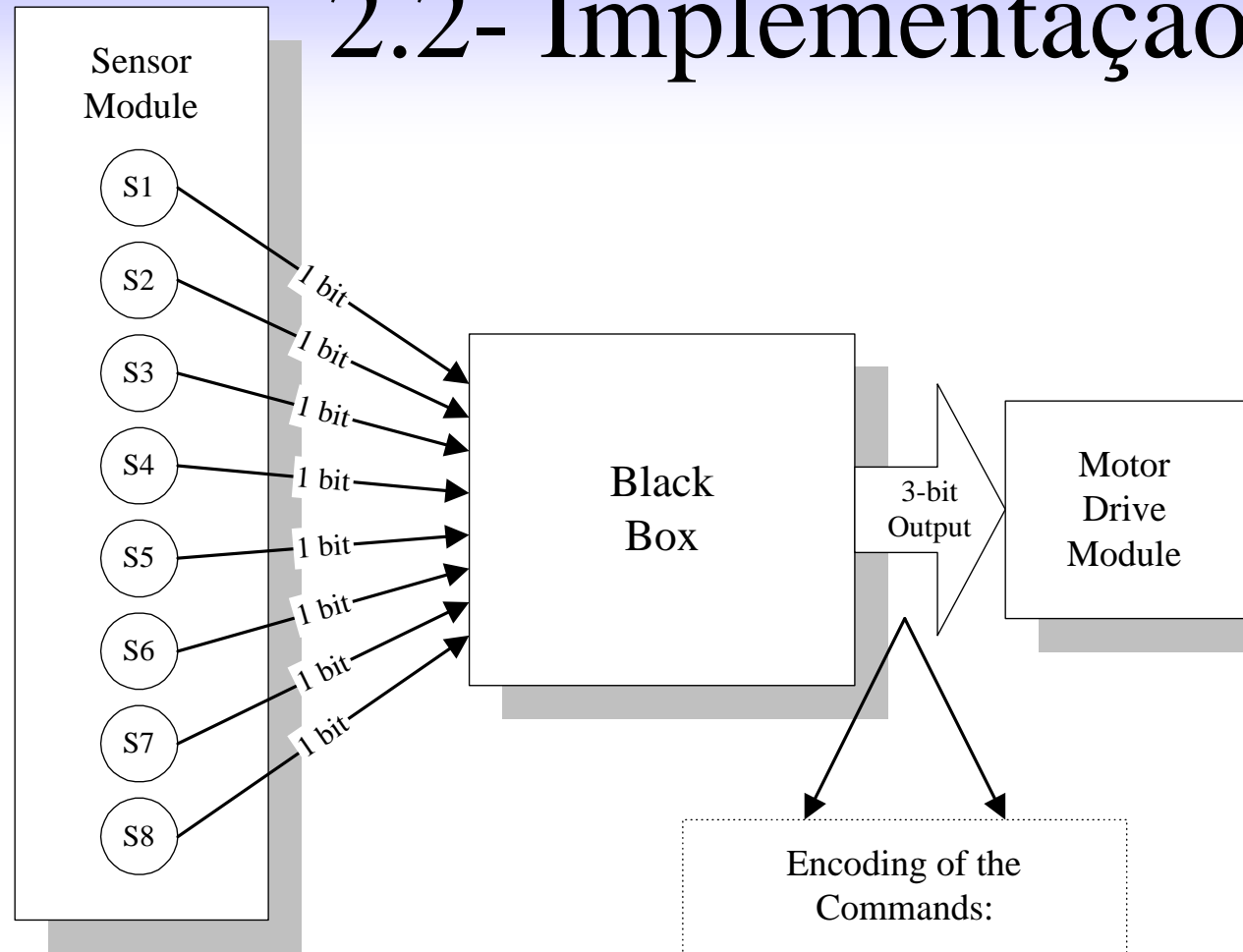


2.2- Implementação

■ Controle por Rede Neural – Estruturado

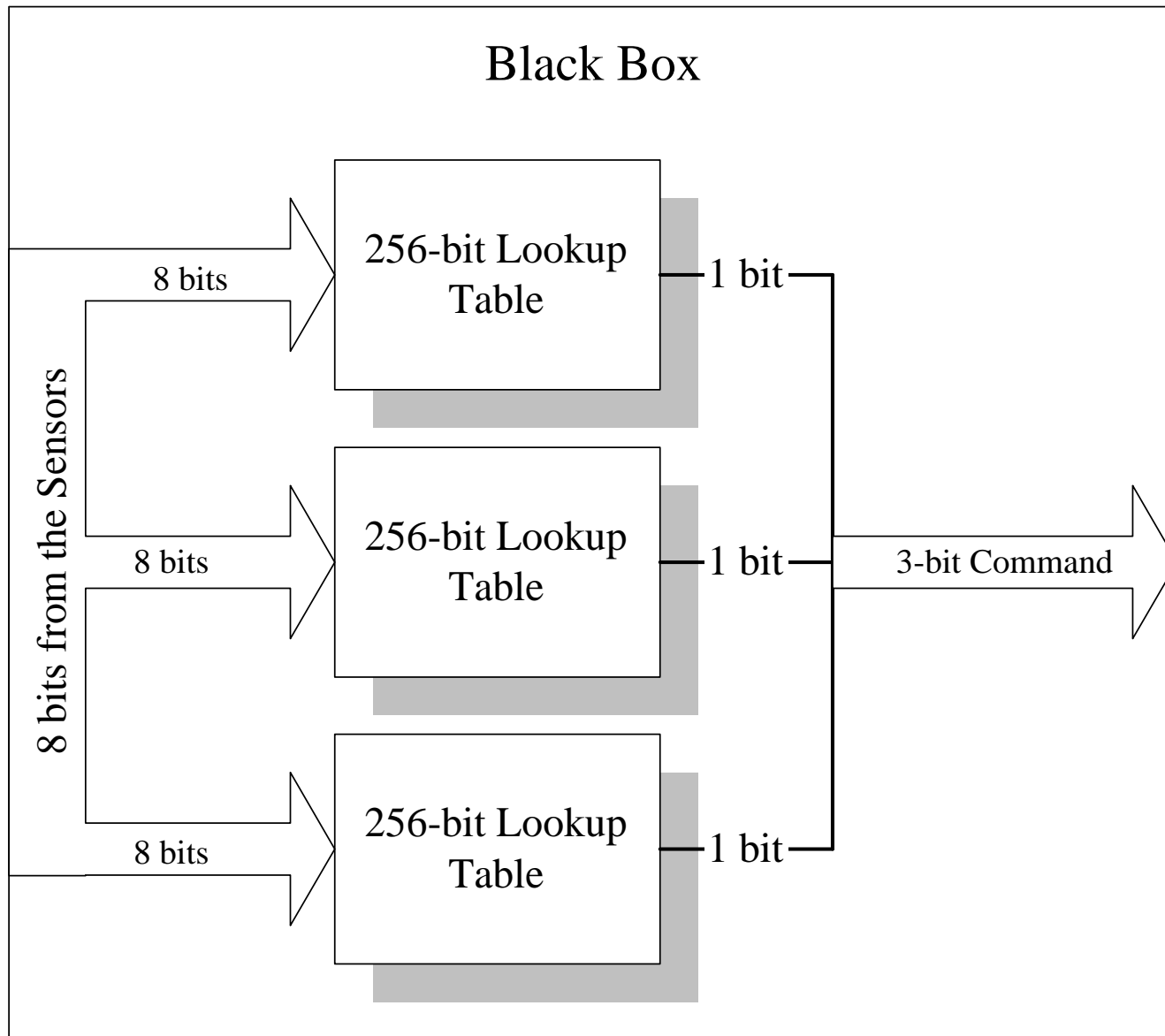


2.2- Implementação

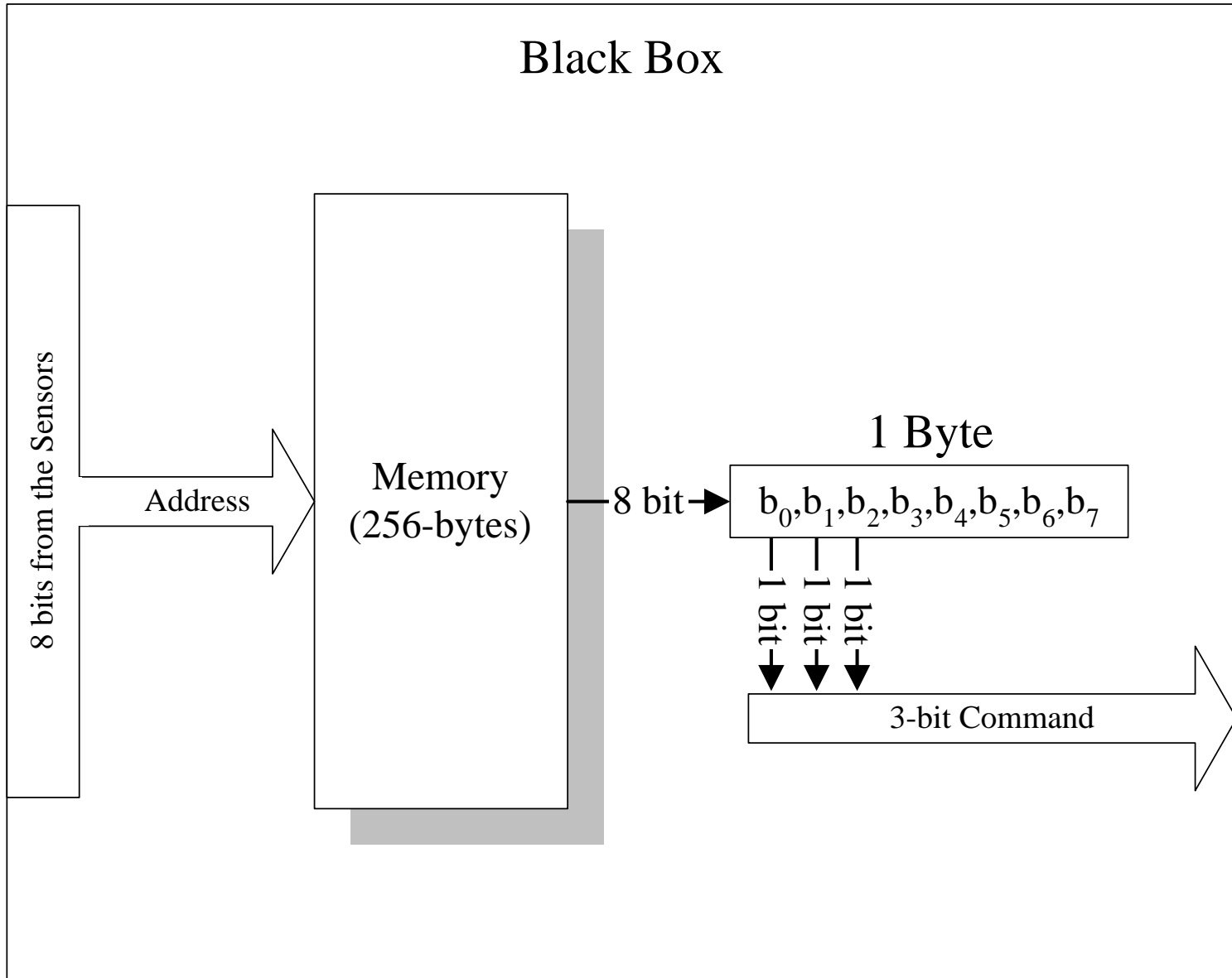


- Controle por *Black Box*
 - Não Estruturado.

2.2- Implementação



2.2- Implementação



2.2- Implementação

- Controle por Black Box implementado em C:

Command = Mem(Sensors)

- Assembler:

```
ldab sensors ; b receives content of variable sensors  
ldx #8000 ; x receives Base Address  
abx ; Add b to x  
ldaa 0,X ; Retrieve the Data from memory  
anda #%00000111 ; Filter the first 3 bits containing the Command  
staa command ; Store the result to variable command
```


