

Utilização de Inteligência Artificial em Jogo RPG

Mateus Gonzalez Etto

Orientadora: Simone das Graças Domingues Prado

Sumário da Apresentação



1. Introdução
2. Ferramentas Utilizadas
3. Conceitos
4. Descrição do Jogo
5. Funcionamento do Jogo
6. Resultados
7. Conclusão

1. Introdução

Contexto de jogos: Mercado



- Crescimento de 8% de 2014 a 2015;
- Em 2014, mercado de jogos ultrapassou o de música em 20 bilhões de dólares;
- Em 2015, eram 61 bilhões de dólares circulando nesta indústria.

Contexto de jogos: Campeonatos



- 2015: Quinto campeonato mundial de *League of Legends*
 - Prêmio de 1 milhão de dólares para a melhor equipe
 - 334 milhões de espectadores

- 2014: Quarto campeonato mundial de Dota 2
 - Distribuído 11 milhões de dólares para os 10 melhores

Contexto de jogos: Campeonatos



Campeonato Mundial 2015 de *League of Legends*

Contexto de jogos: Pesquisa

- *Creatures*
 - Simulação da vida de criaturas usando RNA
- *Halo*
 - Árvore de condutas
- *F.E.A.R*
 - *Goal Oriented Action Planning*
- De acordo com especialistas, ainda existem áreas de IA em jogos que estão completamente inexploradas

Objetivo do Trabalho



- Criar um *Role Playing Game* (RPG) em turnos que
 - Possua muitas variáveis envolvendo os personagens;
 - Possua uma aplicação de IA capaz de simular o desempenho de uma pessoa;
 - Possua uma aplicação de IA capaz de aprender;

2. Ferramentas Utilizadas

Unity

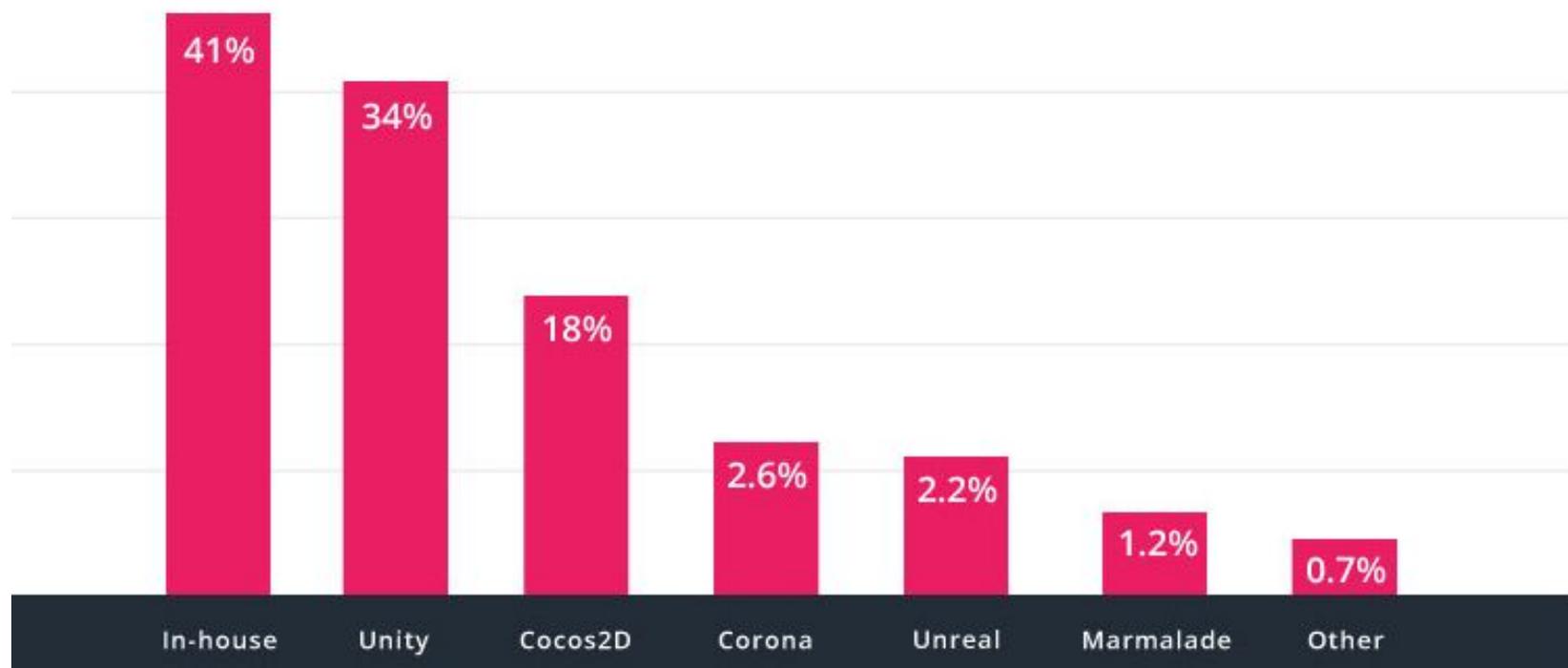


- Motor de jogo multiplataforma
- 2D e 3D
- Interface Gráfica
- Mais de 200 jogos na lista de jogos em destaque

Unity



34% dos 1000 maiores jogos móveis grátis são Made with Unity



Utilização da Unity

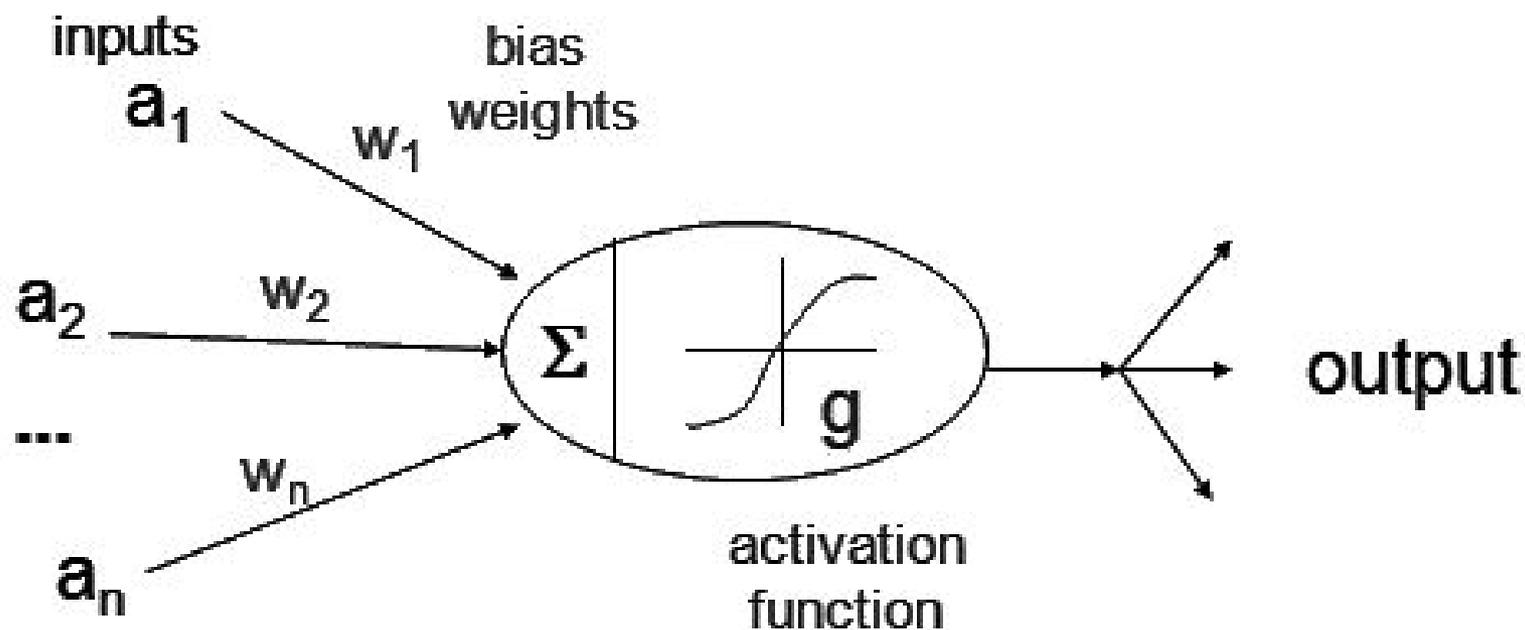
Visual Studio



- Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE)
- Criação de aplicativos Windows, Android, iOS, entre outros
- Programação em: C#, Visual Basic, C++, entre outros

