

# Aprendizado por Reforço Adversarial para Geração Procedural de Conteúdo em Ambientes 2D

Marcelo Carlos da Fonseca Júnior  
Orientador: Luiz Fernando Nunes  
Curso: Engenharia de Software

# Contextualização da Problemática

## Geração Procedural de Conteúdo:

- Do inglês Procedural Content Generation (PCG)
- É uma ferramenta para adicionar diversidade para um jogo
- Conteúdo gerado de forma semi-aleatória por um computador
- Geração de fases, níveis, inimigos, mapas, itens, missões e etc. para um jogo
- Estudos recentes utilizando ML e RL



# Contextualização da Problemática

- **Minecraft**  
Geração dos mapas
- **Dead Cells**  
Geração dos mapas, inimigos e itens
- **Left 4 Dead 2**  
Geração de inimigos e dificuldade dinâmica
- **Borderlands**  
Geração de armas e itens



# Contextualização da Problemática

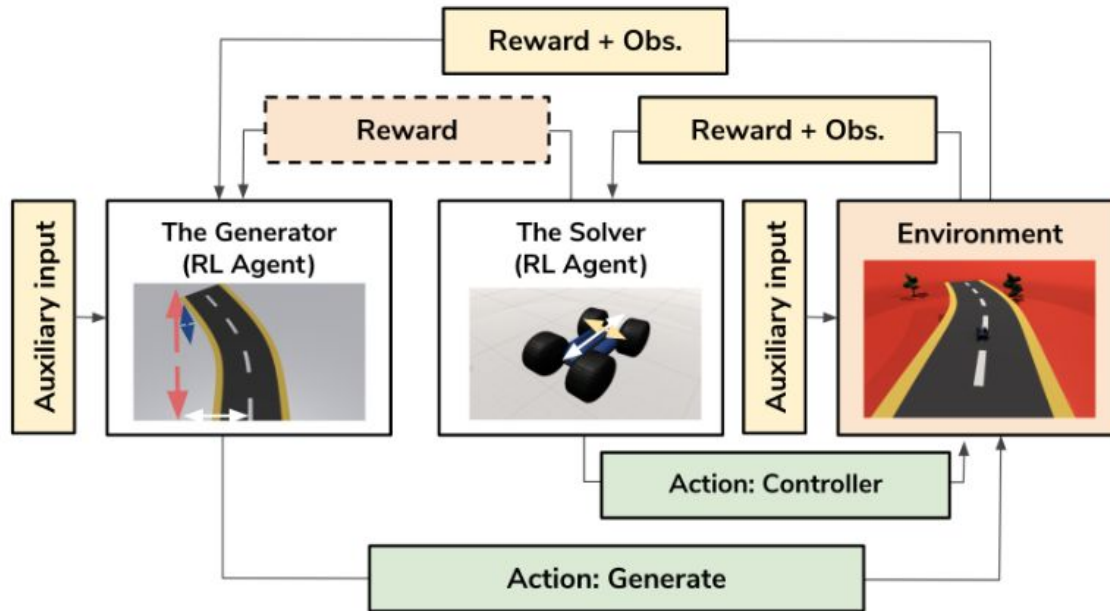
## Aprendizado por Reforço Adversarial:

- Aprendizado por Reforço, do inglês Reinforcement Learning (RL)
- Técnica de Machine Learning que utiliza o método de tentativa e erro
- Não é necessário uma base de dados para ocorrer o aprendizado
- Adversarial implica na competição de dois Agentes RL
- Agente gerador e Agente Resolvedor

GISSLÉN, L. et al. Adversarial reinforcement learning for procedural content generation. In: IEEE. 2021 IEEE Conference on Games (CoG). [S.l.], 2021. p. 1–8. 4,16



# Contextualização da Problemática



# Contextualização da Problemática

Pontos positivos do Aprendizado por Reforço Adversarial:

- Ajuste Dinâmico da dificuldade
- Geração de fases equilibradas, ou fáceis, ou difíceis
- Agente resolvidor contendo Alta generalização



# Definição do Problema

Tema: Aprendizado por Reforço Adversarial para Geração de Conteúdo Procedural em Ambientes 2D

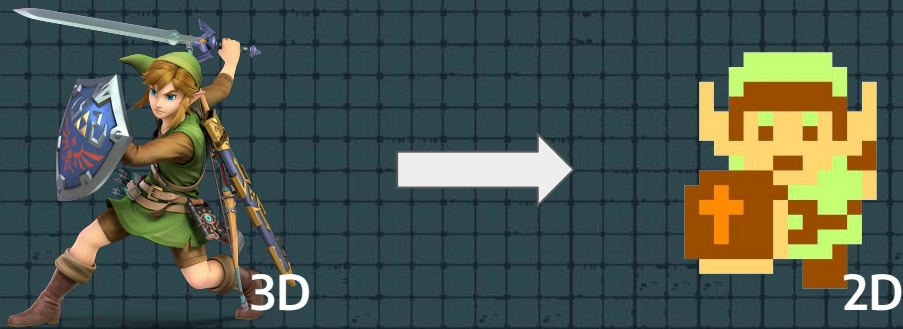
Questão de Pesquisa:

- "Como o ARLPCG iria se comportar diante de um novo ambiente?"
- "Os resultados gerados pelo ARLPCG seriam superiores ou inferiores em um jogo 2D?"