2.2- Implementação

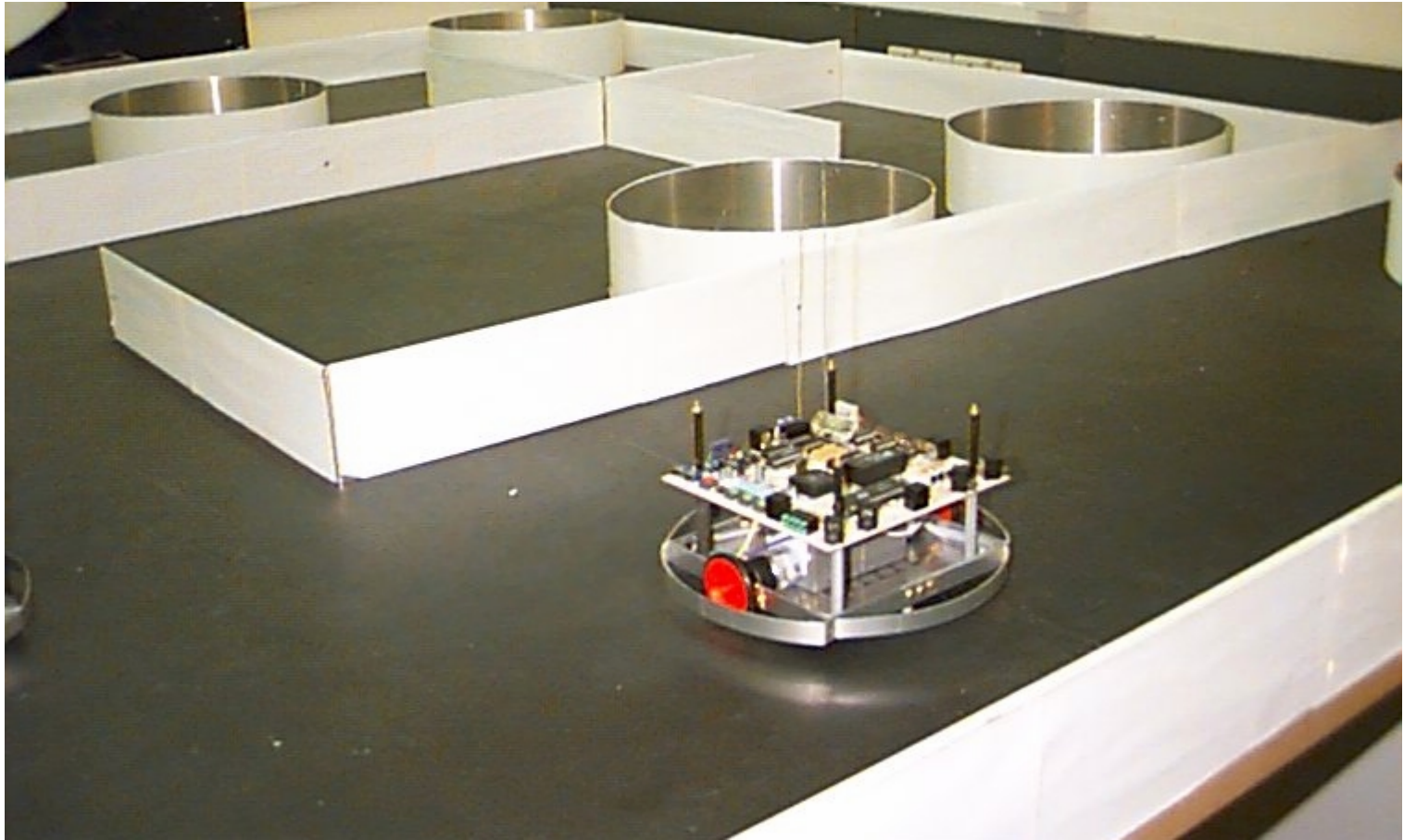
■ Função de *Fitness*

1- *Começa com 4100 pontos;*

2- *Recompensa: + 5 pontos para cada 3 seg. de movimento à Frente;*

3- *Punição: - 10 pontos a cada colisão.*

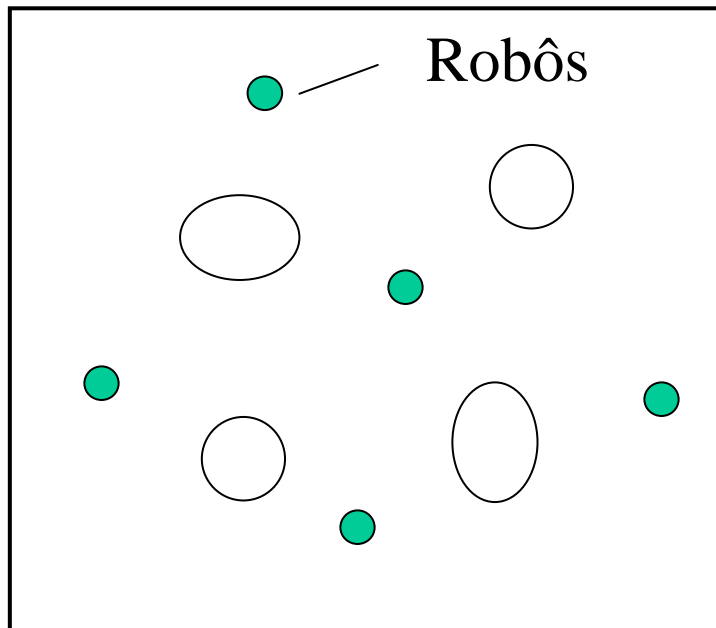
2.3- Primeiros Experimentos



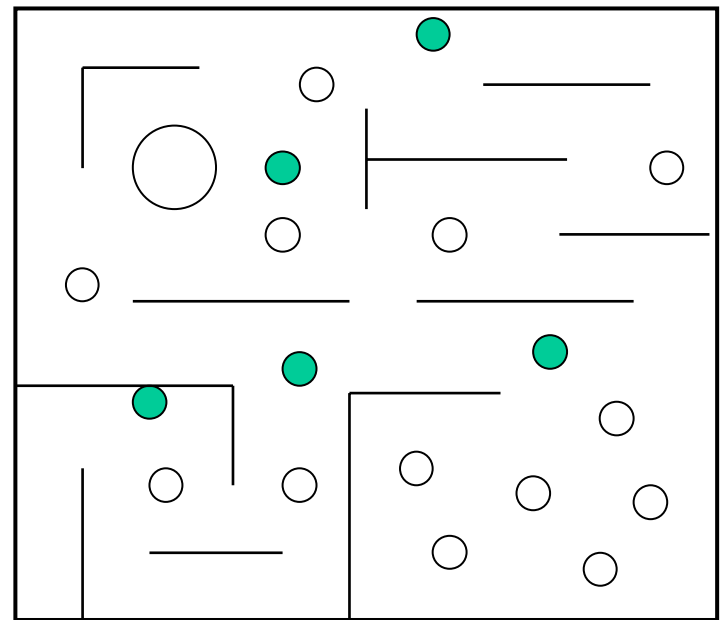
2.3- Primeiros Experimentos

- Objetivo: Navegação sem Colisões

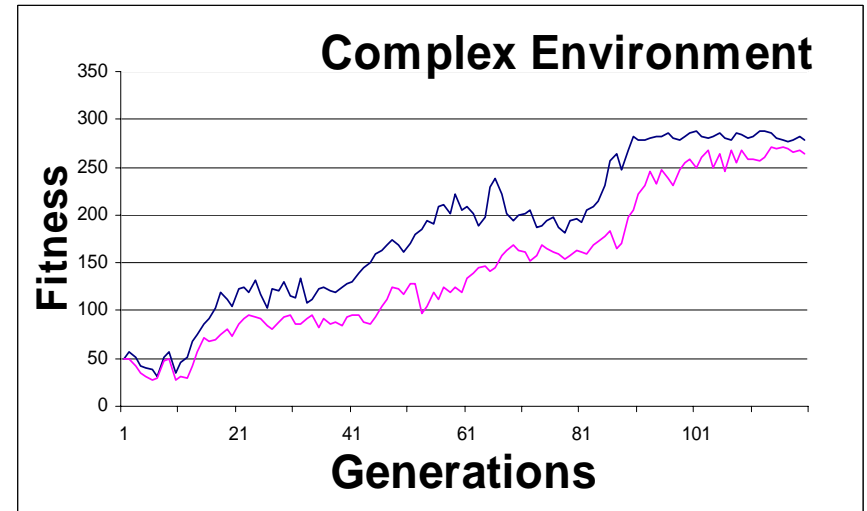