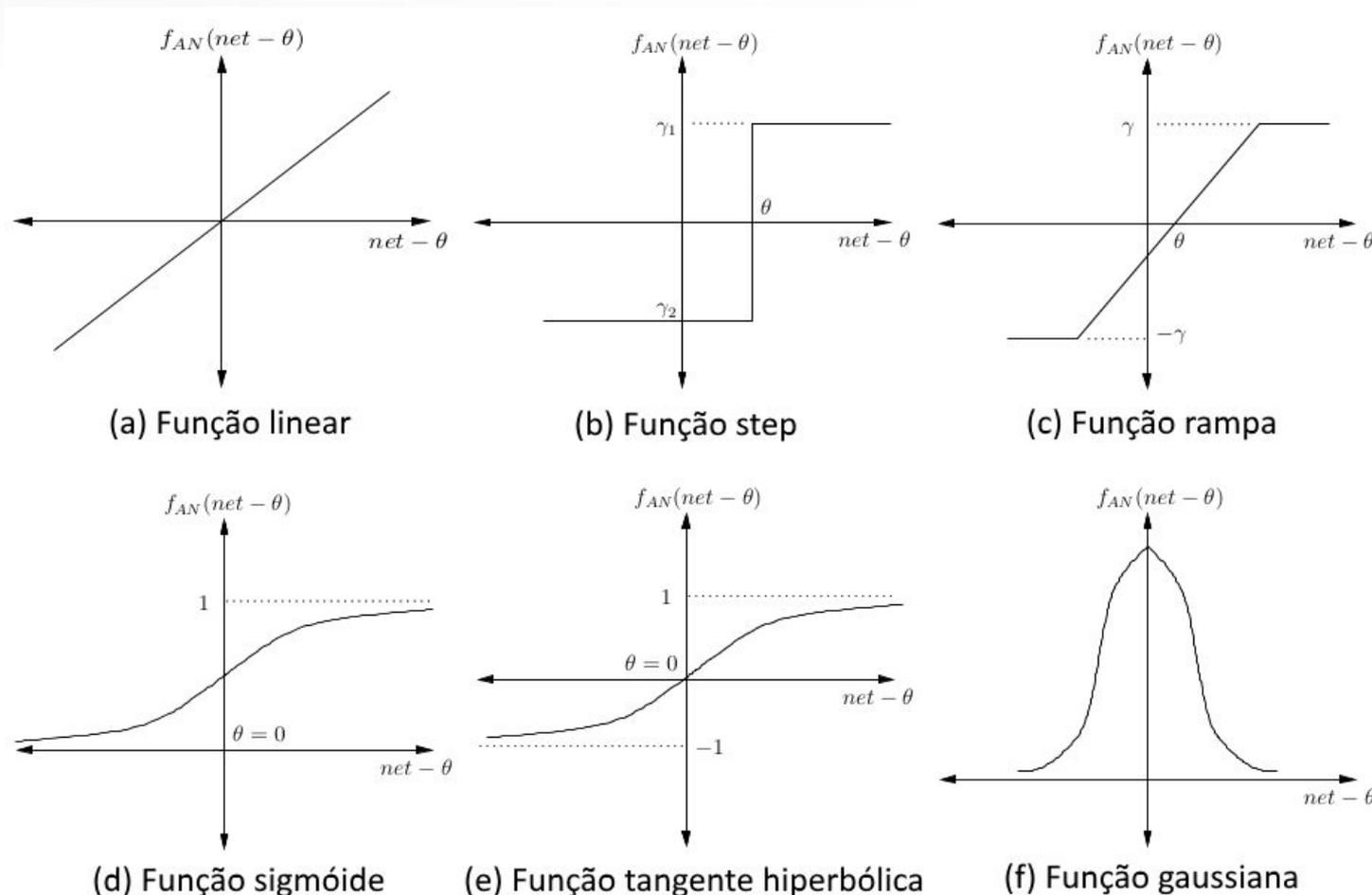
3. Conceitos

Redes Neurais Artificiais



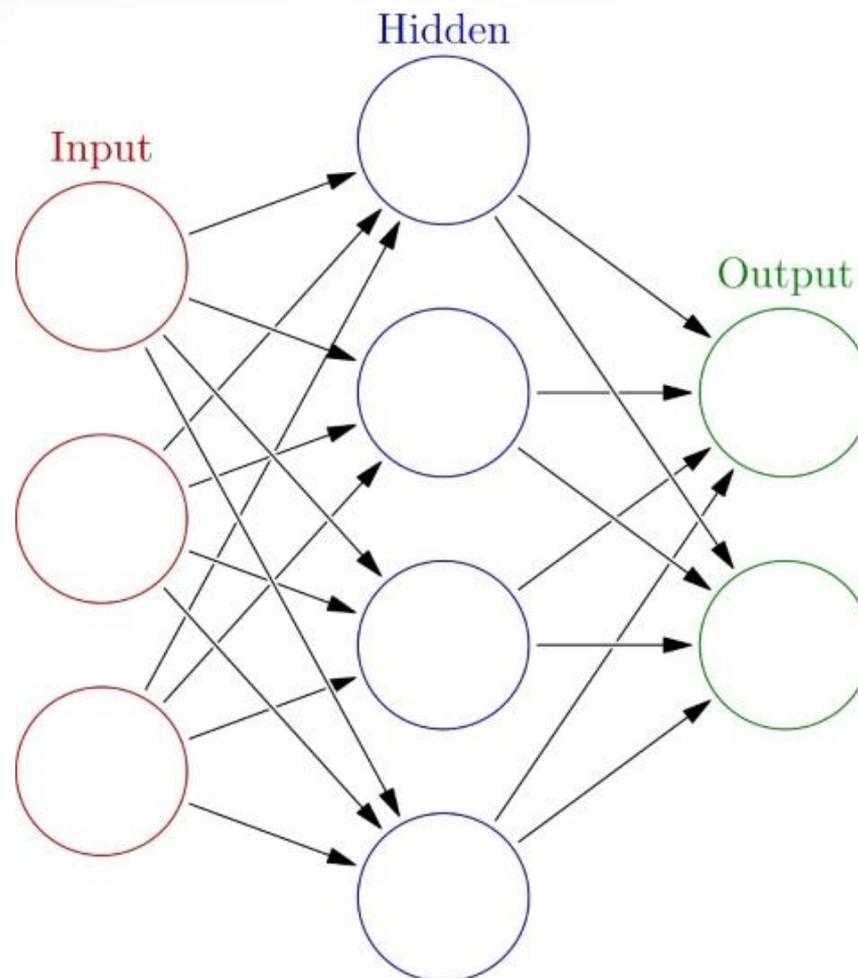
Neurônio na RNA

Redes Neurais Artificiais



Funções de ativação comuns

Redes Neurais Artificiais



Arquitetura de uma RNA

Algoritmo Genético



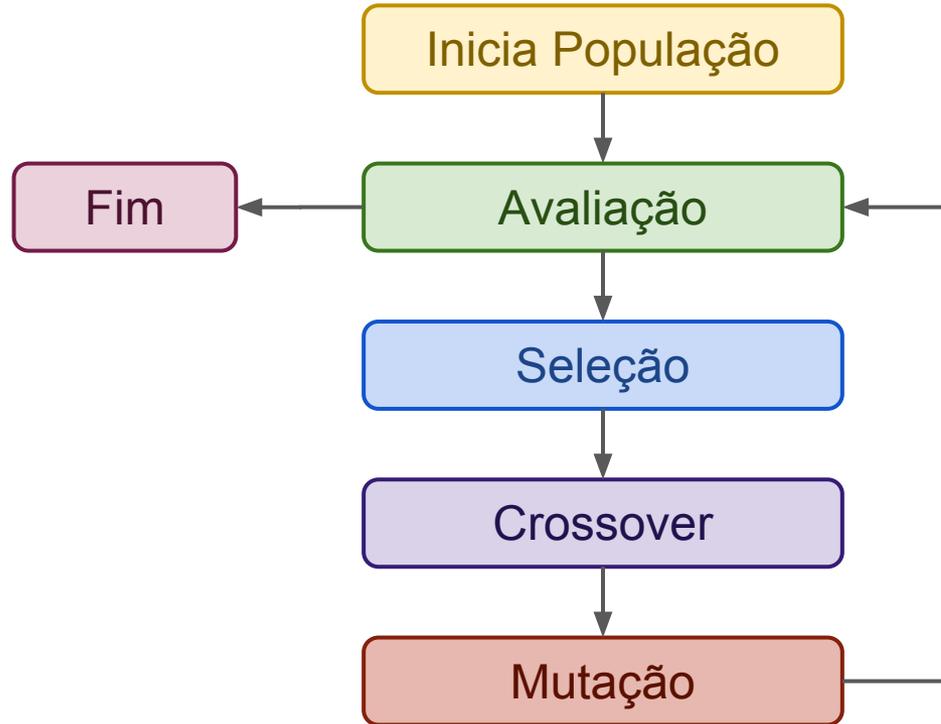
- Menor unidade é o cromossomo

0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

0,5	0,1	0,7	0,7	-0,2	0,4	0,3	-0,5	0,9	0,1	-0,8
-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	------	-----	-----	------

