

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO – IC  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MARCELO BARANDELA ABIO

**APLICAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO PARA CRIAÇÃO DE  
MAPAS DE RPG DE MESA**

Maceió-AL

2021

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecário Responsável: Jone Sidney A. de Oliveira – CRB-4 - 1485**

A148a    Abio, Marcelo Barandela  
          Aplicação de Algoritmo Genético para criação de mapas de RPG de mesa. /  
          Marcelo Barandela Abio, - 2021.  
          47 f. : il. col.

Orientador: Dra. Roberta Vilhena Vieira Lopes.  
Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Computação) –  
Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Computação. Maceió, 2021.

Bibliografia: f. 42 - 43.  
Apêndice f. 44 – 47.

1. RPG - Jogo. 2. Algoritmo Genético – Jogo. 3. Mapmaker. 4. Mapas - RPG.  
I. Título.

CDU: 794:004

MARCELO BARANDELA ABIO

**APLICAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO PARA CRIAÇÃO DE  
MAPAS DE RPG DE MESA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao corpo docente do Instituto de  
Computação da Universidade Federal de  
Alagoas. Orientado pela Profa. Dra. Roberta  
Vilhena Vieira Lopes

Maceió-AL

2021


**Folha de Aprovação**

AUTOR: MARCELO BARANDELA ABIO

APLICAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO PARA CRIAÇÃO DE  
MAPAS DE RPG DE MESA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao corpo docente do Instituto de  
Computação da Universidade Federal de  
Alagoas e aprovado em 7 de junho de 2021

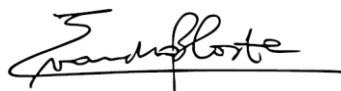
**Orientadora:**



---

Profa. Dra. Roberta Vilhena Vieira Lopes

**Banca Examinadora:**



---

Prof. Dr. Evandro de Barros Costa



---

Prof. Dr. Marcos Vinícius Carneiro Vital

## **Agradecimentos**

À minha família, que me motivaram e tiveram paciência comigo.

À minha orientadora Profa. Dra. Roberta Vilhena Vieira Lopes que me inspirou e me orientou neste curso.

## RESUMO

Em 1974 o lançamento do jogo *Dungeons & Dragons* (D&D) por Gary Gygax e Dave Arneson culminou na criação de um novo gênero de jogo de mesa: o *Role-Playing Game* (RPG). D&D é um jogo de grupo onde um participante desempenha o papel de mestre do jogo (DM, do inglês *Dungeon Master*) enquanto os demais participantes interpretam um personagem cada. O mestre possui a tarefa de narrar os acontecimentos do jogo, ser um árbitro das regras e interpretar os personagens que não são interpretados pelos outros jogadores. Caso se deseje jogar o D&D de maneira tática, com miniaturas e tabuleiros, será necessário que o mestre apresente mapas para delimitar o ambiente de jogo, tendo que ou obter os mapas de terceiros ou criá-los por conta própria. Para auxiliar os mestres no processo de preparação das sessões de jogo, este trabalho tem como objetivo apresentar o *Mapmaker*, uma ferramenta computacional desenvolvida para gerar mapas para os jogos de D&D utilizando algoritmo genético.

**Palavras-chave:** RPG, D&D, Algoritmo Genético, Mapa

## **ABSTRACT**

The release of the Dungeons & Dragons (D&D) game by Gary Gygax and Dave Arneson in 1974 resulted in the creation of a new genre of tabletop game: the Role-Playing Game (RPG). D&D is a group game where one participant exerts the role of the Dungeon Master (DM) while each of the other participants play a character. It is the DM's role to narrate the outcomes of the player's actions, to be a referee of the rules and play the role of other characters the players might encounter. If they wish to play D&D in a tactical manner, with miniatures and a grid, it will be necessary for the DM to present maps that define the game environment, having to obtain the maps by a third-party or create them by themselves. To help Dungeon Masters in the preparation to the game sessions, this paper has as goal present the Mapmaker, a computational tool developed to generate maps for D&D games utilizing genetic algorithm.

**Key-words:** RPG, D&D, Genetic Algorithm, Map

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Uma partida de <i>wargame</i> .....	13
Figura 2- A primeira edição de <i>Dungeons &amp; Dragons</i> lançada em 1974 .....	14
Figura 3 - Uma ficha de personagem .....	16
Figura 4 - Os conjunto de dados utilizado no D&D .....	17
Figura 5 - Mapa de uma cidade .....	19
Figura 6 - Mapa que apresenta vários povoados em uma área selvagem .....	19
Figura 7 – Exemplo de masmorra presente em material oficial, uma mina abandonada .....	20
Figura 8 - Exemplo de masmorra presente em material oficial, um castelo assombrado .....	21
Figura 9 - Fluxograma de um algoritmo genético .....	23
Figura 10 – Representação de uma população, onde cada cromossomo foi atribuído um valor de adaptação.....	25
Figura 11 - Cruzamento de dois cromossomos.....	26
Figura 12 – Mutação de um gene.....	27
Figura 13 – Diagrama de classe do <i>Mapmaker</i> .....	35
Figura 14 – Menu do sistema .....	36
Figura 15 – Exemplo de resultado .....	37
Figura 16 - Exemplo de mapa gerado .....	39



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

RPG - *Role-playing Game*

D&D - *Dungeons & Dragons*

DM - *Dungeon Master*

NPC - *Non-player Character*

AG - Algoritmo Genético

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 – Motivação .....	10
1.2 - Objetivo Geral e Objetivos específicos .....	10
1.3 - Objetivos Específicos .....	10
1.4 - Metodologia Aplicada .....	11
1.5 – Estrutura do Trabalho .....	11
<b>Capítulo 2 - <i>ROLE-PLAYING GAMES</i></b> .....	13
2.1 – Origens .....	13
2.2 – Jogabilidade .....	16
2.3 - Benefícios do RPG .....	18
2.4 – Ambientes .....	18
2.4.1 – Masmorras .....	20
2.4.2 - Criação de masmorras .....	21
<b>CAPÍTULO 3 - ALGORITMOS GENÉTICOS</b> .....	22
3.1 – População .....	23
3.2 – Cromossomo .....	24
3.3 - Função de Adaptação .....	24
3.4 – Seleção .....	25
3.5 – Cruzamentos .....	26
3.6 – Mutação .....	26
3.7 – Substituição .....	27
<b>CAPÍTULO 4 -UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS</b> .....	29
4.1 - Algoritmo Genético para criação do mapa .....	29
4.1.1 - Representação do Conhecimento .....	29
4.1.2 - População Inicial .....	29
4.1.3 – Adaptação .....	30
4.1.4 – Seleção .....	31

4.1.5 – Cruzamento .....	31
4.1.6 – Mutação .....	31
4.2 - Algoritmo Genético para o preenchimento das salas .....	32
4.2.1 - Representação do Conhecimento .....	32
4.2.2 - População Inicial .....	32
4.2.3 – Adaptação .....	32
4.2.4 – Seleção .....	32
4.2.5 – Cruzamento .....	32
4.2.6 – Mutação .....	32
<b>CAPÍTULO 5 – MAPMAKER .....</b>	<b>34</b>
5.1 - Visão Geral .....	34
5.2 - Linguagem Utilizada .....	34
5.3 - Diagrama de Classes .....	34
5.4 – Componentes .....	35
5.5 – Funcionalidades .....	36
5.6 - Exemplos de Uso .....	38
<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES .....</b>	<b>41</b>
6.1 - Considerações Finais .....	41
6.2 - Trabalhos Futuros .....	41
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>44</b>

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - Motivação

Os jogos de tabuleiro podem parecer terem sido deixados de lado com o advento dos videogames, mas eles ainda mantêm o seu espaço. Entre os jogos de tabuleiro estão os *Role Playing Games* (RPGs), onde os jogadores interpretam personagens em um mundo imaginário e criam narrativas colaborativas.