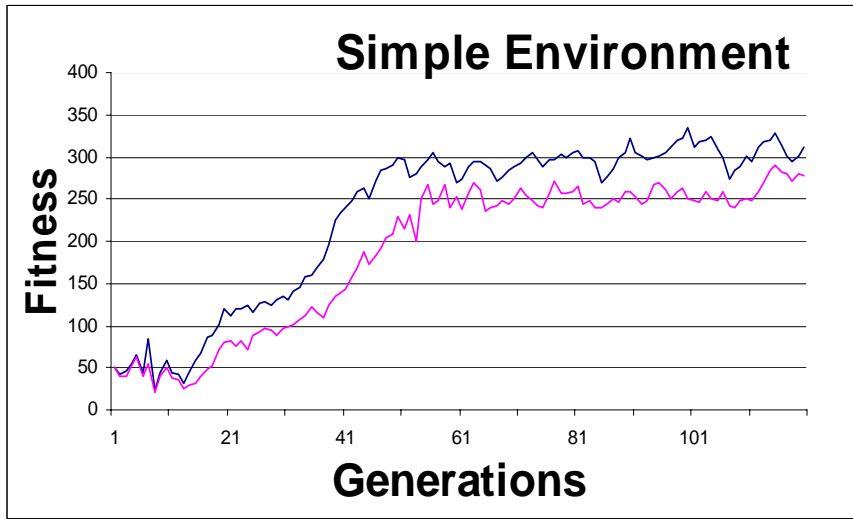
Simples



Complexo



2.3- Primeiros Experimentos



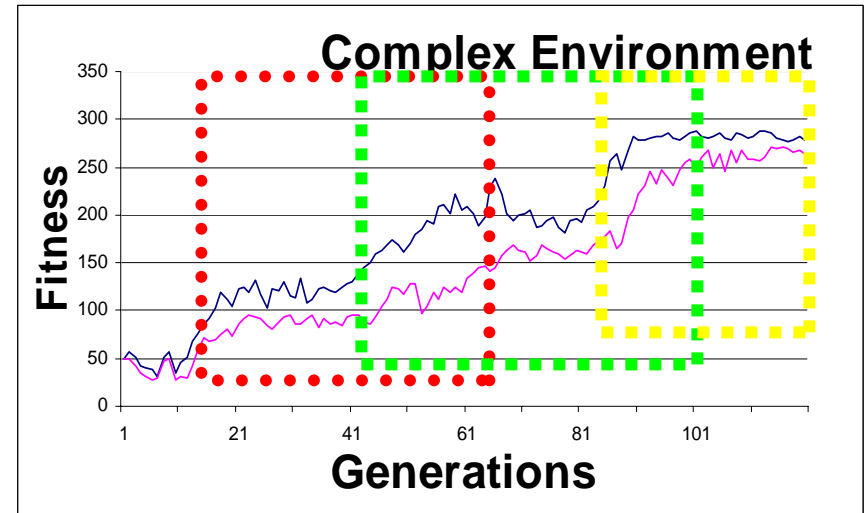
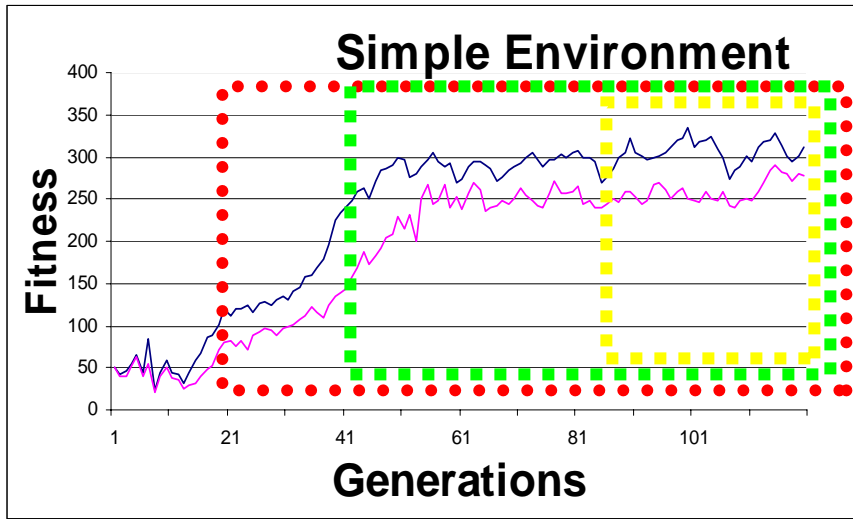
■ 120 Gerações: (1 min.)

■ Pontuação do

— Melhor Robô

— Média da População

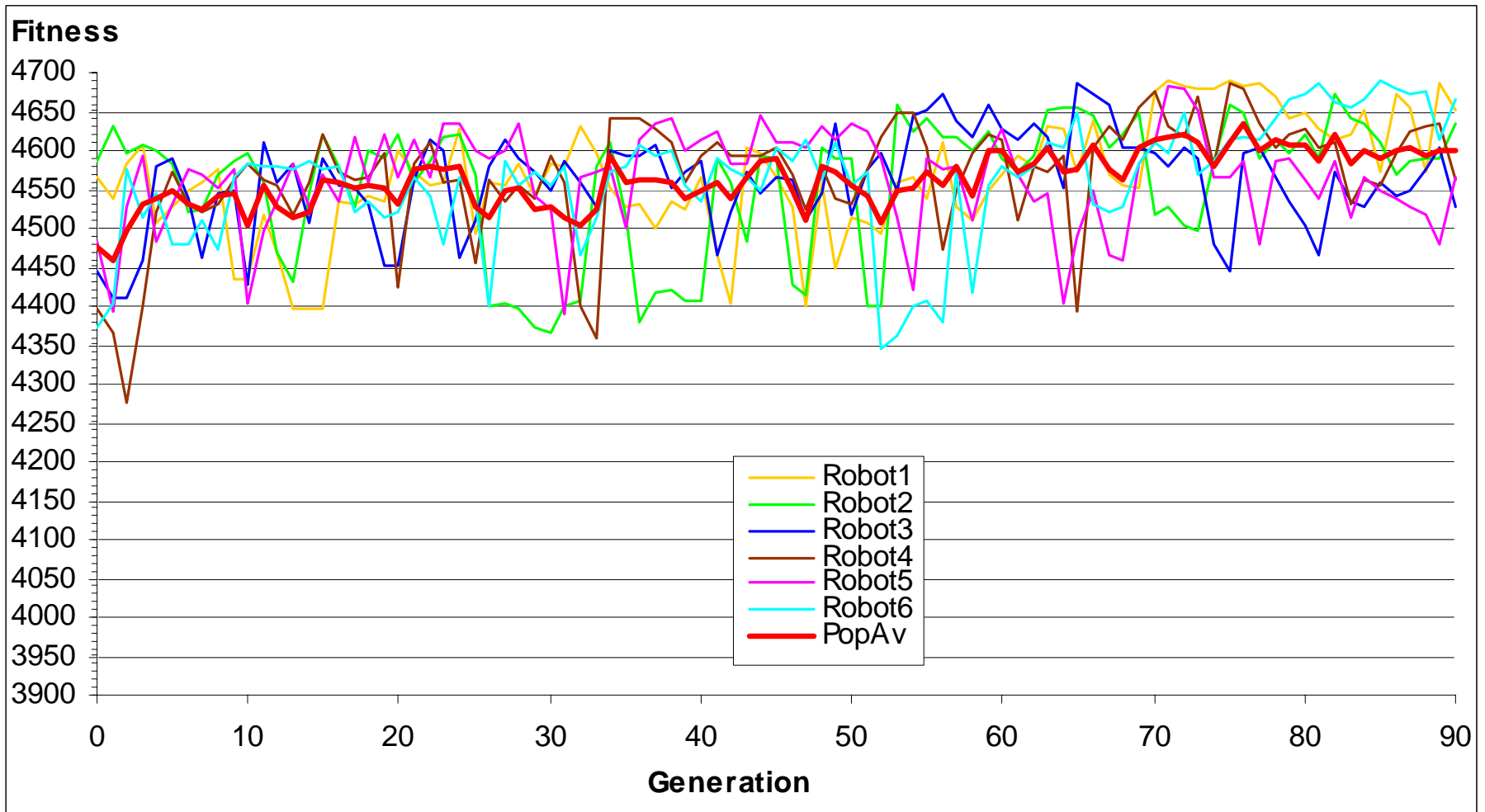
2.3- Primeiros Experimentos



- Espécie 1** – Um sensor frontal
- Espécie 2** – Dois sensores, um frontal e outro lateral
- Espécie 3** – Três sensores, um frontal e dois laterais