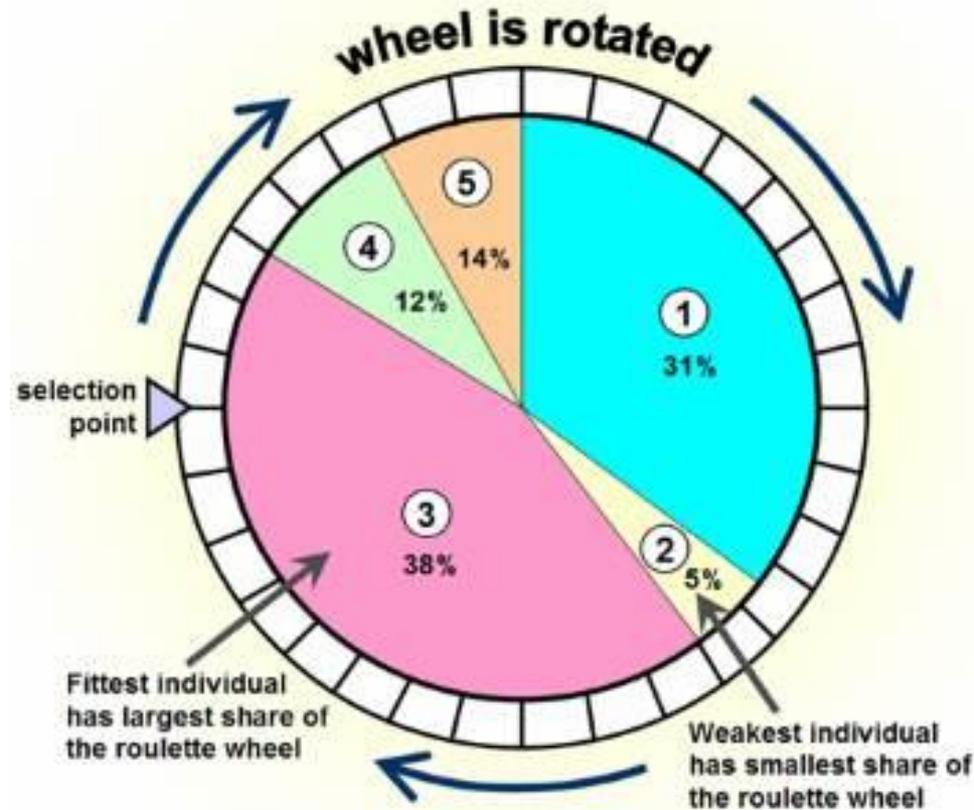
Representação do Cromossomo

Algoritmo Genético



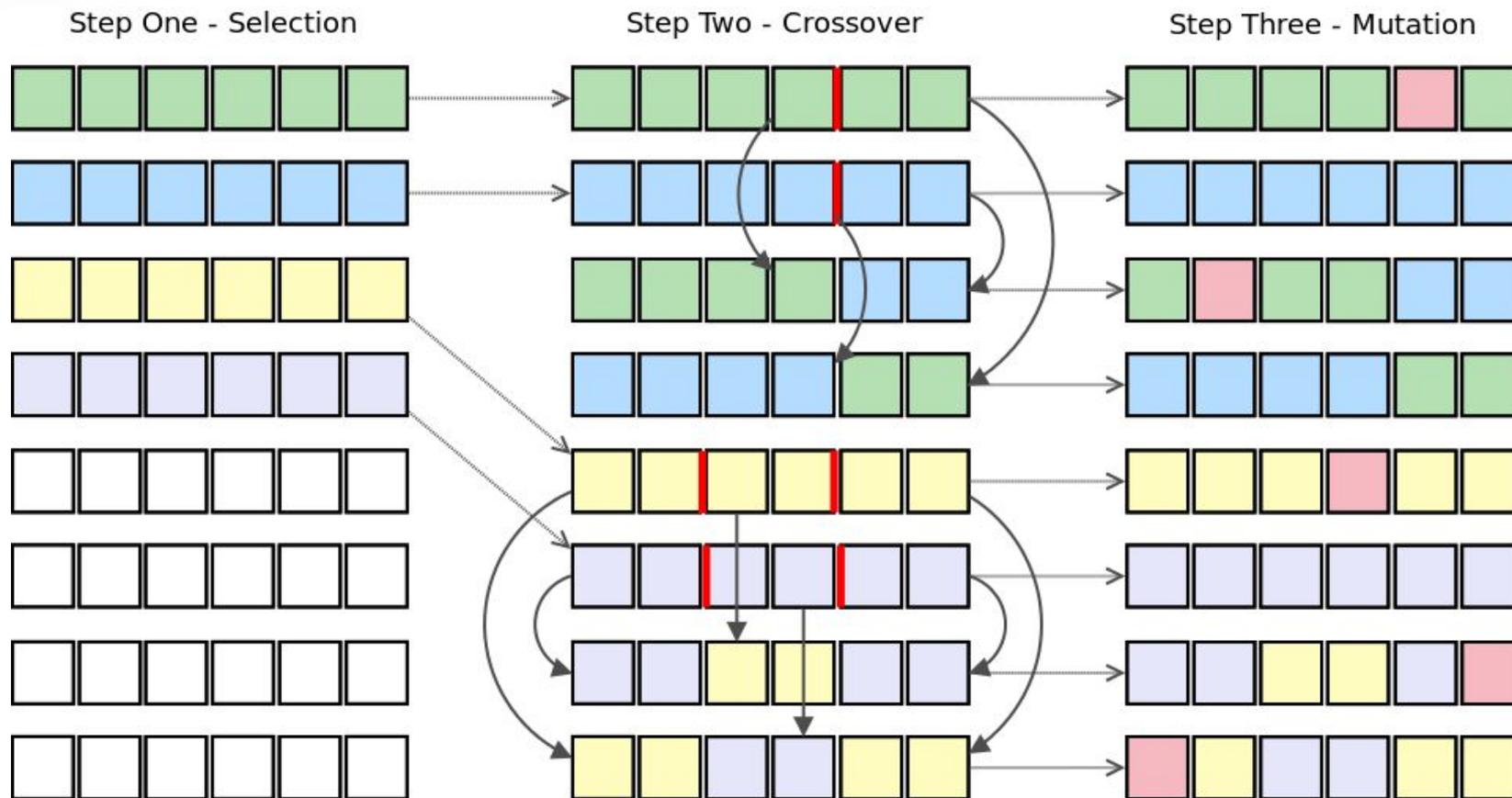
Passo a passo do AG

Algoritmo Genético



Seleção: Método da Roleta

Algoritmo Genético



Crossover e Mutação

4. Descrição do Jogo

Descrição do Jogo



Batalha de 3 contra 3

Atributos dos personagens



HP (<i>Health Points</i>)	Pontos de vida, é o quanto de dano o personagem pode receber antes de ser incapacitado.
MP (<i>Magic Points</i>)	Pontos de magia, é consumido ao utilizar habilidades.
ATK (<i>Attack</i>)	Um valor alto de ataque permite infligir maiores danos físicos.
DEF (<i>Defense</i>)	Um valor alto de defesa reduz os danos físicos que serão infligidos no HP.
MAG (<i>Magic</i>)	Equivalente ao ATK, mas infligindo danos mágicos.
RES (<i>Resistance</i>)	Equivalente ao DEF, mas reduzindo danos mágicos que serão infligidos no HP.
SPD (<i>Speed</i>)	Velocidade do personagem, e valores altos o permite executar mais comandos em menos tempo.

Cálculo do Dano



- Dano Físico
- Dano Mágico

$$\text{Dano} = 0,3 \text{ ATK} \times \left(\frac{\text{ATK}}{0,3 \text{ ATK} + 1,2 \text{ DEF}} \right)$$

$$\text{Dano} = 0,3 \text{ MAG} \times \left(\frac{\text{MAG}}{0,3 \text{ MAG} + 1,2 \text{ RES}} \right)$$

Tipos de Danos



Ataque físico	Dano físico
Ataque mágico (elemental)	Dano de água
	Dano de fogo
	Dano de terra
	Dano de vento

- **Vantagem Elemental**

$$\text{Dano final} = 1,5 \times \text{dano}$$

- **Desvantagem Elemental**

$$\text{Dano final} = 0,6 \times \text{dano}$$

Comandos



Ataque		Comando ofensivo mais simples de todos. Não consome MP, e causa dano físico razoavelmente baixo.
Defesa		Reduz o dano a ser recebido em 50%.
Habilidade	fraca	Pode causar tanto dano físico quanto mágico, consome 50 MP, e após os cálculos de dano, o valor de dano é aumentado em 50%.
	forte	Semelhante a fraca, consome 110 MP, e causa um aumento de dano de 100%.
	de cura	Recuperar o HP de algum personagem, curando o equivalente a 50% do MAG.
Item		Permite o uso de itens consumíveis durante a batalha. Existem 6 itens diferentes, um é Poção e os outros 5 são ofensivos, um para cada tipo de dano existente no jogo.

Personagens Criados



- ***Tanker***
 - Vida (HP) e defesa (DEF e RES) alto
 - Baixo dano (ATK e MAG)
- **Guerreiro**
 - Vida (HP) mediana
 - Forte em danos físicos, fraco em danos mágicos
- **Mago**
 - Vida (HP) baixa
 - Forte em danos mágicos, fraco em danos físicos

5. Funcionamento do Jogo

Estrutura do Jogo



(1) Cria geração

AG

Algoritmo Genético: População



Testado? Cromossomo Fitness

✗	Cromossomo 1	nulo
✗	Cromossomo 2	nulo
✗	Cromossomo 3	nulo
✗	Cromossomo 4	nulo

•
•
•

✗	Cromossomo 20	nulo
---	---------------	------

Testado? Cromossomo Fitness

✗	Cromossomo 21	nulo
✗	Cromossomo 22	nulo
✗	Cromossomo 23	nulo
✗	Cromossomo 24	nulo

•
•
•

✗	Cromossomo 40	nulo
---	---------------	------

Algoritmo Genético: Cromossomo



- Matriz 27x12 de valores reais
- Inicializado com valores aleatórios entre -1 e 1

0,7	0,5	-0,4	-0,9	0,4	-0,8	-0,1	0,2	0,8	-0,5	0,4	...	0,3
-0,6	-0,3	0,4	0,2	0,8	-0,5	0,4	-0,1	0,2	0,8	-0,5	...	-0,4
-0,9	0,4	-0,8	0,7	0,5	-0,4	-0,9	0,7	0,8	-0,5	0,2	...	-0,1
0,5	-0,1	0,2	0,8	-0,1	0,7	0,5	0,4	0,2	-0,9	0,4	...	-0,6
...
-0,8	-0,1	0,2	0,8	-0,9	0,4	-0,8	0,7	0,5	0,8	0,8	...	-0,9

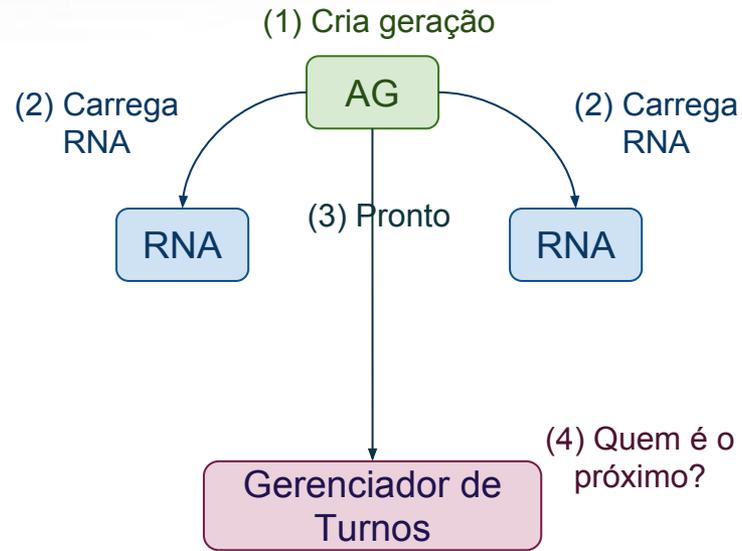
Algoritmo Genético: População



Testado?	Cromossomo	Fitness	Testado?	Cromossomo	Fitness
×	Cromossomo 1	nulo	×	Cromossomo 21	nulo
×	Cromossomo 2	nulo	×	Cromossomo 22	nulo
×	Cromossomo 3	nulo	×	Cromossomo 23	nulo
×	Cromossomo 4	nulo	×	Cromossomo 24	nulo
	⋮			⋮	
×	Cromossomo 20	nulo	×	Cromossomo 40	nulo