Quando discutimos sobre RPGs é difícil não mencionar *Dungeons & Dragons* (D&D), que não só criou o gênero, como ainda se mantém popular se comparado a outros jogos de seu tipo. Segundo o relatório do Roll20, uma plataforma que permite jogar RPG online, mais de 50% dos jogos que ocorreram na plataforma no quarto trimestre de 2020 eram de D&D, mais especificamente da quinta edição, a versão mais recente do jogo.

Segundo a *Wizard of the Coast*, empresa responsável pelo D&D, o jogo teve em 2019 o ano mais bem sucedido de toda sua história (MORICS, 2019). Na maioria dos RPGs um jogador desempenha o papel de mestre do jogo ou Dungeon Master (DM). Enquanto os demais jogadores assumem o papel de um personagem, o mestre do jogo é responsável por descrever o ambiente, interpretar os demais personagens que podem aparecer na jogatina e ser um árbitro das regras. Isso pode requerer do mestre uma grande quantidade de preparação se comparado aos demais jogadores.

Desde o início do hobby ferramentas foram desenvolvidas para criar conteúdo como geradores de mapas e de personagens para auxiliar os mestres a prepararem seus jogos. Este trabalho propõe uma dessas ferramentas, um gerador de mapas de masmorra.

### 1.2 - Objetivo Geral e Objetivos Específicos

Este trabalho possui o objetivo o desenvolvimento e implementação de um sistema de geração de mapas para uso em jogos de RPG, utilizando algoritmos

genéticos para sugerir um mapa que coincida com os parâmetros delimitados pelo usuário.

Ao desenvolver e implementar o sistema de geração de mapa descrito neste trabalho pretende-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Conseguir gerar de forma automática um mapa de masmorra;
- Criar uma heurística para o algoritmo genético desenvolvido;
- Gerar mapas de masmorras que possam ser utilizados por DMs ao desenvolverem suas sessões de RPG.

#### 1.4 - Metodologia Aplicada

Com mais de 4 (quatro) anos de experiência jogando RPGs por parte do autor deste trabalho, tanto como jogador quanto como mestre, foi percebida a dificuldade e o gasto de tempo para planejar uma sessão de RPG. Surgiu então a ideia de desenvolver uma ferramenta para modelar de forma automática um mapa que possa ser usado para o jogo.

A metodologia utilizada para este trabalho foi uma análise de natureza qualitativa. Foram analisadas as características que um mapa deve apresentar para poder ser utilizado em um jogo de RPG.

#### 1.5 Estrutura do Trabalho

O conteúdo deste trabalho é organizado da seguinte forma: No capítulo 1 são apresentados a motivação, os objetivos gerais e específicos e a metodologia utilizada para o trabalho. No capítulo 2 é dada uma introdução aos RPGs, explicando suas origens, como é realizada uma partida de RPG e como se utilizam os mapas. No capítulo 3 há uma explicação detalhada de algoritmos genéticos, sendo a estratégia utilizada pelo sistema proposto. No capítulo 4 os conceitos de algoritmos genéticos são mapeados para a problemática trabalhada. No capítulo 5 o sistema proposto é descrito e um exemplo de uso é apresentado. No capítulo 6 é realizada uma análise do trabalho feito, suas contribuições e propostas de trabalhos futuros. São apresentadas as referências bibliográficas consultadas para realizar este

trabalho e por fim, são mostrados no apêndice exemplos de mapas que foram gerados pelo sistema.

## CAPÍTULO 2 - ROLE-PLAYING GAMES

### 2.1 - Origens

Os jogos de interpretação de papéis são derivados dos jogos de guerra (*wargames*) que começaram a se popularizar nos Estados Unidos na primeira metade do século XX (PETERSON, 2012). Jogos de guerra são jogos de mesa onde os jogadores montam exércitos de soldados em miniatura e realizam partidas com outros jogadores (Figura 1). Os exércitos em miniatura são dispostos em uma mesa, podendo ser utilizadas maquetes para um maior nível de detalhamento do terreno. Os primeiros jogos de guerra retratavam cenários de conflitos históricos, mas eventualmente jogos foram lançados com temáticas baseadas em mundos de fantasia ou de aspecto futurista.

Figura 1- Uma partida de *wargame*.