2.5- Problemas Encontrados

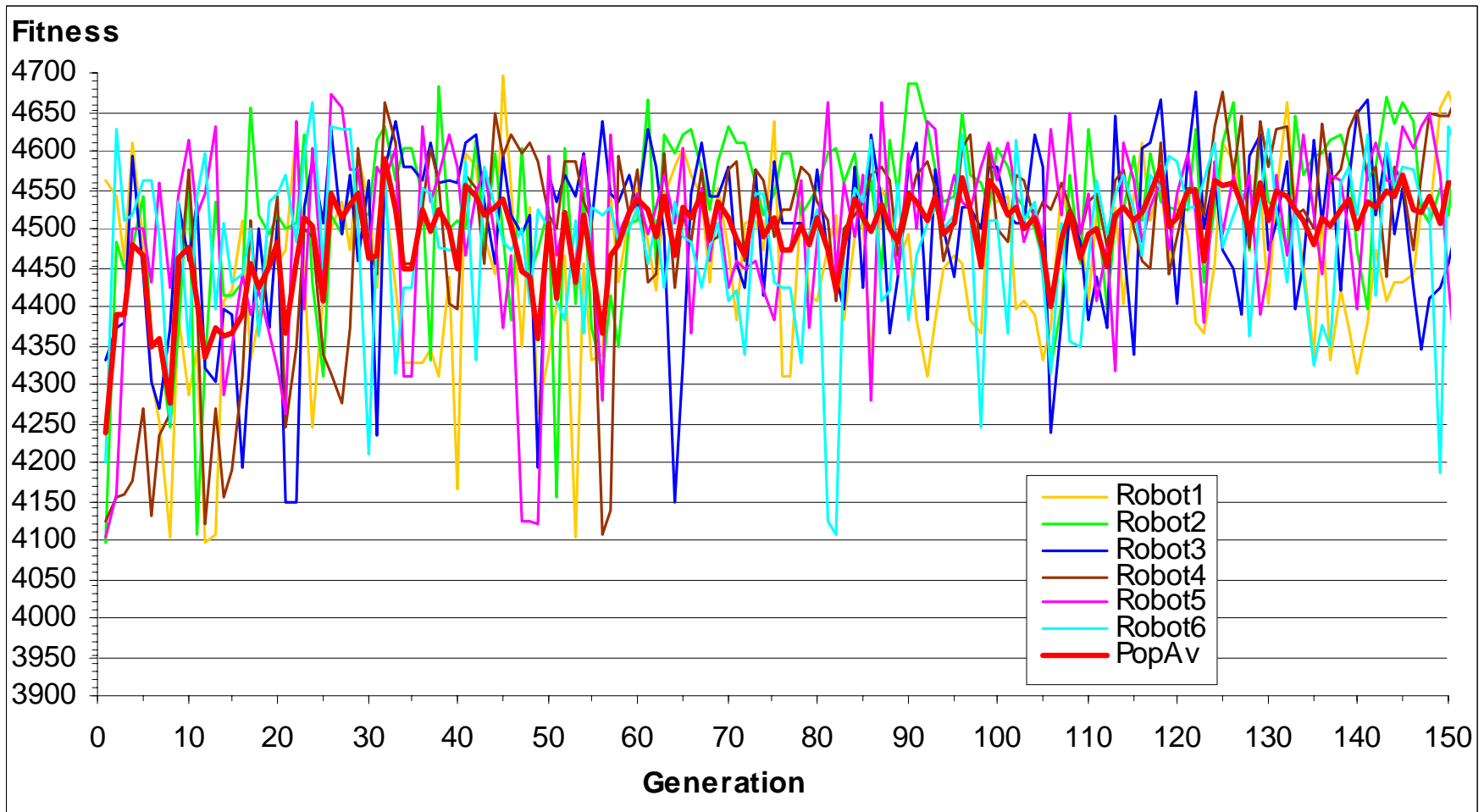
■ Robôs Reais:



2.5- Problemas Encontrados

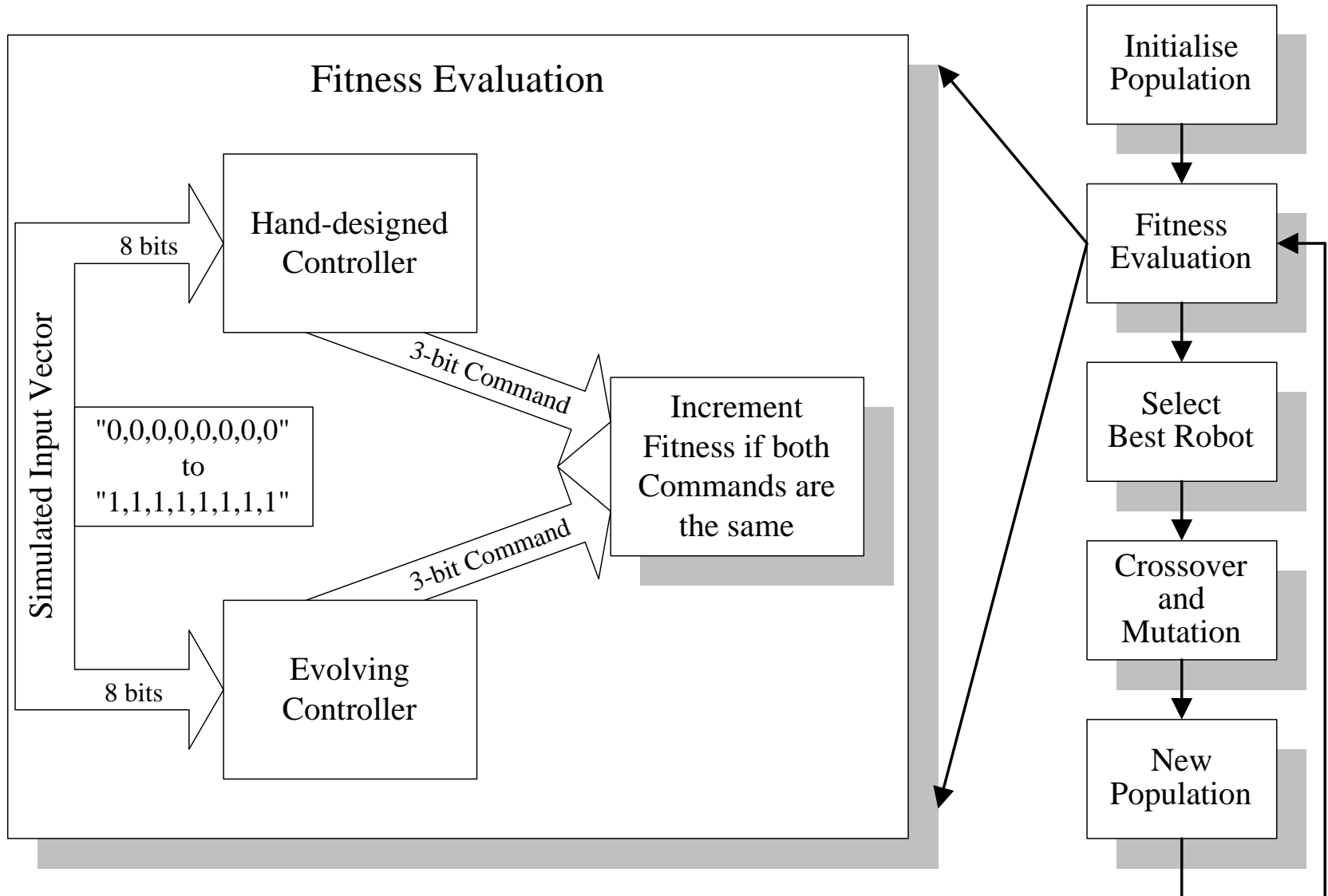
■ Robôs Reais - Solução: Estratégia de Herança