2 cromossomos são carregados em instâncias da Rede Neural Artificial

Estrutura do Jogo



Gerenciador de Turnos



Equipe da esquerda

Personagem	Preparado
Personagem 1	0
Personagem 2	0
Personagem 3	0

Equipe da direita

Personagem	Preparado
Personagem A	0
Personagem B	0
Personagem C	0

$\text{Preparado} += \text{SPD} + \text{random}$

Gerenciador de Turnos



Equipe A

Personagem	Preparado
Personagem 1	101
Personagem 2	86
Personagem 3	80

Equipe B

Personagem	Preparado
Personagem A	102
Personagem B	84
Personagem C	85

$\text{Preparado} += \text{SPD} + \text{random}$

Fila para efetuar comando

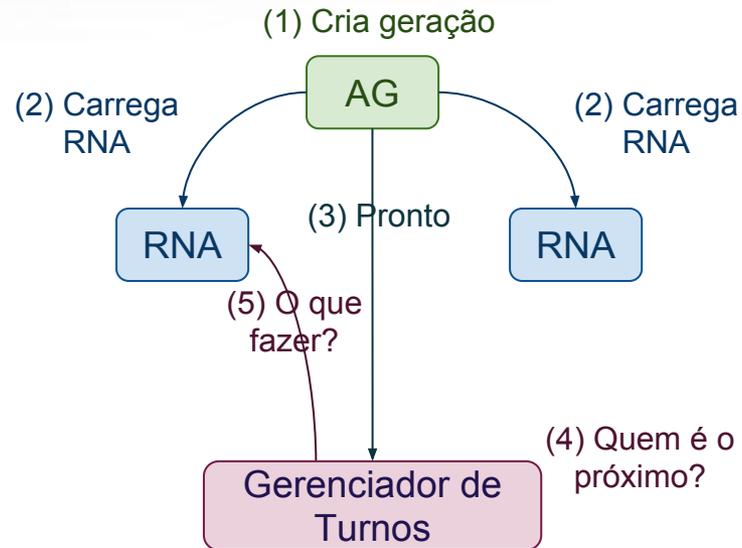
Personagem	Preparado
<Vazio>	<i>nulo</i>
Valor de preparado \geq 1000 recebe turno	
Personagem A	102
Personagem 1	101
Personagem 2	86
Personagem C	85
Personagem B	84
Personagem 3	80

Personagens recebem “preparado” até algum deles conseguir 1000 ou mais

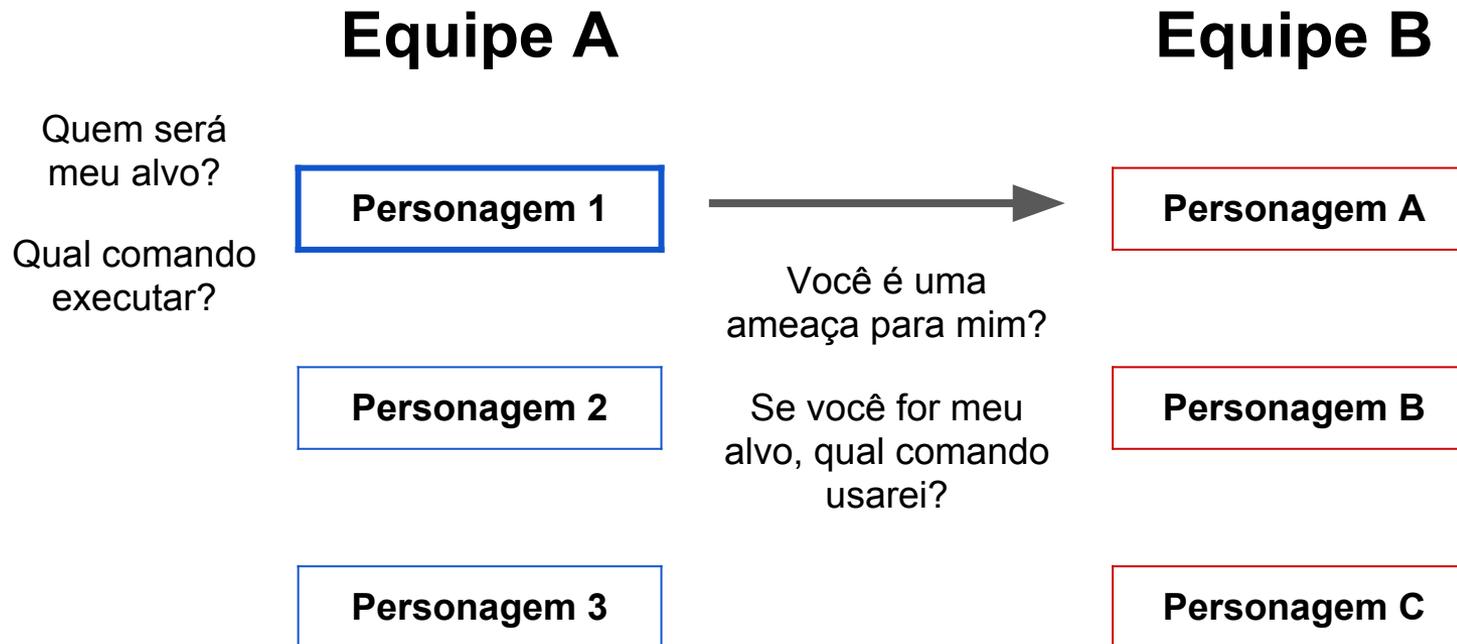
Fila para efetuar comando

Personagem	Preparado
Personagem 1	1056
Valor de preparado \geq 1000 recebe turno	
Personagem A	1012
Personagem C	854
Personagem 2	827
Personagem B	795
Personagem 3	793
<Vazio>	<i>nulo</i>

Estrutura do Jogo



Decisão do Personagem



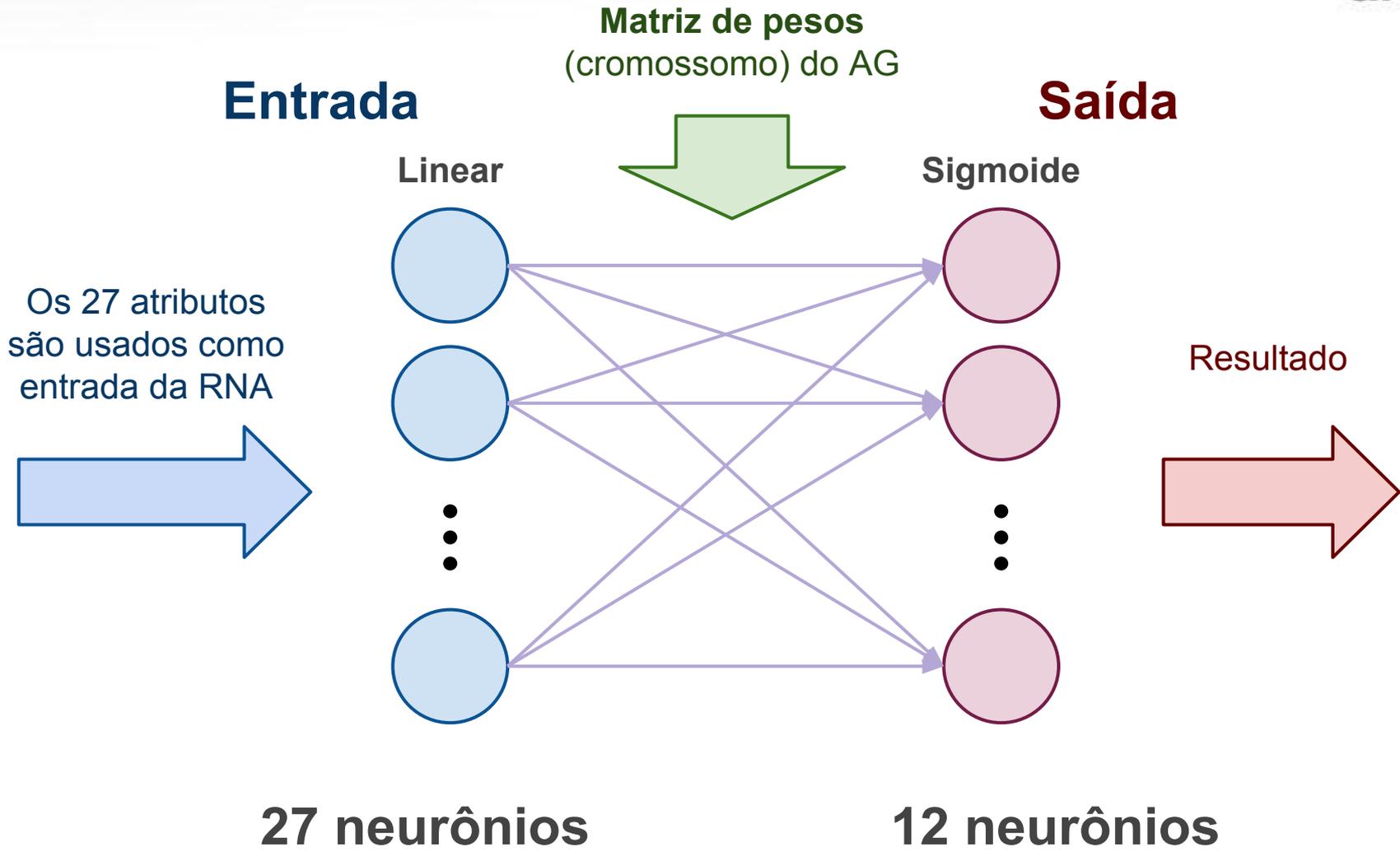
Decisão do Personagem

- O que é levado em consideração para esta tomada de decisão?