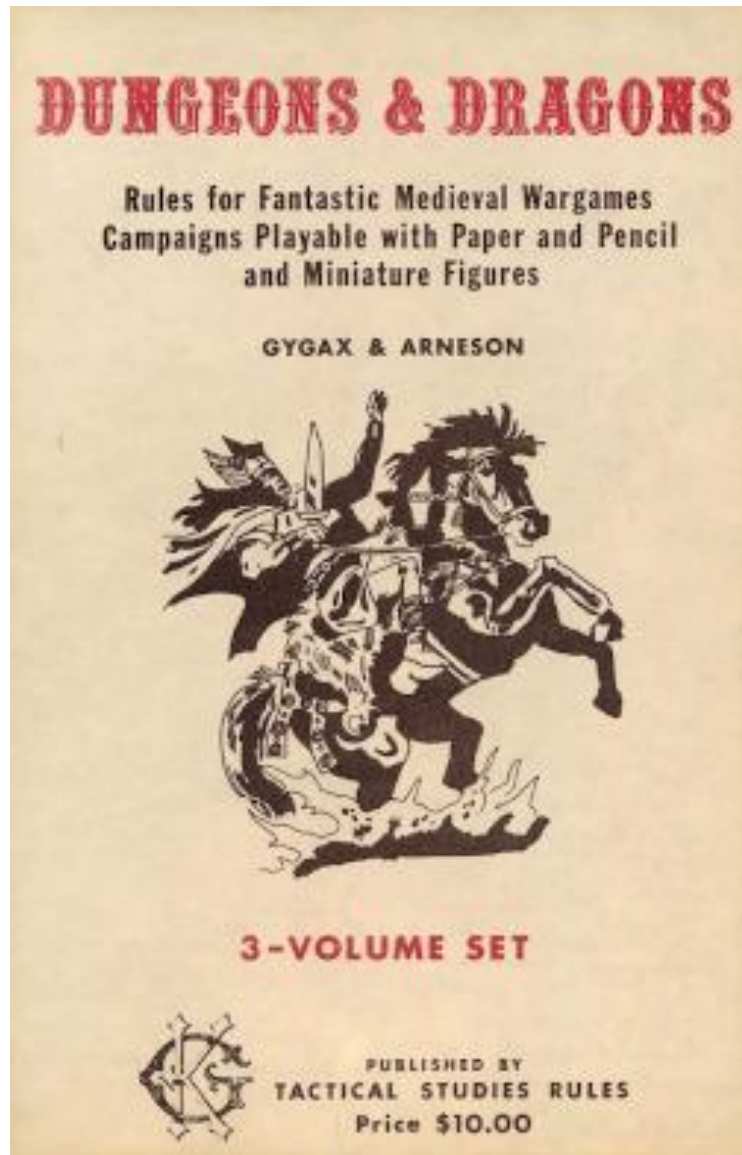


Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Miniature\\_wargaming](https://en.wikipedia.org/wiki/Miniature_wargaming)

Em 1974 Gary Gygax e Dave Anderson publicaram o jogo *Dungeons & Dragons* (Figura 2), um jogo de fantasia medieval baseado nos *wargames* em que ao invés de comandar exércitos inteiros cada jogador controla apenas um personagem. Um dos jogadores desempenha o papel de *Dungeon Master* (DM), ele é responsável por controlar os jogadores não jogáveis (NPCs do inglês *non-player*

*character*) e o ambiente, e por ser o árbitro das regras que serão adotadas na sessão de jogo.

Figura 2- A primeira edição de *Dungeons & Dragons* lançada em 1974.



Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dungeons\\_%26\\_Dragons\\_\(1974\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Dungeons_%26_Dragons_(1974))

Com o tempo se identificou que *Dungeon & Dragons* havia criado um gênero de jogo diferente dos que existiam anteriormente, que passou a se chamar *de role-playing game* (RPG). Com o passar dos anos vários outros RPGs foram desenvolvidos e com diferentes temáticas, como ficção científica (*Traveller*) (*Game Designer's Workshop*, 1982) ou terror gótico (*Vampire the Masquerade*) (*White Wolf*, 1991).




Além de ser consideravelmente o RPG mais popular no mercado, o D&D inspirou diversos jogos que compartilham de sua temática de fantasia medieval e do uso de mapas táticos para exploração de masmorras. Este trabalho terá como foco principal esses sistemas de jogo.

## 2.2 - Jogabilidade

RPGs são geralmente jogados por um grupo de entre 4 e 7 pessoas. Uma dessas pessoas é encarregada de ser o mestre do jogo, que pode possuir um título especial dependendo do sistema como Mestre de Masmorra (*Dungeon Master*) para *Dungeons and Dragons* ou Contador de Histórias (*Storyteller*) para *Vampiro a Máscara*. Os outros jogadores criam personagens que serão seus avatares no jogo.

Em D&D, cada personagem é caracterizado pela sua raça, podendo ser um humano ou um membro de uma raça fantástica como Elfos ou Gnomos; pela sua classe, a vocação do personagem como guerreiro, mago ou clérigo que determina o tipo de habilidades que o personagem possui; e atributos como força e inteligência. A cada atributo é dado um valor numérico que representa o quão apto o personagem é naquele atributo. Esses dados do personagem, além de outras informações como equipamentos e pontos de vida, são registrados em uma folha de papel chamada de ficha do personagem (Figura 3).

Figura 3 - Uma ficha de personagem.



CHARACTER NAME

Fighter 1  
CLASS & LEVEL

Noble  
BACKGROUND

PLAYER NAME

Human  
RACE

Lawful neutral  
ALIGNMENT

EXPERIENCE POINTS

STRENGTH  

+3

16

DEXTERITY  

-1

9

CONSTITUTION  

+2

15

INTELLIGENCE  

+0

11

WISDOM  

+1

13

CHARISMA  

+2

14

INSPIRATION

+2 PROFICIENCY BONUS

17  
ARMOR CLASS

-1  
INITIATIVE

30 feet  
SPEED

Hit Point Maximum 12

CURRENT HIT POINTS

TEMPORARY HIT POINTS

Total 1d10  
HIT DICE

SUCCESSES     
 FAILURES     
DEATH SAVES

+5 Strength  
 -1 Dexterity  
 +4 Constitution  
 +0 Intelligence  
 +1 Wisdom  
 +2 Charisma  
SAVING THROWS

-1 Acrobatics (Dex)  
 +1 Animal Handling (Wis)  
 +0 Arcana (Int)  
 +5 Athletics (Str)  
 +2 Deception (Cha)  
 +2 History (Int)  
 +1 Insight (Wis)  
 +2 Intimidation (Cha)  
 +0 Investigation (Int)  
 +1 Medicine (Wis)  
 +0 Nature (Int)  
 +3 Perception (Wis)  
 +2 Performance (Cha)  
 +4 Persuasion (Cha)  
 +0 Religion (Int)  
 -1 Sleight of Hand (Dex)  
 -1\* Stealth (Dex)  
 +1 Survival (Wis)  
\*See your equipment.  
SKILLS

13 PASSIVE WISDOM (PERCEPTION)

Proficiencies. All armor, shields, simple weapons, martial weapons, playing cards  
 Languages. Common, Draconic, Dwarvish

OTHER PROFICIENCIES & LANGUAGES

Chain mail,\* greataxe, 3 javelins, backpack, blanket, tinderbox, 2 days of rations, waterskin, set of fine clothes, signet ring, scroll of pedigree

\*While wearing this armor, you have disadvantage on Dexterity (Stealth) checks.

25

EQUIPMENT

My flattery makes those I talk to feel wonderful and important. Also, I don't like to get dirty, and I won't be caught dead in unsuitable accommodations.

RESPONSIBILITY. It's the duty of a noble to protect the common people, not bully them.

My greataxe is a family heirloom, and it's by far my most precious possession.

I have a hard time resisting the allure of wealth, especially gold. Wealth can help me restore my legacy.

**Second Wind.** You have a limited well of stamina you can draw on to protect yourself from harm. You can use a bonus action to regain hit points equal to 1d10 + your fighter level.  
 Once you use this feature, you must finish a short or long rest before you can use it again.  
**Fighting Style (Defense).** While you are wearing armor, you gain a +1 bonus to AC. This bonus is already included in your AC.  
**Position of Privilege.** Thanks to your noble birth, people are inclined to think the best of you. You are welcome in high society, and people assume you have the right to be wherever you are. The common folk make every effort to accommodate you and avoid your displeasure, and other people of high birth treat you as a member of the same social sphere. You can secure an audience with a local noble if you need to.

FEATURES & TRAITS

Human fighter (noble), page 1 of 2 TM & © 2014 Wizards of the Coast LLC. Permission is granted to photocopy this document for personal use.