$$- HfRn = (FitnessRnG0 + FitnessRnG-1 + FitnessRnG-2)/3$$



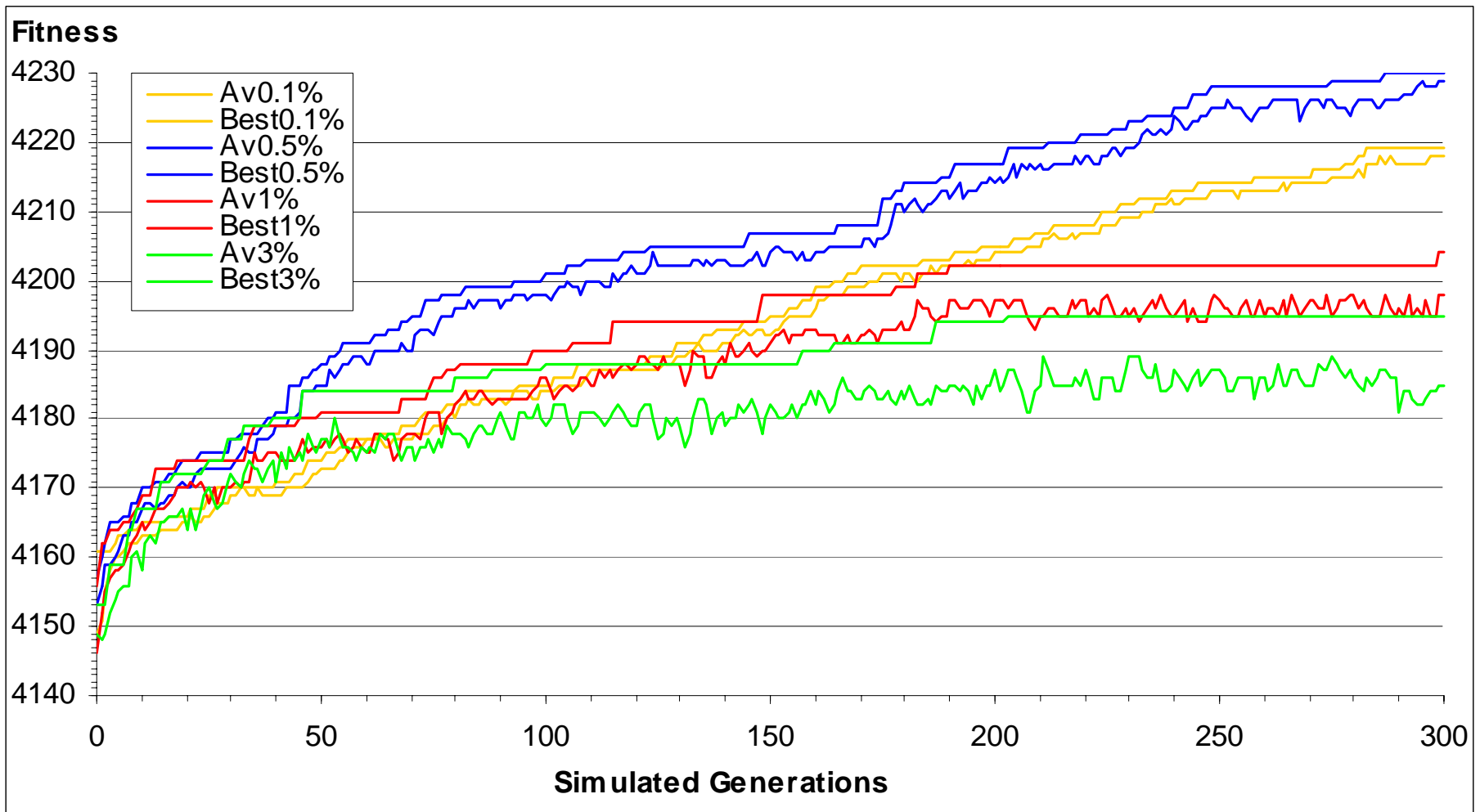
2.5- Problemas Encontrados

■ Simulação:



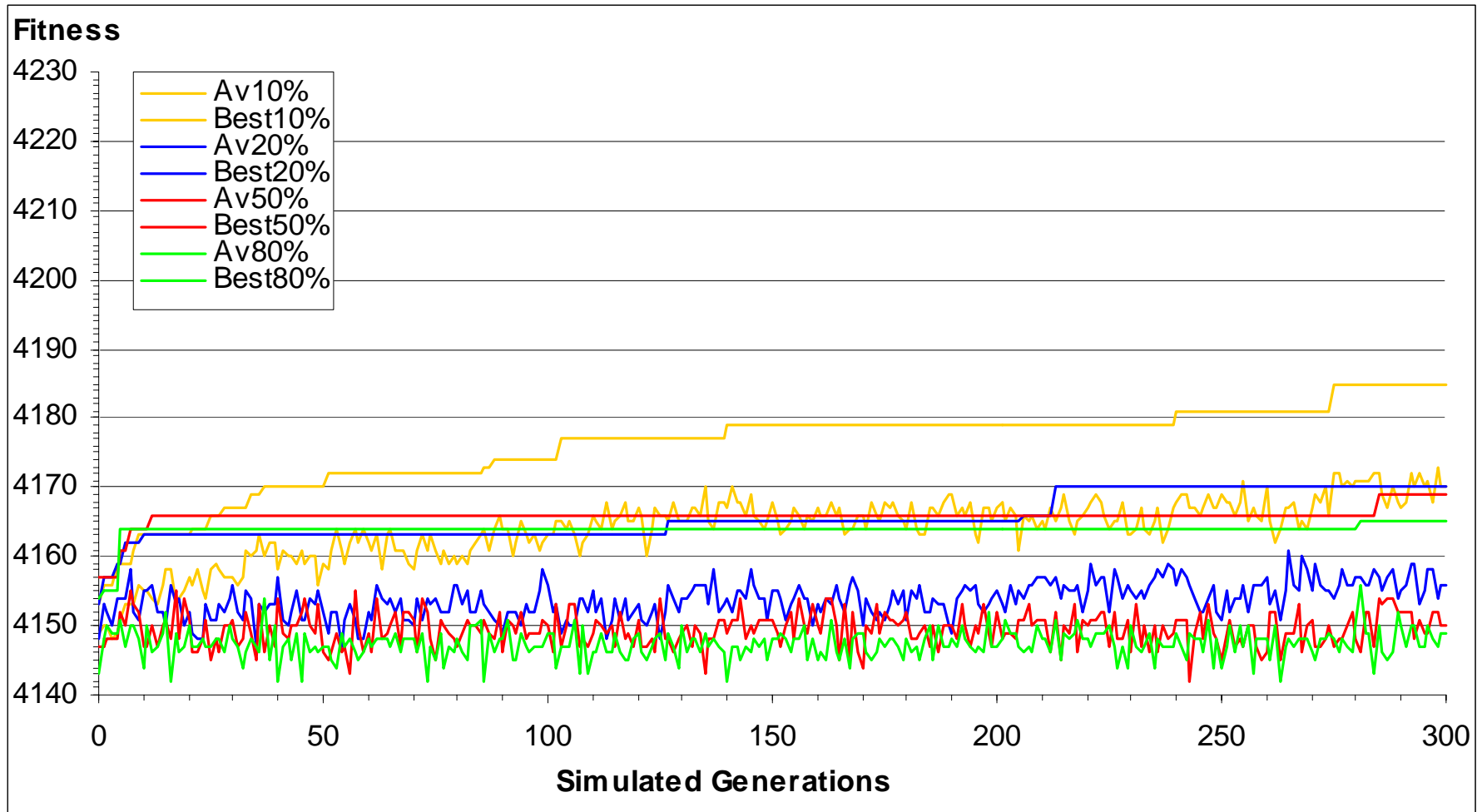
2.4- Analise dos Dados Experimentais

■ Efeito da Mutação:



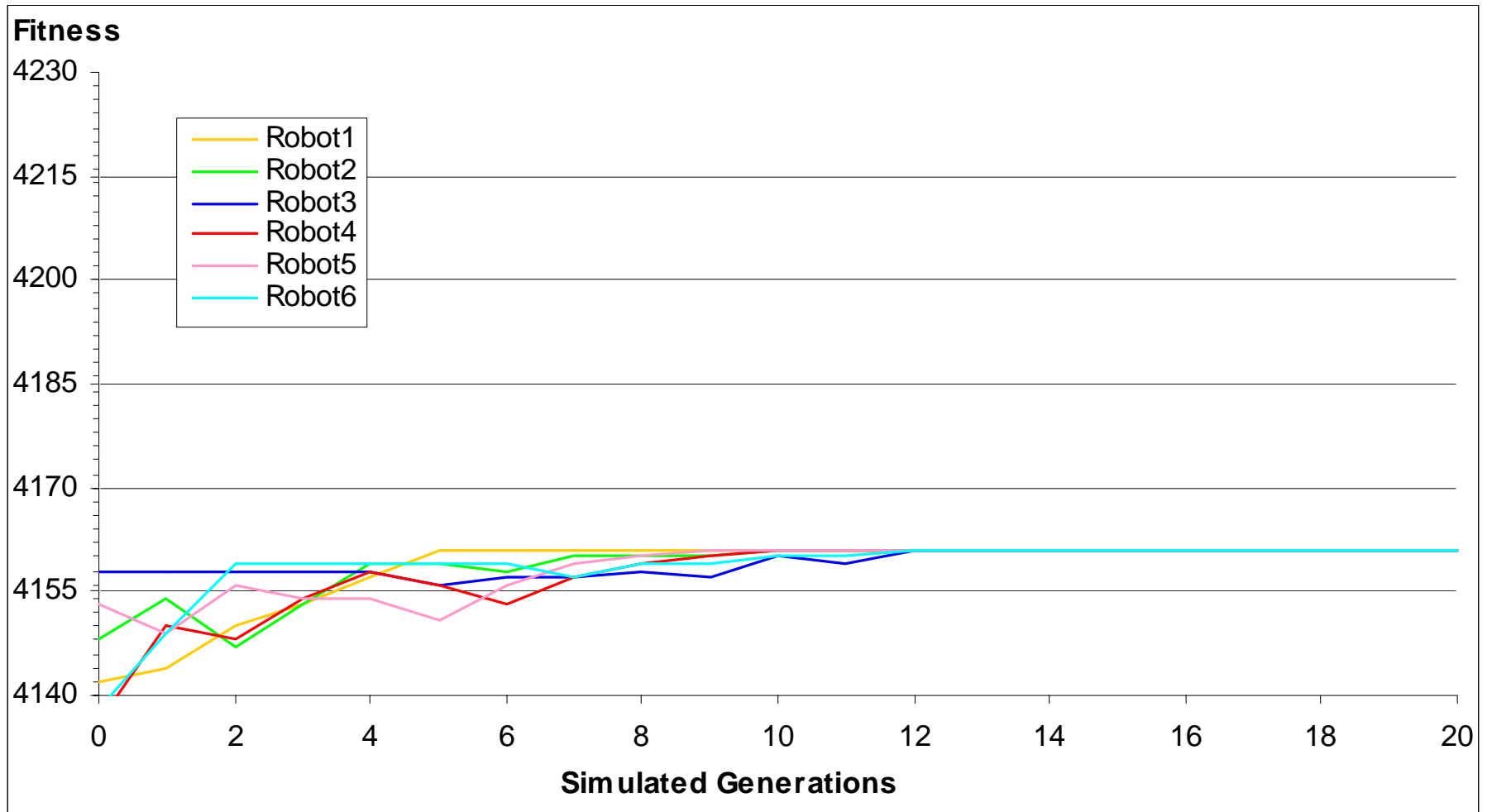
2.4- Analise dos Dados Experimentais

Efeito da Mutação:



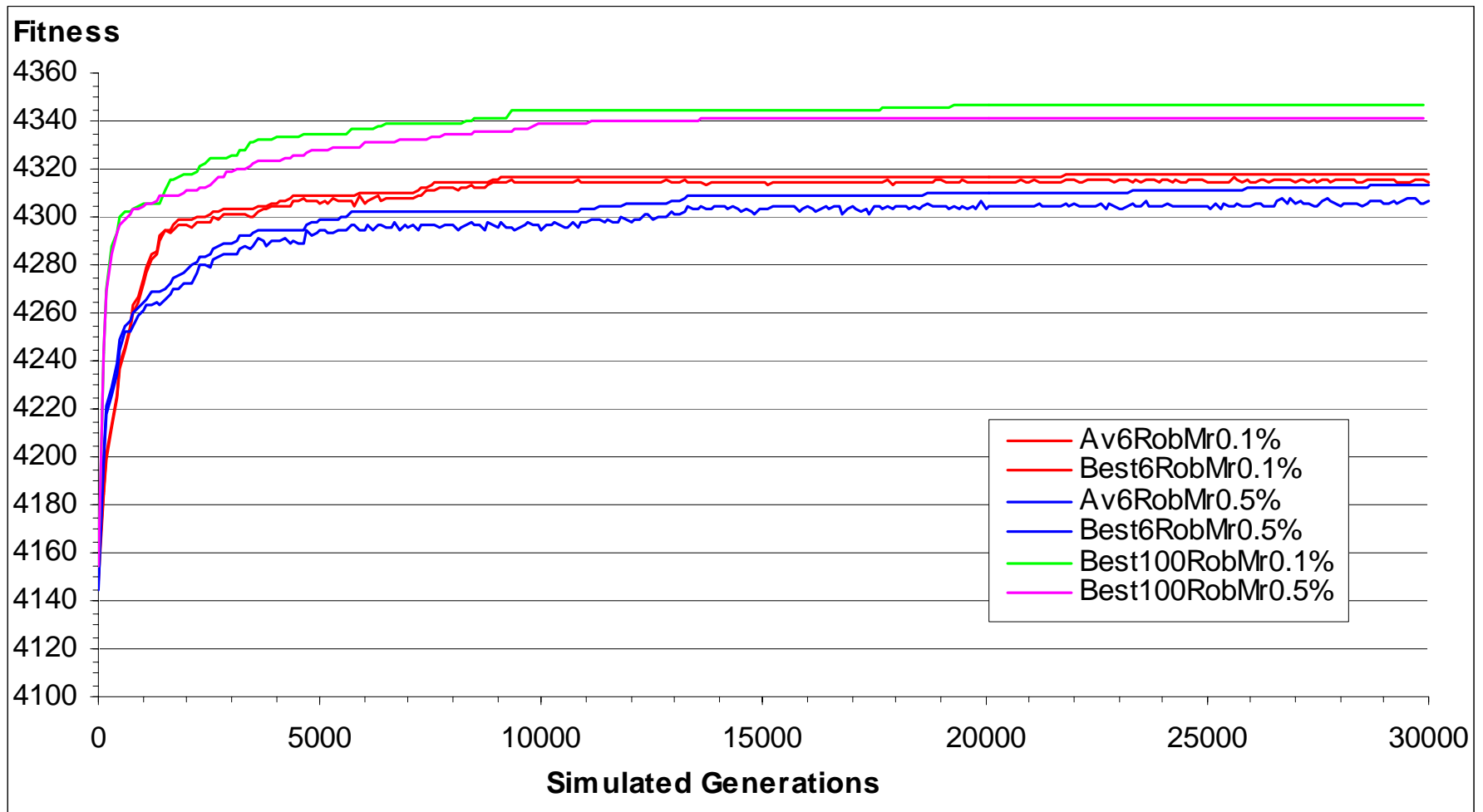
2.4- Analise dos Dados Experimentais

■ Efeito da Mutação:



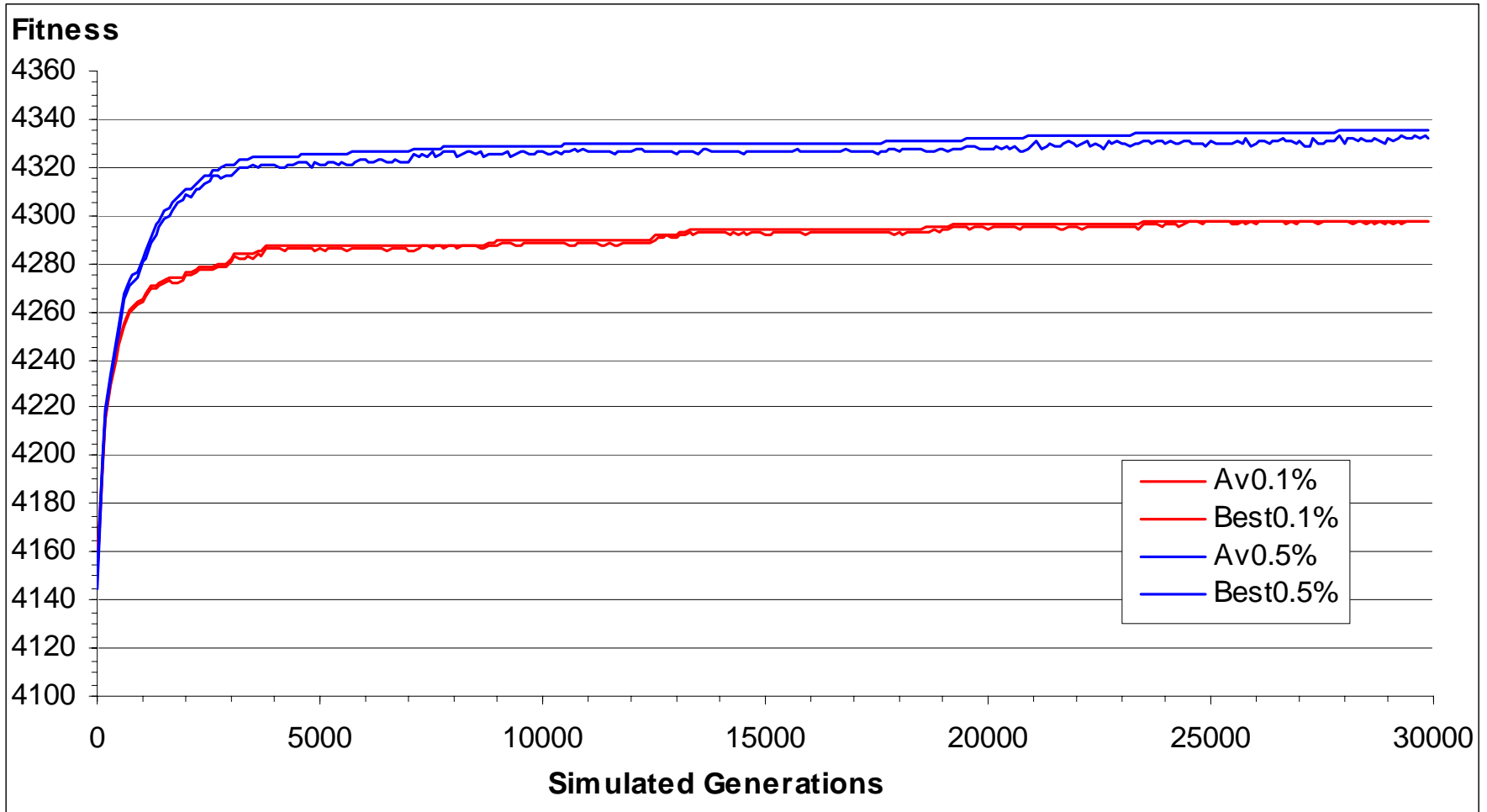
2.5- Problemas Encontrados

■ Reprodução Sexuada:



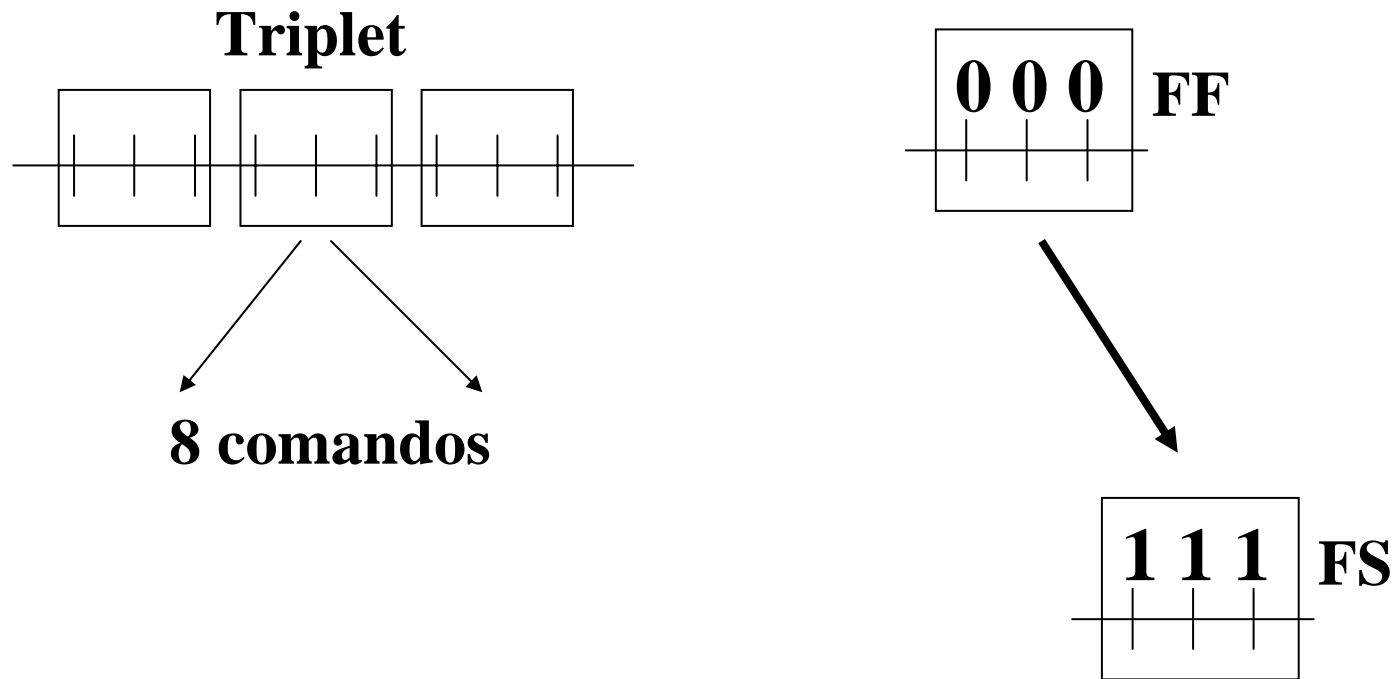
2.5- Problemas Encontrados

■ Reprodução Assexuada:



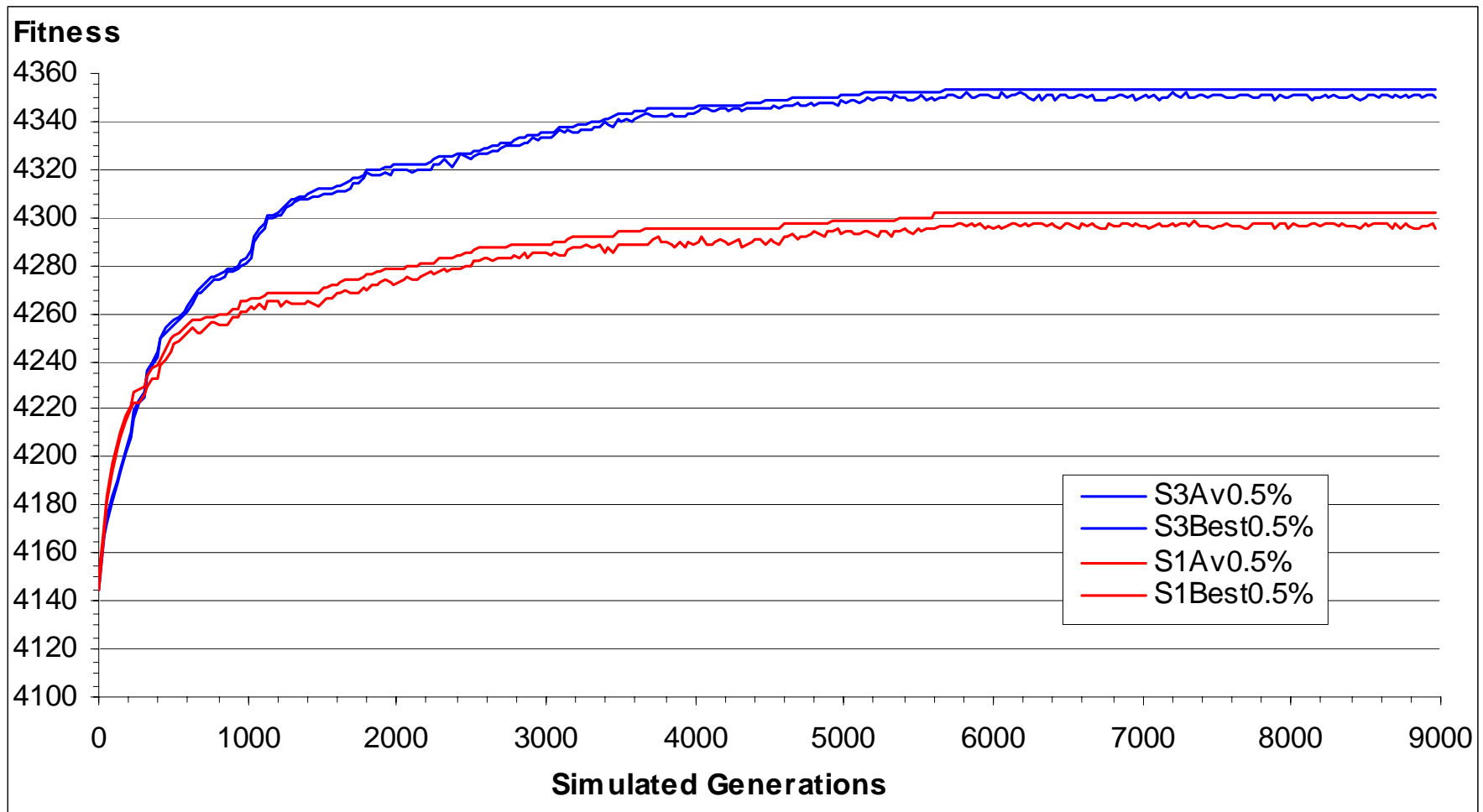
2.5- Problemas Encontrados

- Solução 1: reprodução por Triplets



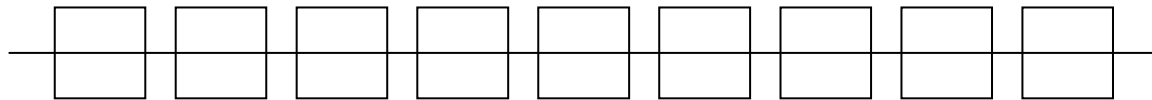
2.5- Problemas Encontrados

- Reprodução Sexuada Normal (S1) x Sexuada por Triplets (S3):