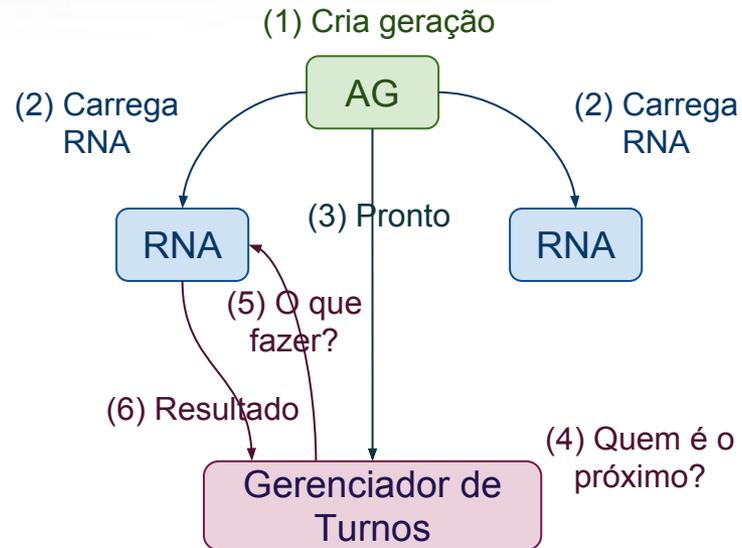
Atacante	Possível Alvo		Contexto
ATK	HP perdido	Def. Física	É inimigo?
MAG	MP usado	Def. Água	Está se defendendo?
Elem. Hab. Fraca (5)	ATK	Def. Fogo	
Elem. Hab. Forte (5)	DEF	Def. Terra	
	MAG	Def. Vento	
	RES		
	SPD		

27 valores que são usados para a decisão

Decisão do Personagem



Estrutura do Jogo



Decisão do Personagem: Saídas



Saída	Interpretação
0	<i>Probabilidade de se tornar alvo</i>
1	Probabilidade de usar o comando Atacar
2	Probabilidade de usar o comando Defender
3	Probabilidade de usar o comando Habilidade Fraca
4	Probabilidade de usar o comando Habilidade Forte
5	Probabilidade de usar o comando Habilidade de Cura
6	Probabilidade de usar o comando Item de Dano Físico
7	Probabilidade de usar o comando Item de Dano de Água
8	Probabilidade de usar o comando Item de Dano de Fogo
9	Probabilidade de usar o comando Item de Dano de Terra
10	Probabilidade de usar o comando Item de Dano de Vento
11	Probabilidade de usar o comando Item Poção

Você é
uma
ameaça
para mim?

Se você for
meu alvo,
qual
comando
usarei?

Decisão do Personagem: Exemplo de Saída



Probabilidades	Resultado da RNA
<i>Se tornar alvo</i>	0,66
Atacar	0,42
Defender	0,14
Habilidade Fraca	0,23
Habilidade Forte	0,87
Habilidade de Cura	0,06
Item de Dano Físico	0,36
Item de Dano de Água	0,28
Item de Dano de Fogo	0,60
Item de Dano de Terra	0,19
Item de Dano de Vento	0,41
Item Poção	0,02

Você é
uma
ameaça
para mim?

Se você for
meu alvo,
qual
comando
usarei?

Decisão do Personagem



- Faz-se a combinação de
 - Probabilidade de se tornar alvo e
 - Probabilidade de usar o comando

$$\text{Prob. Combinada} = 1,5 \times \text{Prob. Alvo} + \text{Prob. Comando}$$

Decisão do Personagem



Alvo + Comando	Probabilidade Combinada
Personagem A + Comando <i>Atacar</i>	1,41
Personagem A + Comando <i>Defender</i>	1,13
Personagem A + Comando <i>Habilidade Fraca</i>	1,22
Personagem A + Comando <i>Habilidade Forte</i>	1,86
Personagem A + Comando <i>Habilidade de Cura</i>	1,05
Personagem A + Comando <i>Item de Dano Físico</i>	1,35
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Água</i>	1,27
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Fogo</i>	1,59
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Terra</i>	1,18
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Vento</i>	1,40
Personagem A + Comando <i>Item Poção</i>	1,01

Decisão do Personagem



Alvo + Comando	Probabilidade Combinada
Personagem A + Comando <i>Habilidade Forte</i>	1,86
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Fogo</i>	1,59
Personagem A + Comando <i>Atacar</i>	1,41
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Vento</i>	1,40
Personagem A + Comando <i>Item de Dano Físico</i>	1,35
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Água</i>	1,27
Personagem A + Comando <i>Habilidade Fraca</i>	1,22
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Terra</i>	1,18
Personagem A + Comando <i>Defender</i>	1,13
Personagem A + Comando <i>Habilidade de Cura</i>	1,05
Personagem A + Comando <i>Item Poção</i>	1,01

Decisão do Personagem

Equipe A

Personagem 1

Personagem 2

Personagem 3

Equipe B

Personagem A

Personagem B

Personagem C



Você é uma
ameaça para mim?

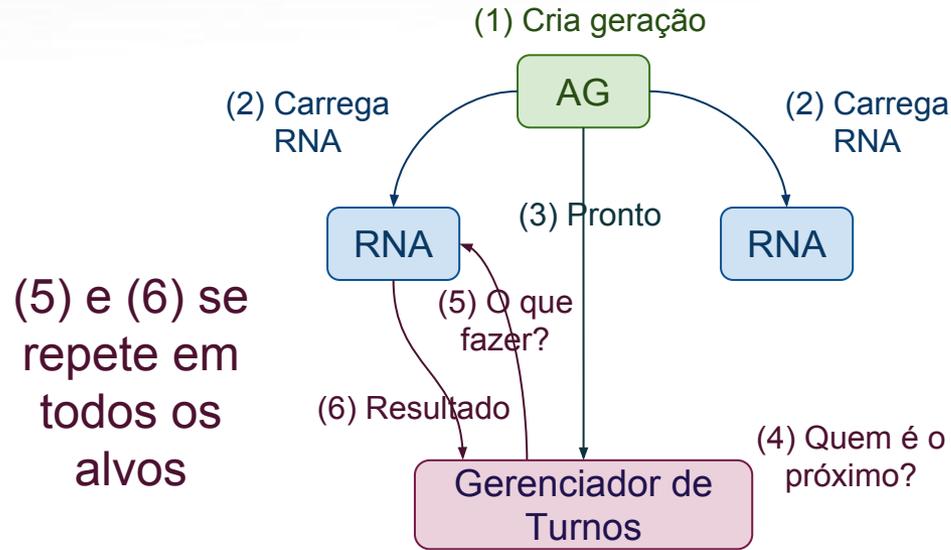
Se você for meu
alvo, qual comando
usarei?

Decisão do Personagem



Alvo + Comando	Probabilidade Combinada
Personagem A + Comando <i>Habilidade Forte</i>	1,86
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Fogo</i>	1,59
Personagem A + Comando <i>Atacar</i>	1,41
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Vento</i>	1,40
Personagem A + Comando <i>Item de Dano Físico</i>	1,35
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Água</i>	1,27
Personagem A + Comando <i>Habilidade Fraca</i>	1,22
Personagem A + Comando <i>Item de Dano de Terra</i>	1,18
Personagem A + Comando <i>Defender</i>	1,13
Personagem A + Comando <i>Habilidade de Cura</i>	1,05
Personagem A + Comando <i>Item Poção</i>	1,01
Personagem B + Comando ... (11 vezes, como no Personagem A)	X

Estrutura do Jogo



Decisão do Personagem

Equipe A

Personagem 1

Personagem 2

Personagem 3

Equipe B

Personagem A

Personagem B

Personagem C



Decisão do Personagem

Equipe A

Personagem 1

Personagem 2

Personagem 3



Equipe B

Personagem A

Personagem B

Personagem C

Decisão do Personagem

Equipe A

Personagem 1

Personagem 2

Personagem 3



Equipe B

Personagem A

Personagem B

Personagem C

Decisão do Personagem

Equipe A

Personagem 1

Personagem 2

Personagem 3

Equipe B

Personagem A

Personagem B

Personagem C



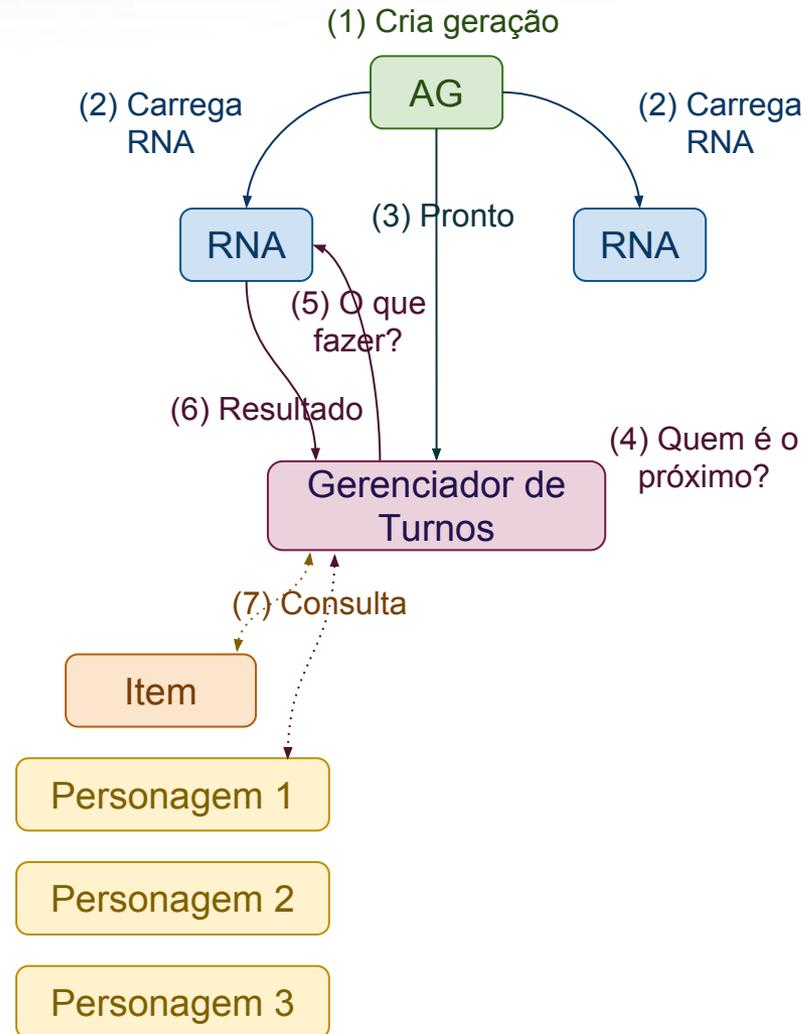
Decisão do Personagem



Alvo + Comando	Probabilidade Combinada
Personagem A + Comando ... (11 vezes)	A
Personagem B + Comando ... (11 vezes)	B
Personagem C + Comando ... (11 vezes)	C
Personagem 1 + Comando ... (11 vezes)	X
Personagem 2 + Comando ... (11 vezes)	Y
Personagem 3 + Comando ... (11 vezes)	Z