No decorrer do jogo, o DM apresenta uma situação em que os personagens se encontram e cabe aos jogadores declararem o que seus personagens farão nela. Quando o sucesso de uma ação não é garantido ou quando há um elemento de incerteza, são utilizados dados para determinar o resultado (Figura 4). Em D&D o dado mais utilizado é o dado de 20 faces, denominado d20, que possui a forma de um icosaedro. Para determinar o resultado de uma ação, um dado é rolado e o número obtido é adicionado ao valor do atributo mais relevante a ação e comparado a um valor de dificuldade determinado pelo mestre. Se o resultado atingir ou ultrapassar o valor de dificuldade então o personagem realiza a ação com sucesso. Acertar inimigos, destrancar fechaduras ou convencer pessoas de uma mentira são exemplos de ações em que a rolagem de dados se mostra necessária.

Figura 4 – Os conjuntos de dados utilizado no D&D



Fonte: <https://q-workshop.com/en/rpg-dice-sets/1081/classic-rpg-stormy-white-dice-set-7>

Tirando os dados e as fichas para anotar as informações dos personagens, nada mais é estritamente necessário para jogar RPGs. Mesmo assim, materiais como tabuleiros e miniaturas ainda podem ser usados para determinar o posicionamento exato dos personagens e oferecer um elemento tático ao jogo. As regras de D&D enfatizam o uso de um mapa quadriculado para determinar aspectos do jogo, como a movimentação dos personagens e a área de efeito de feitiços.

É importante notar que RPG são jogos de natureza cooperativa e até mesmo o mestre, que determinará desafios e controlará personagens antagônicos, não possui um papel totalmente confrontacional. Além disso, a salvo de objetivos determinados pelo grupo, RPGs não possuem objetivos ou pontos de parada delimitados. É comum grupos jogarem o que é denominado de Campanha, onde uma sessão de jogo é a continuação direta da sessão anterior, resultando em extensas narrativas compostas dos mesmos personagens e mundos.

### 2.3 - Benefícios do RPG

Além de seu aspecto lúdico, também foi constatado que a prática de jogar RPGs pode desenvolver as habilidades sociais e intelectuais dos jogadores.

Kaylor (2017) observou que o RPG pode ajudar adolescentes a desenvolverem suas habilidades de leitura. Já Spinelli (2018) constata que jogadores de RPGs apresentam estatisticamente maiores índices de criatividade se comparado a pessoas que não jogam RPGs.

Também é observada a utilização de RPGs como ferramentas pedagógicas, com exemplos na formação de policiais e oficiais da PM (PONTES, 2017; RIBEIRO, 2016; URPIA; MATTA, 2018) e na escola pública (ALVES; VIANA; MATTA, 2019; COSTA; MATTA, 2020; SOUZA, 2016).

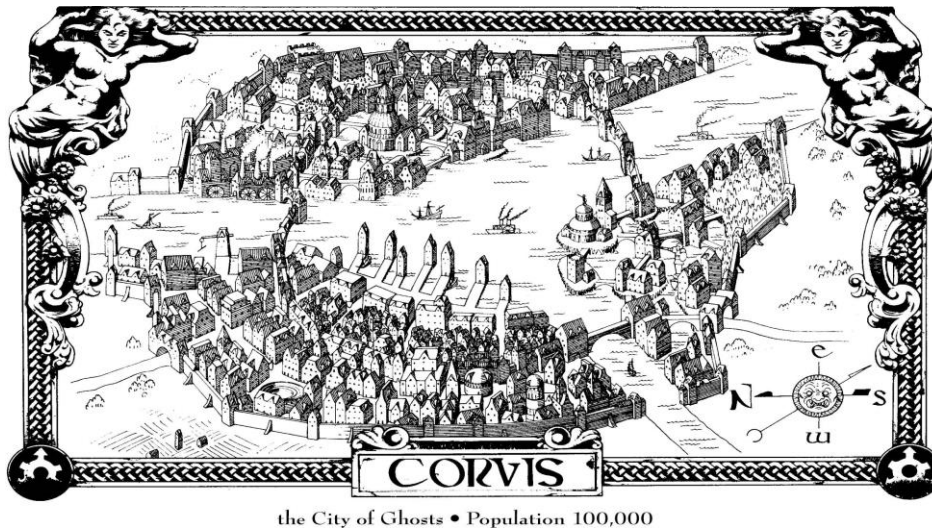
### 2.4 – Ambientes

Cabe ao mestre descrever o ambiente no qual os jogadores se encontram e os personagens que eles irão conhecer. Os jogadores por sua vez descrevem as ações de seus personagens nesse mundo. Devido à natureza fantástica desses mundos esses ambientes podem ser dos mais diversos tipos, mas algumas localidades recorrentes são:

1. Povoados (cidades, acampamentos, vilarejos) - Onde os jogadores podem adquirir suprimentos, coletar informações e interagir com outros personagens de forma geral (Figura 5).

2. Região selvagem (campos, florestas, desertos) - A região fora dos povoados onde os personagens viajam em busca de aventuras (Figura 6).
3. Masmorras (cavernas, criptas) - Lugares confinados onde os personagens enfrentam desafios e buscam recompensas.

Figura 5 - Mapa de uma cidade.



Fonte: Witchfire Trilogy, Privater Press (2001)

Figura 6 - Mapa que apresenta vários povoados em uma área selvagem.



Fonte: Dungeon Master Guide, Wizards of the Coast (2008).

Por serem locais grandes em que a posição de um elemento em relação a outro não precisa ser delimitada de forma precisa, os povoados e a região selvagem

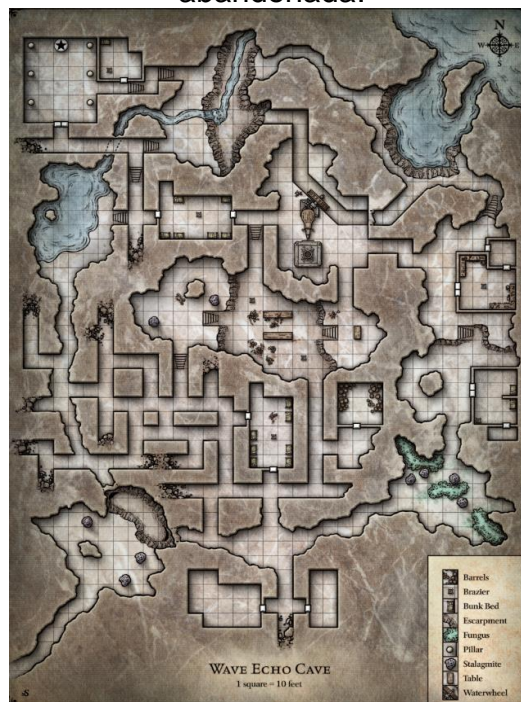


são comumente mostrados somente por meio de descrições ou por mapas ilustrativos. Por outro lado, masmorras tendem a ser espaços onde aspectos como a dimensão e a disposição do espaço são dignos de nota, sendo assim é esperado que o mestre apresente aos jogadores um mapa da masmorra na forma de um tabuleiro, onde os jogadores podem usar miniaturas representando seus personagens para definir suas posições e como eles irão se mover.