2.5- Problemas Encontrados

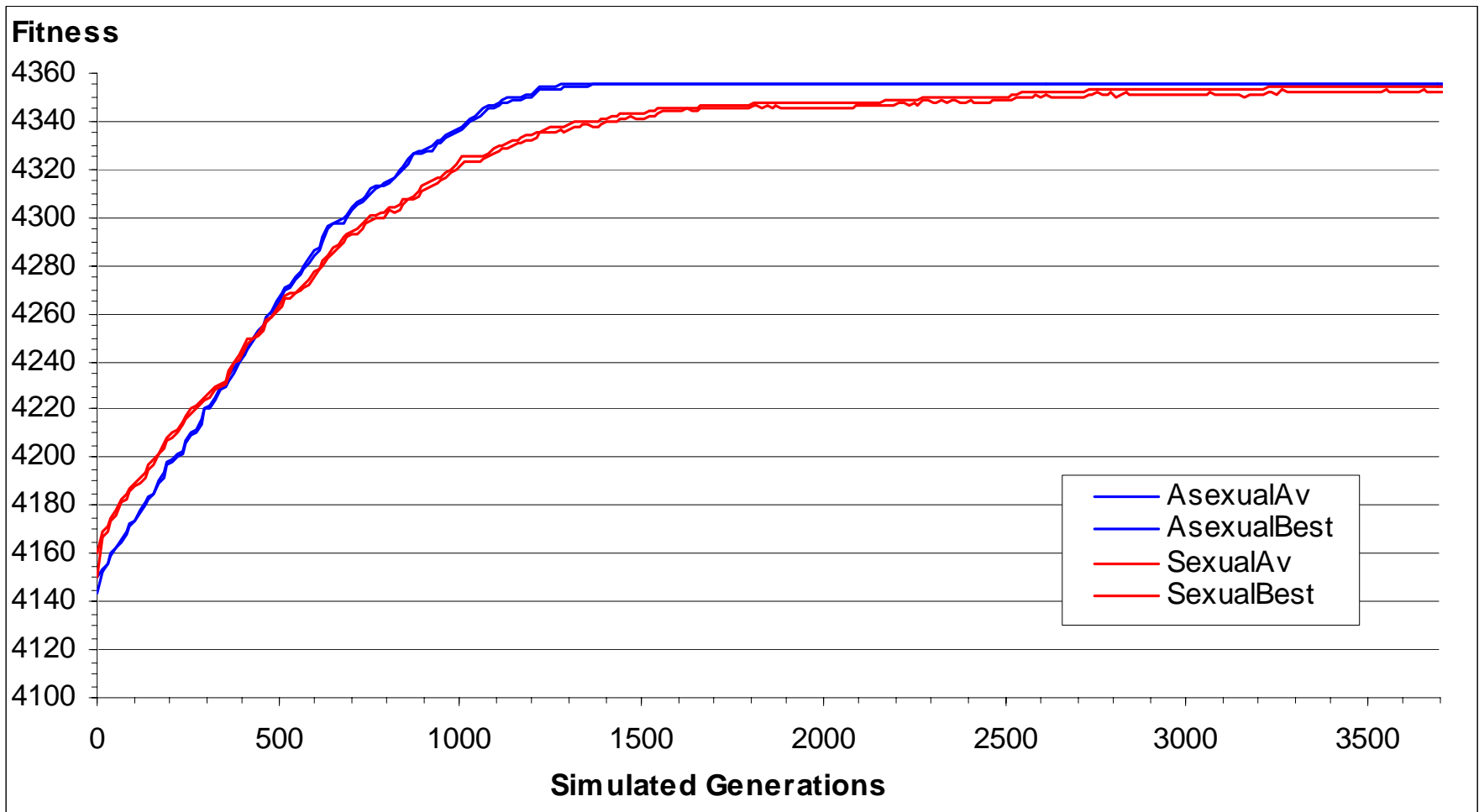
- Solução2: Prevenção de Back-mutation



Marcadores: **X** ... **X** ... **X** **X**

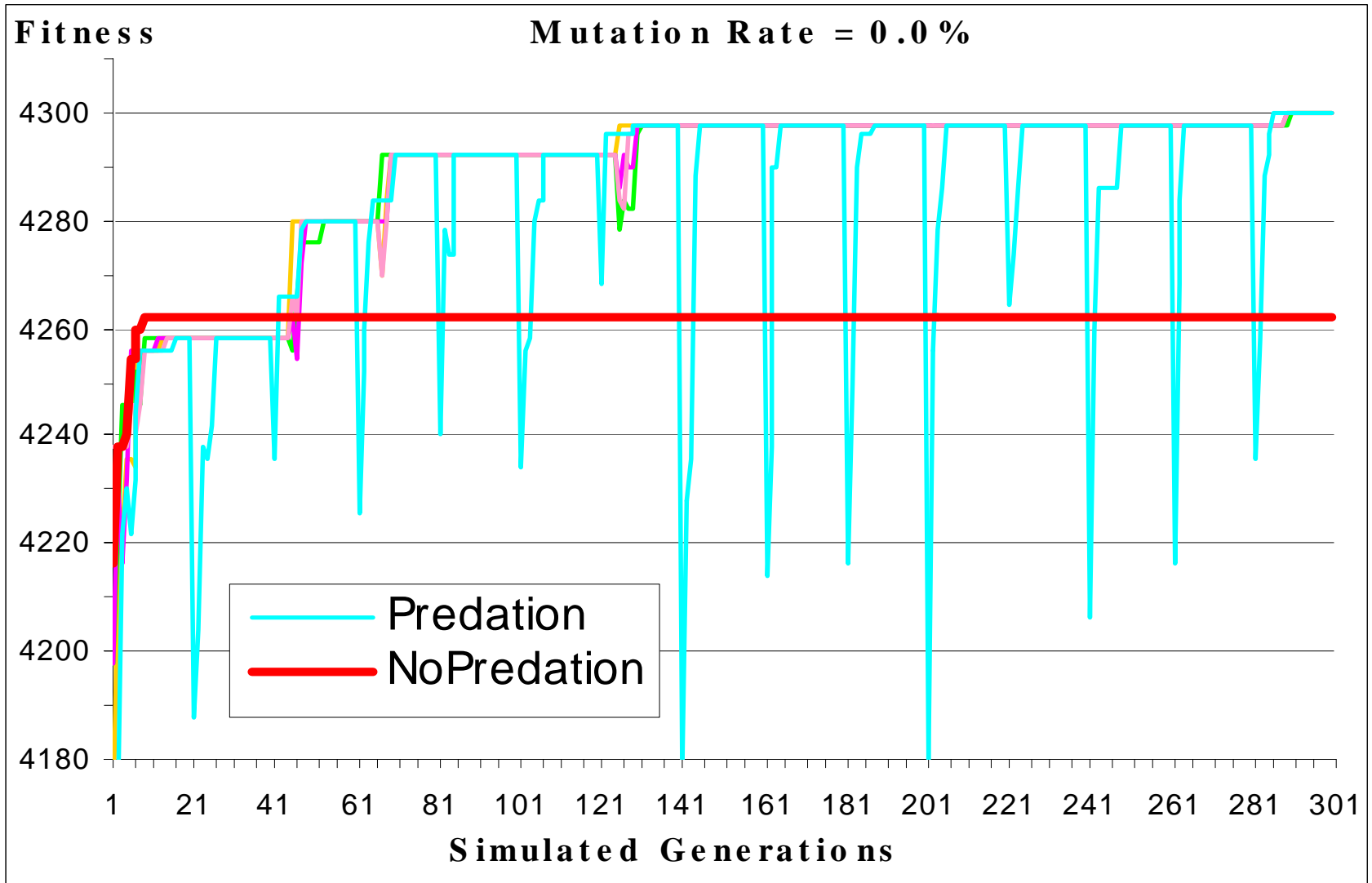
2.5- Problemas Encontrados

- Reprodução Sexuada e Assexuada por Triplets com prevenção de *Back-mutations*:



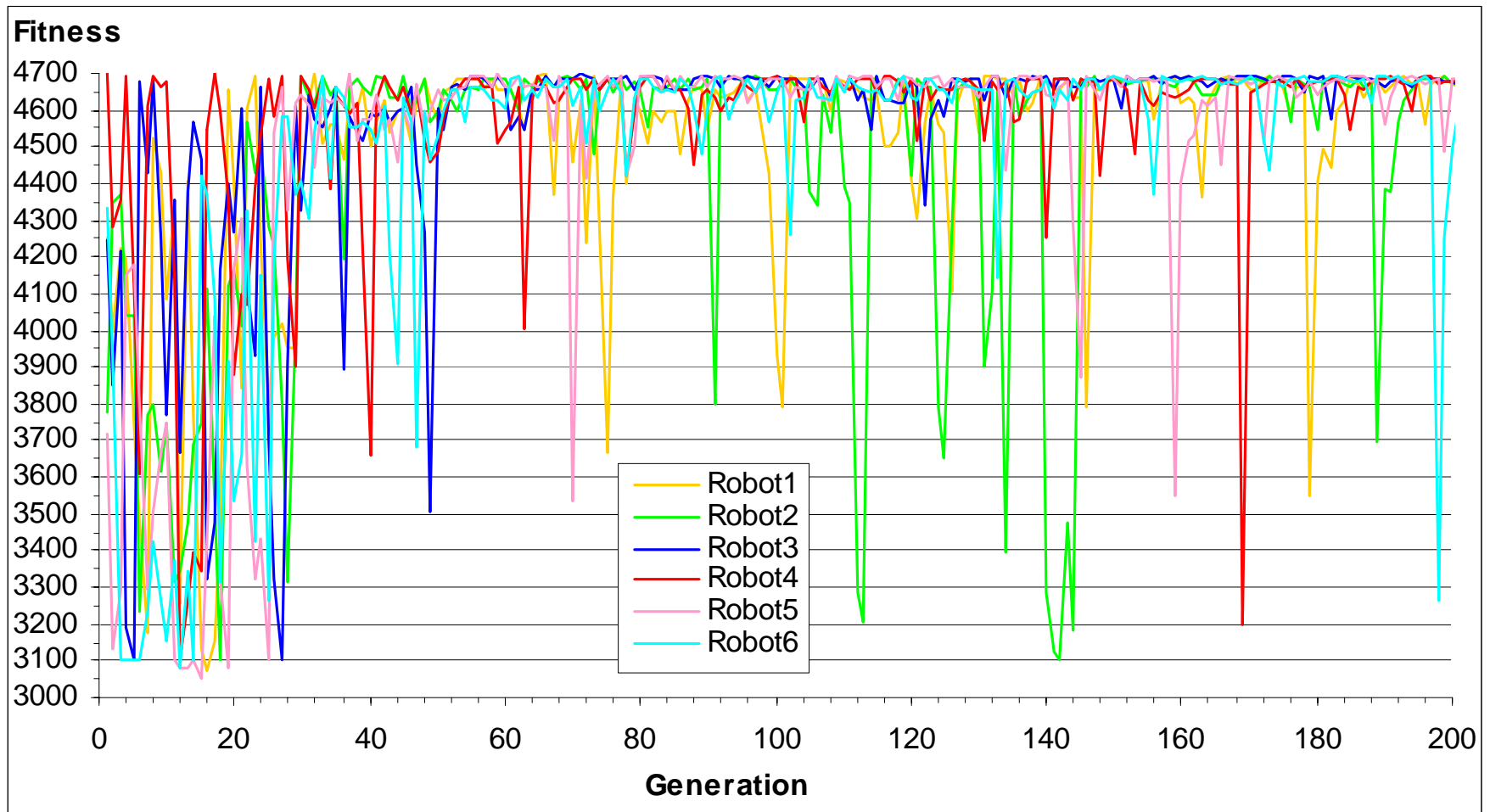
2.6- Solução Final

■ Predação:



2.6- Solução Final

- Reprodução Sexuada, controlador Black Box, por Triplets e prevenção de *Back-mutations*:



3- Futebol de Robôs

3- Futebol de Robôs

■ Situação Atual:

- Definição das Regras a serem empregadas
- Aquisição de material para construção do Campo e sensoriamiento remoto – Camera + Placa de vídeo...
- Construção de um time de 5 robôs (2 semanas)
- Desenvolvimento do algoritmo de controle por quadrantes (tradicional)
- Aplicação de técnicas de Computação Evolutiva

4- Conclusão

4- Conclusão

- A Computação Evolutiva pode contribuir muito com a Robótica
 - Produz soluções aceitáveis para problemas de navegação e desvio de obstáculos
 - Possibilita auto-programação de sistemas complexos
 - LRI já possui infraestrutura para realização de experimentos com 7 robôs móveis autônomos
 - Em duas semanas disporemos de um time de futebol contendo 5 robôs

4- Conclusão

- Processo de contínua adaptação às mudanças do Ambiente x Solução Fixa
- Estamos MUITO longe de sermos perfeitos!
 - ... e provavelmente jamais chegaremos lá!!!

FIM

Cópia das transparências e referências bibliográficas podem ser obtidas no site:

<http://www.inf.ufrgs.br/~simoese/seminars/compev/>

email: simoese@inf.ufrgs.br