Ordena-se todos e tem-se os melhores alvos e seus respectivos comandos

Estrutura do Jogo

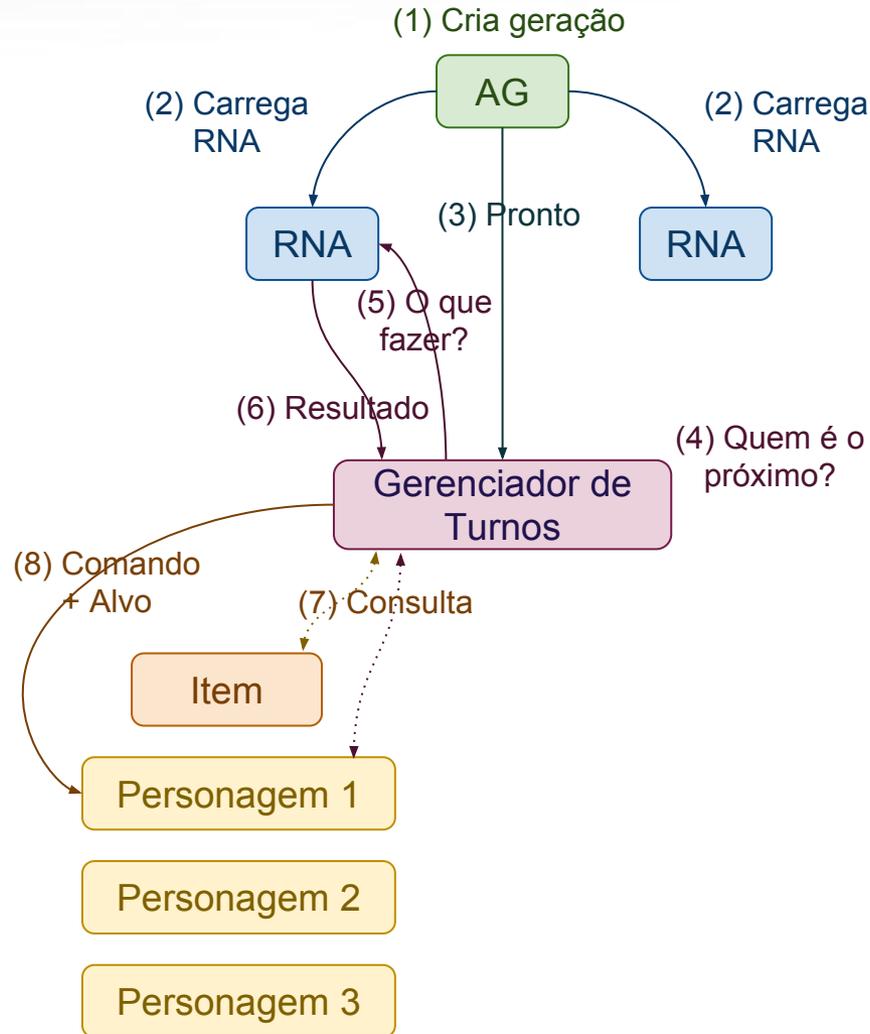


Escolha do comando a ser executado



- Verifica-se se:
 - item existe ou
 - personagem tem MP suficiente
- Se não for possível, tenta executar o segundo melhor comando da lista

Estrutura do Jogo

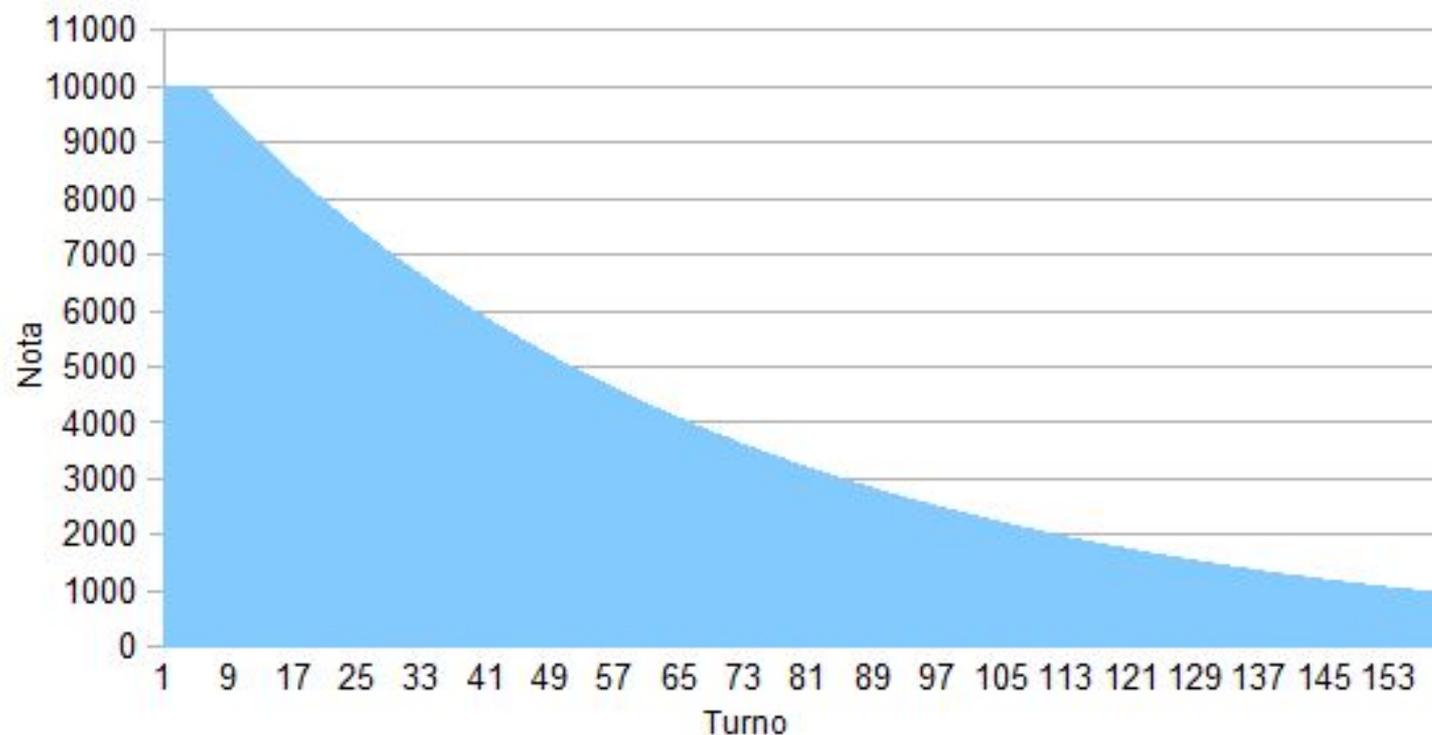


Cálculo do Fitness da equipe

- Nota inicial: 0
- **Atacar aliado ou curar inimigo:**
 - Nota = -100
 - Se dano: Nota -= dano^{1,5}
 - Se cura: Nota -= cura^{1,4}
- **Atacar inimigo ou curar aliado:**
 - Nota = +50
 - Se dano: Nota += dano^{1,5}
 - Se cura: Nota += cura^{1,4}
- Resultado é somado no *fitness* da equipe