#### 2.4.1 – Masmorras

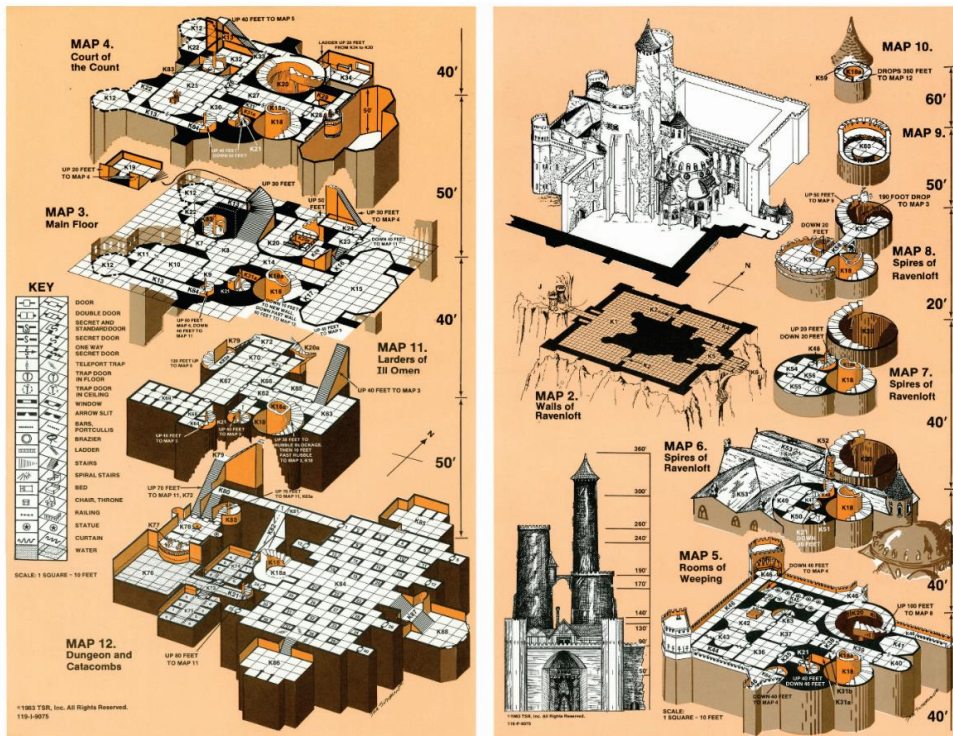
Um modo popular de se jogar D&D é a exploração de Masmorras (*Dungeons*). Em RPGs o termo masmorra é utilizado para descrever ambientes fechados, onde os jogadores exploram suas salas e enfrentam diversos desafios como inimigos e armadilhas, com o intuito de obter tesouros ou objetos mágicos (Figura 7 e 8). Tem como inspirações ambientes similares na mitologia e na literatura, como o labirinto de Creta da mitologia grega que abrigava o Minotauro ou as minas de Moria de O senhor dos Anéis (Tolkien, 1954).

Figura 7 – Exemplo de masmorra presente em material oficial, uma mina abandonada.



Fonte: The Lost Mine of Phandalin, Wizards of the Coast (2014)

Figura 8 - Exemplo de masmorra presente em material oficial, um castelo assombrado.



Fonte: Castle Ravenloft, TSR (1983)

#### 2.4.2 - Criação de masmorras

Criar uma masmorra a partir do zero pode ser uma grande quantidade de trabalho para o *Dungeon Master*, por isso se foi pensado em maneiras para automatizar esse processo.

Já em 1989, o livro do mestre da edição *Advanced Dungeons & Dragons* possuía um apêndice apresentando um sistema para gerar masmorras de forma procedural, onde através de diversas tabelas o mestre poderia gerar várias salas interligadas e os conteúdos que elas possuíam. Um sistema similar se mostra presente no livro do mestre da quinta edição de D&D, a edição mais recente do jogo.