Palavras-Chave: Aprendizado por Reforço, Adversarial, 2D, jogos, Geração Procedural de Conteúdo

# Objetivos

O objetivo principal deste projeto de pesquisa é adaptar e implementar o método de Aprendizado por Reforço Adversarial para Geração de Conteúdo Procedural (ARLPCG) em ambientes de jogos 2D, estudando todo o processo necessário para uma adaptação 3D para 2D, analisando os pontos positivos e negativos dessa mudança. Além de comparar os resultados dessa pesquisa com outros métodos de Geração de Conteúdo Procedural e treinamentos de Agentes RL.





# Justificativa

- Ainda é um desafio desenvolver fases com balanceamento de dificuldade dinâmico
- O ARLPCG é uma técnica nova e pouco explorada e possui potencial de ser algo revolucionário no meio
- Jogos 2D em alta, possuindo cada vez mais relevância no mercado
- Ascensão de jogos “indies”

# Justificativa



Celeste (2018)



Dead Cells  
(2018)



Crypt of the  
Necrodancer  
(2015)

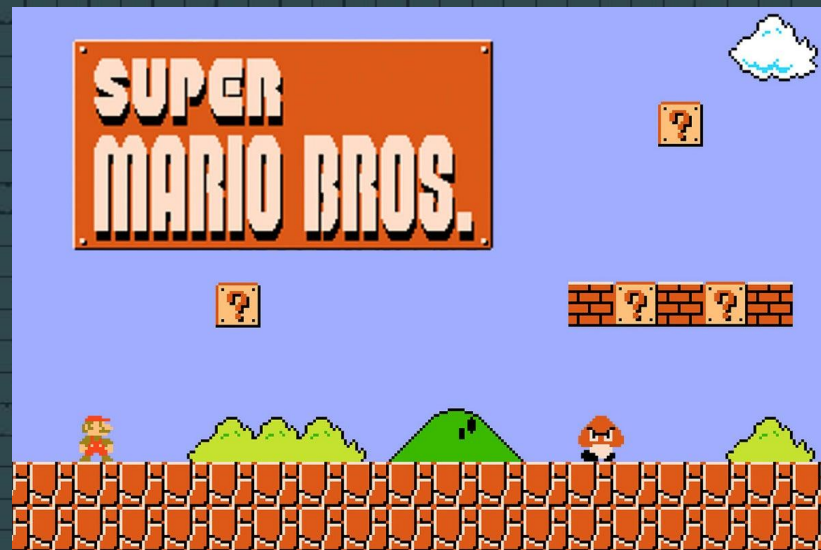


Hollow Knight  
(2017)



# Metodologia

- Adaptar este Algoritmo para gerar fases de clones de The Legend of Zelda e Super Mario Bros.



# Metodologia

## Representação Tile-Based:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

0 - Vazio

1 - Bloco

2 - Jogador

3 - Chave

4 - Porta

5 - Morcego

6 - Escorpião

7 - Aranha





# Estado da Arte

- Gisslén L, Eakins A, Gordillo C, Bergdahl J, Tollmar K. Adversarial reinforcement learning for procedural content generation. In 2021 IEEE Conference on Games (CoG) 2021 Aug 17 (pp. 1-8). IEEE
- Khalifa A, Bontrager P, Earle S, Togelius J. Pcgrl: Procedural content generation via reinforcement learning. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment 2020 Oct 1 (Vol. 16, No. 1, pp. 95-101).
- Summerville A, Snodgrass S, Guzdial M, Holmgård C, Hoover AK, Isaksen A, Nealen A, Togelius J. Procedural content generation via machine learning (PCGML). IEEE Transactions on Games. 2018 Jun 12;10(3):257-70

# Resultados Esperados

- Se espera criar um sistema que utiliza o Aprendizado por Reforço Adversarial para gerar fases em jogos 2D, se espera que as fases criadas tenham qualidade de design e possuam uma adaptação de dificuldade dinâmica.
- Além de treinar um agente resolvidor com alta generalização.



Obrigado!

# Aprendizado por Reforço Adversarial para Geração Procedural de Conteúdo em Ambientes 2D

Marcelo Carlos da Fonseca Júnior

Orientador: Luiz Fernando Nunes

Curso: Engenharia de Software