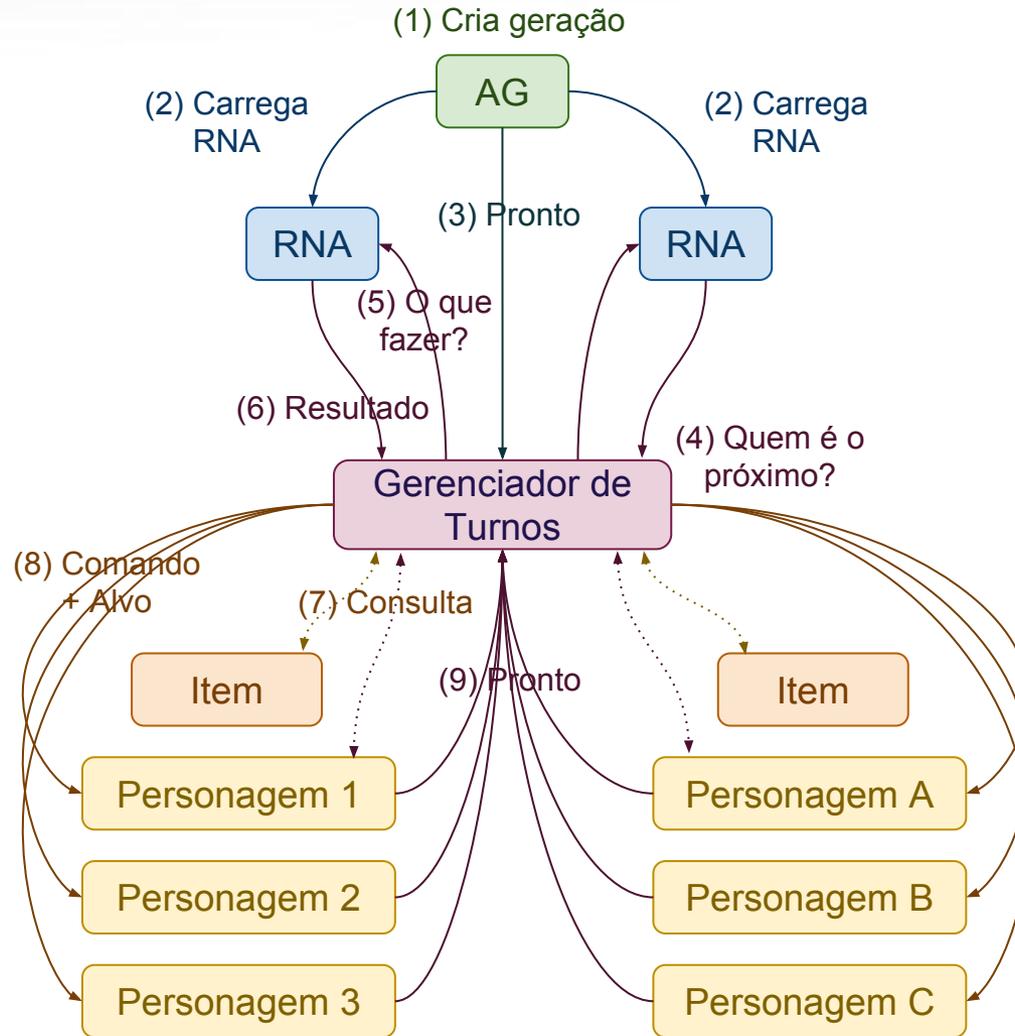


Bônus de derrotar inimigo

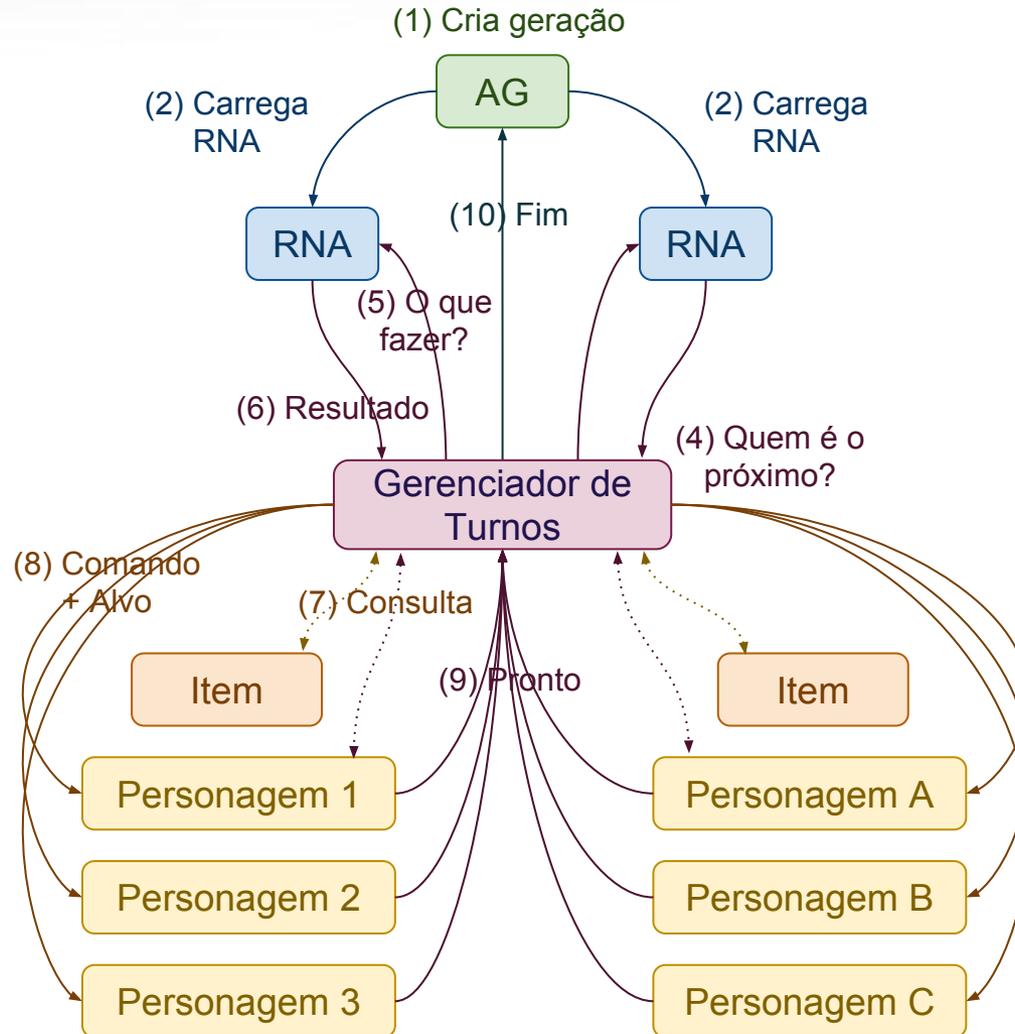


Valor do *bônus de derrotar* em relação ao turno

Estrutura do Jogo



Estrutura do Jogo



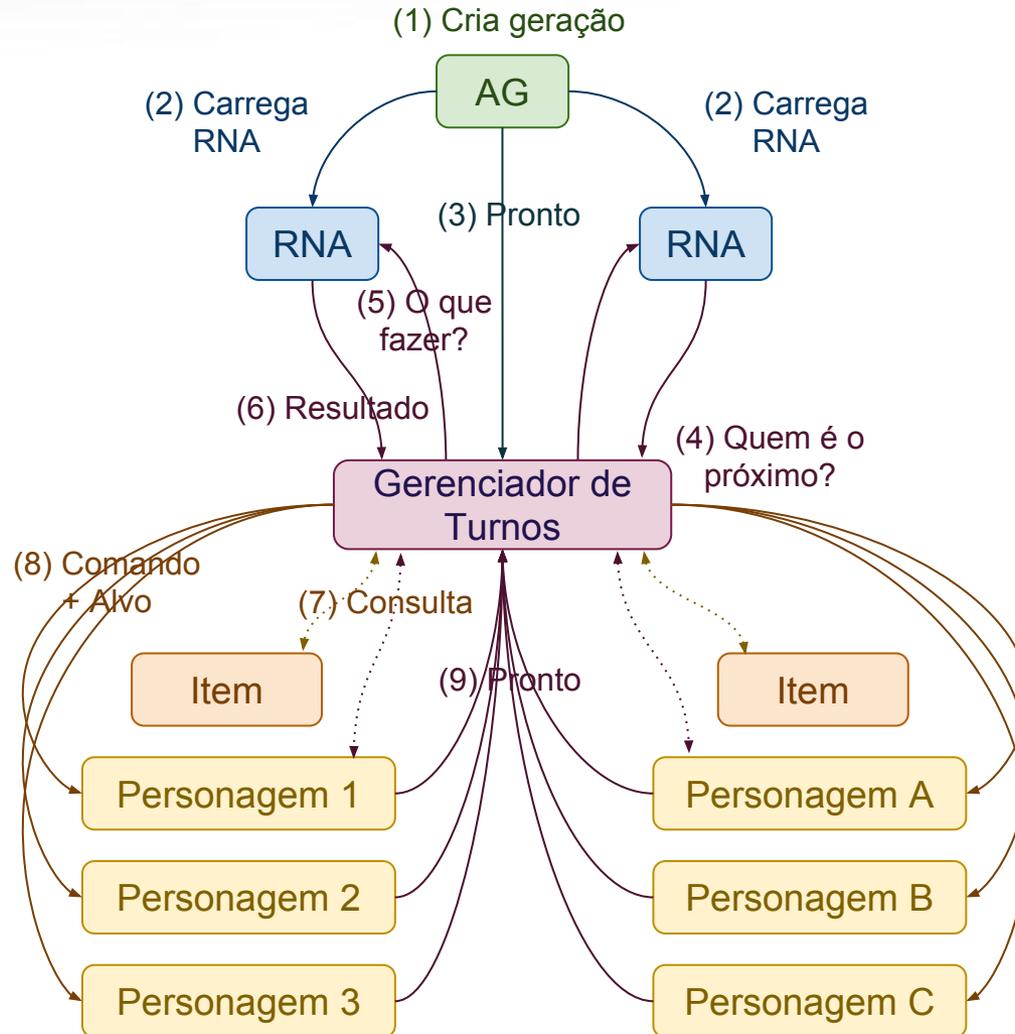
Algoritmo Genético: População



Testado?	Cromossomo	Fitness	Testado?	Cromossomo	Fitness
✓	Cromossomo 1	13056	✓	Cromossomo 21	27288
✗	Cromossomo 2	nulo	✗	Cromossomo 22	nulo
✗	Cromossomo 3	nulo	✗	Cromossomo 23	nulo
✗	Cromossomo 4	nulo	✗	Cromossomo 24	nulo
	⋮			⋮	
✗	Cromossomo 20	nulo	✗	Cromossomo 40	nulo

Próximos 2 cromossomos são carregados em instâncias da Rede Neural Artificial

Estrutura do Jogo



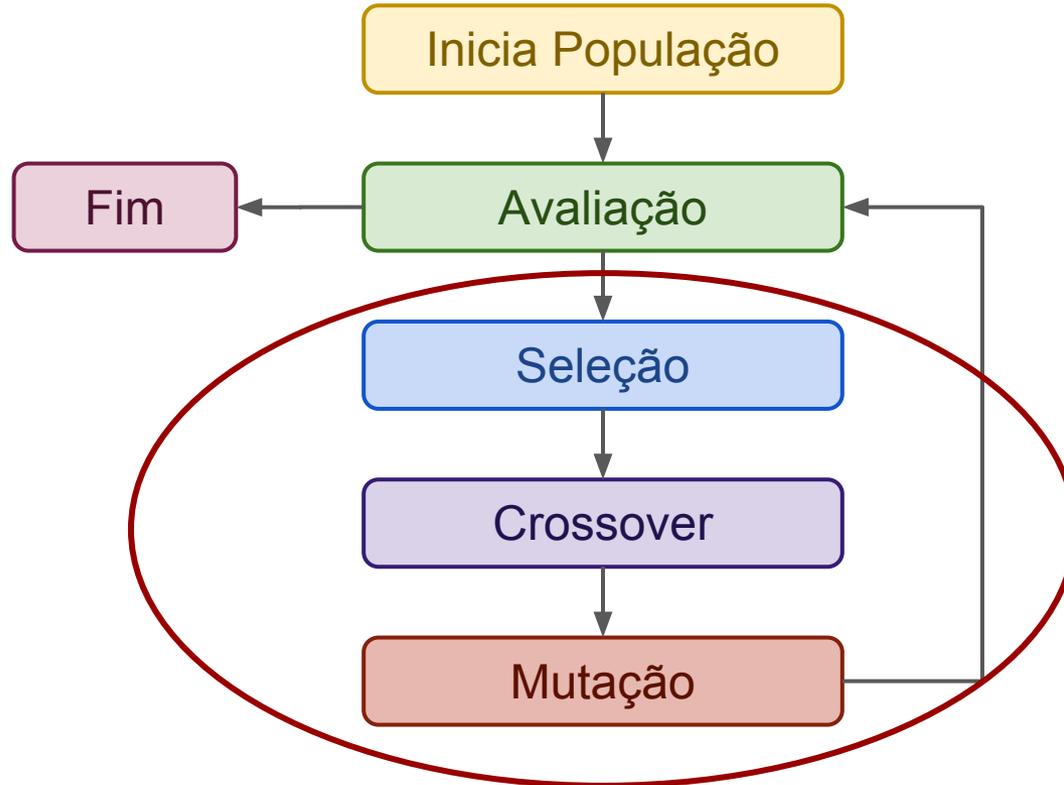
Algoritmo Genético: População Avaliada



Testado?	Cromossomo	Fitness	Testado?	Cromossomo	Fitness
✓	Cromossomo 1	13056	✓	Cromossomo 21	27288
✓	Cromossomo 2	20741	✓	Cromossomo 22	26533
✓	Cromossomo 3	9885	✓	Cromossomo 23	37460
✓	Cromossomo 4	34994	✓	Cromossomo 24	5239
	⋮			⋮	
✓	Cromossomo 20	12575	✓	Cromossomo 40	18547