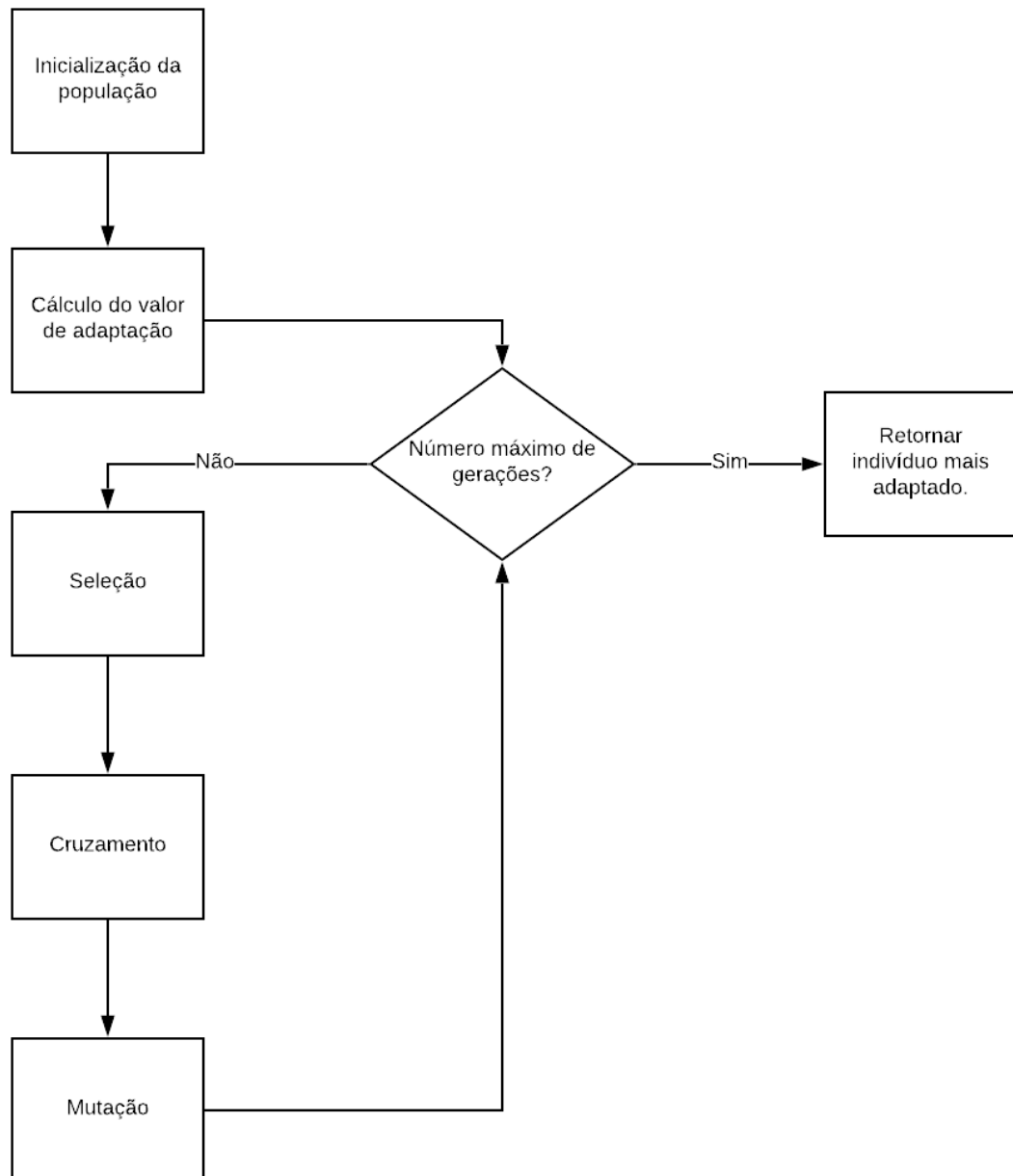
### **CAPÍTULO 3 - ALGORITMO GENÉTICO**

Os algoritmos genéticos são uma abordagem computacional pertencente à classe dos algoritmos evolucionários da Inteligência Artificial (Figura 9). Criados por John Holland na década de 60, os algoritmos genéticos procuram simular o processo de evolução das espécies por seleção natural descrito por Charles Darwin, também recorrendo ao conhecimento atual de Biologia Molecular como a representação do material genético através do DNA e RNA, à combinação de material genética pelo processo de cruzamento e ao surgimento de novas características pela ocorrência de mutações do material genético de um indivíduo.

Atualmente os algoritmos genéticos são aplicados a problemas combinatórios, funcionais ou de otimização. Devido à simplicidade de seu comportamento ele é a abordagem de algoritmo evolucionário mais popular.



Figura 9 - Fluxograma de um algoritmo genético.



Fonte: Autor

### 3.1. População

O algoritmo genético utiliza-se de uma população de cromossomos, um subconjunto das possíveis soluções para o problema. Inicialmente essa população é formada de cromossomos gerados de forma aleatória e, através de ferramentas chamadas de operadores genéticos, os membros dessa população serão

transformados de maneira interativa com o intuito de se obter cromossomos mais adaptados.

Na representação canônica proposta por Holland, a população se mantém com um tamanho fixo de cromossomos através das gerações.

### 3.2 Cromossomo

Cromossomos são representações de uma possível solução para o problema a ser resolvido. Eles são compostos de várias componentes que são chamados de genes.

A forma mais simples de representação de um cromossomo é um vetor binário de tamanho fixo. Esta representação pode não ser ideal para todos os problemas, o que resultou no surgimento de cromossomos representados por vetores alfanuméricos de tamanho fixo.

### 3.3 Função de Adaptação

A função de adaptação atribui um valor ao cromossomo, representando o quão adaptado ele está ao ambiente (Figura 10). Em termos do problema, ela designará o quão bem a solução resolveria o problema. Este é um componente muito importante do algoritmo genético, pois o objetivo de um AG é encontrar um cromossomo que maximize local ou globalmente o valor de adaptação.

Devido à natureza da função de adaptação, é natural usá-la para problemas de maximização. Por outro lado é matematicamente trivial transformar uma função  $f$  por seu valor simétrico  $-f$ , permitindo utilizar o AG para também resolver problemas de minimização.

Figura 10 – Representação de uma população, onde cada cromossomo foi atribuído um valor de adaptação.

1	0	0	1	0	1	1	1	= 54
0	0	0	1	1	0	1	1	= 13
1	1	0	1	0	0	0	1	= 104
0	1	1	1	1	1	0	0	= 45

Fonte: Autor

### 3.4 Seleção

A seleção tem como objetivo escolher quais cromossomos da população atual poderão passar suas características para as próximas gerações.

Diversas estratégias de seleção foram formuladas no decorrer do tempo. A estratégia de seleção elitista, proposta inicialmente por Holland, seleciona somente os cromossomos mais adaptados para gerar descendentes. Esta forma de seleção apresenta alguns problemas, pelo fato de que ela pode limitar o espaço de busca de soluções a uma otimização local dirigida aos cromossomos mais adaptados das gerações iniciais.

Para preservar a diversidade genética da população, foram adotadas abordagens que possibilitam a seleção de cromossomos menos adaptados, entre essas abordagens são possíveis destacar a seleção por roleta e a seleção por torneio.

Na seleção por roleta, o método pode ser retratado como uma roleta com um número de buracos correspondente à quantidade de cromossomos na população, onde cromossomos mais adaptados resultam diretamente em buracos mais largos na roleta. Desta forma, quando a roleta é girada, todos os cromossomos possuem possibilidade de serem escolhidos, mas com a probabilidade favorecendo os cromossomos mais adaptados.

Na seleção por torneio, um subconjunto da população é escolhido aleatoriamente e dentre eles, o cromossomo mais adaptado é selecionado. Por não precisar considerar toda a população, este método de seleção é mais simples de se aplicar, e desempenha melhor com populações grandes se comparado às outras estratégias existentes.

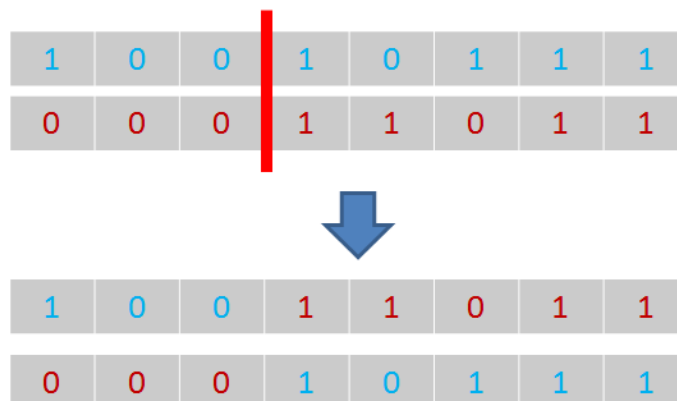
### 3.5 Cruzamentos

Na operação de cruzamento, novos cromossomos são produzidos a partir da combinação de dois cromossomos da população, com o intuito de gerar cromossomos que sejam mais adaptados que seus pais.

A forma mais simples de realizar o cruzamento é utilizando um ponto de corte, onde os cromossomos são cortados a partir de uma posição escolhida aleatoriamente e os descendentes são gerados pela concatenação dos pedaços dos cromossomos pais, respeitando a ordem das partes (Figura 11). Essa estratégia pode ser generalizada para mais de um ponto de corte.

Em uma estratégia de cruzamento proporcional, se garante que os cromossomos gerados possuam metade de seus genes herdados por cada cromossomo pai.

Figura 11 - Cruzamento de dois cromossomos.



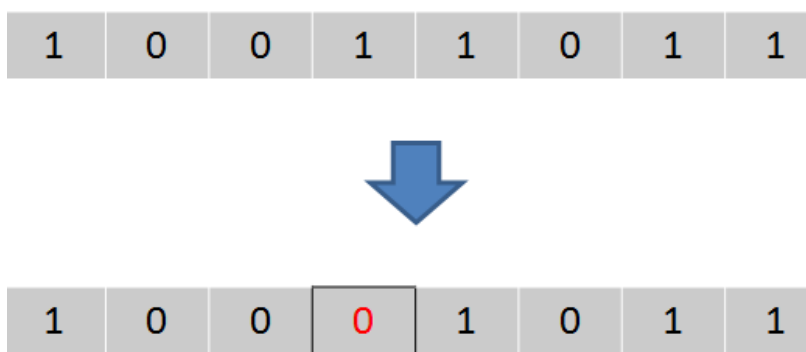
Fonte: Autor

### 3.6 Mutaç o

  dada a pequena probabilidade de que alguns genes de um cromossomo sejam alterados (Figura 12). Isso   realizado com o intuito de manter a diversidade gen tica nos cromossomos da popula o, buscando evitar que o algoritmo fique preso a uma otimiza o local.

O valor do gene pode ser alterado para o seu complemento ou para um valor gerado aleatoriamente.

Figura 12 – Muta o de um gene.



Fonte: Autor

### 3.7 Substitui o

A fun o de substitui o precisa determinar quais cromossomos entre aqueles presentes na popula o atual e entre os gerados pelo algoritmo gen tico far o parte da pr xima gera o.

Diversas estrat gias de substitui o foram propostas, podendo ser categorizadas dependendo se elas realizam sua decis o baseado no valor de adapta o ou na idade dos cromossomos.

Em abordagens focadas no valor de adapta o, a popula o ser  substituída por novos cromossomos somente se eles forem mais adaptados.

Em abordagens focadas no tempo, a informação sobre a idade dos cromossomos é mantida, além de ser definido um tempo de vida máximo que eles podem usufruir. Quando o cromossomo ultrapassa seu tempo de vida ele é removido da população.

## **CAPÍTULO 4 - UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS**

O sistema desenvolvido apresenta dois Algoritmos Genéticos que são realizados em sequência. No primeiro algoritmo genético é gerado um conjunto de mapas de masmorras que podem ser sugeridos para o usuário. No segundo AG, aplicado para cada mapa sugerido, é determinado se cada sala apresenta inimigos ou tesouros, em base nos parâmetros determinados pelo usuário.

Os dois algoritmos são executados em dez gerações, cada uma contendo uma população de dez cromossomos.

### 4.1 Algoritmo Genético para a criação do mapa

#### 4.1.1 Representação do conhecimento

Cada mapa é representado por uma matriz bidimensional de casas de tabuleiro. Cada casa pode pertencer a uma sala, a um corredor ou ser um obstáculo. Em D&D é usada a convenção de que uma casa representa uma área de 1,5 metros quadrados. Salas são retângulos de dimensões variáveis e corredores são trilhas com uma casa de largura que conectam as salas entre si. Uma sala pode estar conectada a vários corredores e corredores podem se bifurcar, tendo a capacidade de se conectar a mais de duas salas. Salas que estiverem adjacentes se conectam sem a necessidade de um corredor.

Cada sala possui marcadores binários representando se ela possui inimigos ou tesouros.

As dimensões da matriz dependem do tamanho do mapa desejado pelo usuário. Sendo 50x50 casas para mapas pequenos, 75x75 casas para mapas médios e 100x100 casas para mapas grandes.

#### 4.1.2 População Inicial

Na criação inicial do cromossomo a matriz bidimensional é preenchida de forma aleatória de salas e corredores, sendo garantido que essa criação gera cromossomos válidos. Evitam-se casos como salas que estão sobrepostas ou salas que não estão conectadas a outras.

#### 4.1.3 Adaptação

A função de adaptação determina os quão bem adaptados estão os cromossomos dentro dos padrões estabelecidos. Cromossomos mais adaptados possuem um placar de adaptação maior.

Mapas que possuem salas que se sobrepõem uma em cima da outra ou possuem salas que não estão conectadas diretamente ou indiretamente com todas as outras salas são dadas um valor nulo de adaptação. Eles não contribuirão para a nova geração.

Para calcular a adaptação de mapas válidos, é dada uma pontuação inicial que é subtraída dependendo da quantidade de características negativas que o mapa apresenta. As características consideradas foram:

- Tamanho dos corredores - A pontuação do mapa é penalizada pelo tamanho de seus corredores. Desta forma, o algoritmo favorece mapas com salas próximas umas das outras e evita mapas grandes apenas por possuir salas distantes.
- Quantidade de corredores - A pontuação do mapa é penalizada pela quantidade de corredores. Desta forma, o algoritmo favorece mapas com poucos corredores e corredores que bifurcam para conectar várias salas. Bifurcações são uma característica interessante para mapas de D&D porque introduzem aos jogadores uma tomada de decisão e proporcionam uma experiência não linear.
- Salas adjacentes - Contrariando os pontos declarados anteriormente, é indesejado que o mapa possua muitas de suas salas adjacentes, sem a presença de corredores, para evitar que os mapas se tornem exageradamente compactos sem apresentar nenhum corredor.



#### 4.1.4 Seleção

O método de seleção utilizado foi o método da roleta, atribuindo pesos aos cromossomos conforme a função de adaptação e selecionando-os de forma aleatória, sendo que cromossomos mais adaptados possuem maiores chances de serem escolhidos.

#### 4.1.5 Cruzamento

Para que seja realizado o cruzamento dos cromossomos, os corredores dos mapas são eliminados e é selecionada uma sala em cada mapa de forma aleatória. Caso o outro mapa possa encaixar essa sala nas mesmas coordenadas em que ela se encontra, as salas são transferidas. Caso já possua salas que ocupem o espaço da sala escolhida é realizada uma nova seleção. Se até três vezes não forem encontradas salas que possam ser transferidas, a operação é cancelada. Depois de realizado o cruzamento os corredores são refeitos.

#### 4.1.6 Mutação

A cada cruzamento, há uma chance de que ocorra uma mutação nos cromossomos gerados. A experimentação demonstrou que 40% é uma boa porcentagem para a ocorrência de mutação, resultando em uma boa diversidade de cromossomos.

No processo de mutação os corredores são removidos e uma das alterações é escolhida aleatoriamente. Ocorrida a mutação os corredores são refeitos.

1. Uma sala é removida
2. Uma nova sala é adicionada.
3. Uma sala é removida e uma nova sala é adicionada.
4. Ocorre apenas uma reformulação dos corredores, sem alterar as salas.

## 4.2 Algoritmo Genético para o preenchimento das salas

### 4.2.1 Representação do conhecimento

Cada sala de um mapa possui dois marcadores binários para representar que a sala possui tesouros ou inimigos.

### 4.2.2 População Inicial

A população inicial é um conjunto de possíveis configurações para os conteúdos das salas de um mapa gerado na etapa anterior. A quantidade de tesouros e inimigos no mapa obedece às especificações delimitadas pelo usuário.