População após ser avaliada

Algoritmo Genético: Nova Geração



Passo a passo do AG

Algoritmo Genético: Nova Geração



- **Seleção**

- Elitismo: 2 melhores
- Outros 38 indivíduos por *crossover* + mutação
- Método da roleta

- ***Crossover* (uniforme)**

- Taxa: 90%

- **Mutação**

- Taxa: 1,5%
- Alteração no gene: $\pm 0,3$ unidades

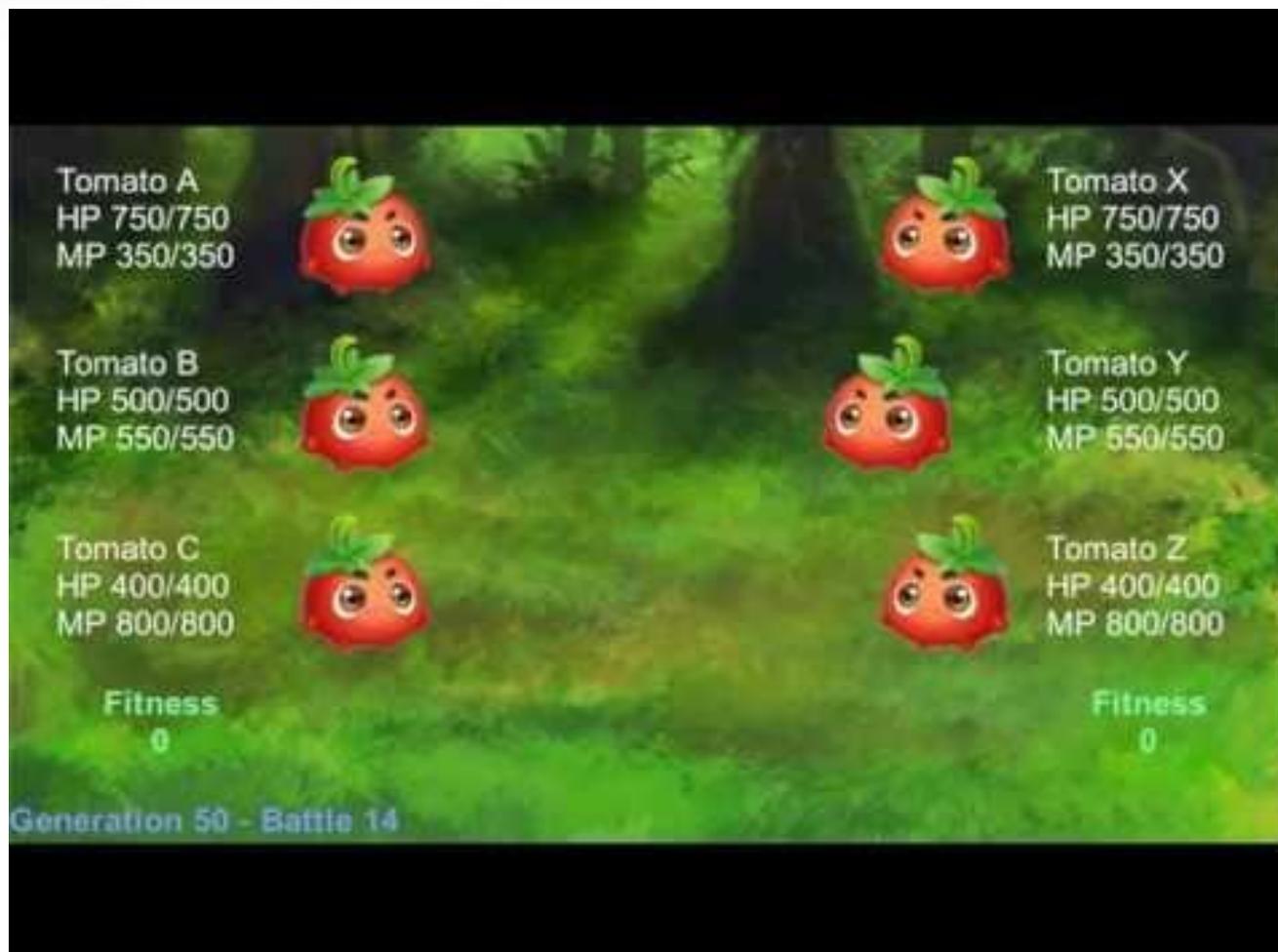
Algoritmo Genético: Nova População

Testado?	Cromossomo	Fitness	Testado?	Cromossomo	Fitness
✗	Cromossomo 1	nulo	✗	Cromossomo 21	nulo
✗	Cromossomo 2	nulo	✗	Cromossomo 22	nulo
✗	Cromossomo 3	nulo	✗	Cromossomo 23	nulo
✗	Cromossomo 4	nulo	✗	Cromossomo 24	nulo
	⋮			⋮	
✗	Cromossomo 20	nulo	✗	Cromossomo 40	nulo

População melhorada

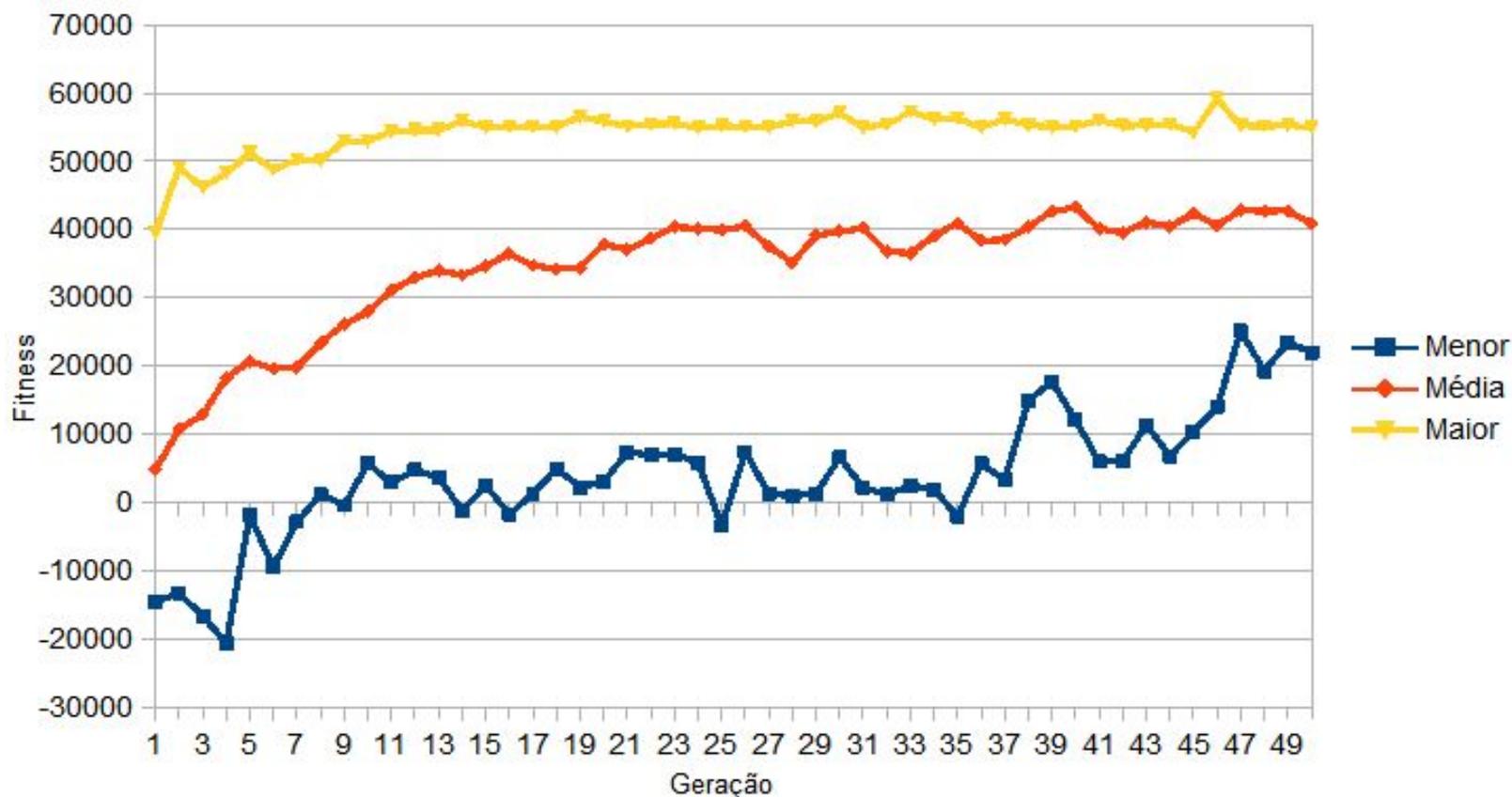
6. Resultados

Resultados



[Link para o vídeo](#)

Resultados



Performance da Inteligência Artificial

7. Conclusão

Conclusão

- Aprendizado de máquina funcionou com sucesso
- Melhora do desempenho com o treinamento
- Sem atrasos de processamento

Objetivos do
trabalho foram
cumpridos!

Trabalhos Futuros



- Inclusão de um jogador (humano) na batalha
- Aprendizado de máquina durante a batalha contra o humano
 - Estratégia da máquina estará sempre se adaptando ao jogador

Referências



<http://www.polygon.com/2015/12/10/9886500/league-of-legends-2015-world-championship-records-viewership-numbers>

<https://unity3d.com/pt/public-relations>

<https://stats.stackexchange.com/questions/188277/activation-function-for-first-layer-nodes-in-an-ann>

<http://www.turingfinance.com/misconceptions-about-neural-networks/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network

<https://stackoverflow.com/questions/23183862/genetic-programming-difference-between-roulette-rank-and-tournament-selection>



Obrigado!!