### 4.2.3 Adaptação

O algoritmo valoriza configurações que não possuam mais de 20% de suas salas vazias, sem tesouros nem inimigos.

### 4.2.4 Seleção

O sistema de seleção é o mesmo utilizado para gerar os mapas. É utilizado o método da roleta selecionando cromossomos de forma aleatória com cromossomos mais adaptados tendo mais chances de serem escolhidos.

### 4.2.5 Cruzamento

Após a escolha de dois cromossomos, uma sala é selecionada aleatoriamente de cada um deles, onde é realizada a troca de marcadores de tesouros e inimigos.

### 4.2.6 Mutação

Ao gerar um novo cromossomo, há uma pequena chance dele sofrer mutação. Na operação de mutação, uma sala do mapa é escolhida de forma aleatória para ter

seu marcador de tesouro ou de inimigos mudado. A sala em que a mutação é realizada pode ser diferente da sala escolhida no processo de cruzamento.

## **CAPÍTULO 5 - MAPMAKER**

Baseado nas informações apresentadas foi modelado e desenvolvido o sistema *Mapmaker*, um programa gerador de mapas para uso em RPGs.

### 5.1 Visão Geral

O *Mapmaker* é um sistema que, utilizando algoritmos genéticos, cria um mapa de uma masmorra a partir de parâmetros selecionados pelo usuário.

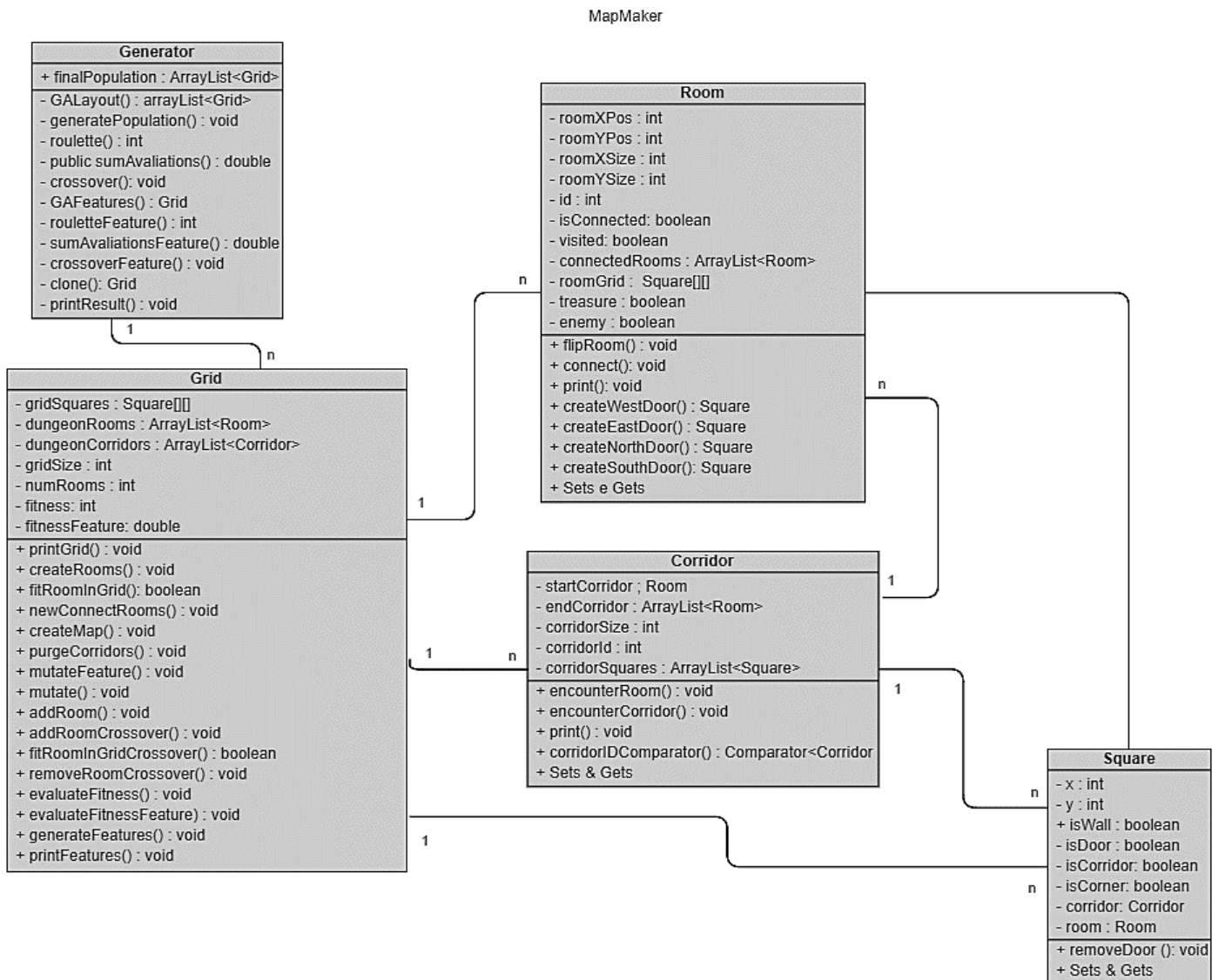
Ele possui como objetivo proporcionar aos mestres de RPG uma forma automática de gerar um mapa de jogo.

### 5.2 Linguagem Utilizada

Para o desenvolvimento do sistema foi utilizado a linguagem Java. A escolha para a utilização dessa linguagem se deu pela familiaridade do autor por ela.

### 5.3 Diagrama de Classes

O diagrama de classe descreve a estrutura do sistema, apresentando os atributos e métodos dos objetos e as relações entre eles (Figura 13).

Figura 13 – Diagrama de classe do *Mapmaker*.

Fonte: Autor.

#### 5.4 Componentes

- *Generator*: A classe principal do programa, onde os parâmetros do mapa são escolhidos pelo usuário e onde o algoritmo genético é realizado.
- *Grid*: A classe que representa o mapa por inteiro.
- *Room*: Representa as salas presentes no mapa.
- *Corridor*: Representa os corredores que ligam as salas.

- *Square*: São os elementos mais básicos do mapa, representando uma casa de tabuleiro.

## 5.5 Funcionalidade

O sistema apresenta um menu onde o usuário decide o tamanho do mapa desejado entre pequeno (5 a 10 salas), médio (10 a 15 salas) ou grande (entre 15 a 20 salas). Também é pedido ao usuário a porcentagem em que as salas deverão possuir tesouros e inimigos, entre 25, 50 e 75 por cento (Figura 14).

Figura 14 – Menu do sistema.

```
Wellcome to Mapmaker. Type the number of the desired option.
What the size of the dungeon?
1 - Small: 5 to 10 rooms.
2 - Medium: 10 to 15 rooms.
3 - Large: 15 to 20 rooms.
1

What is the percentage of rooms that should have enemies?
1 - 25%
2 - 50%
3 - 75%
2

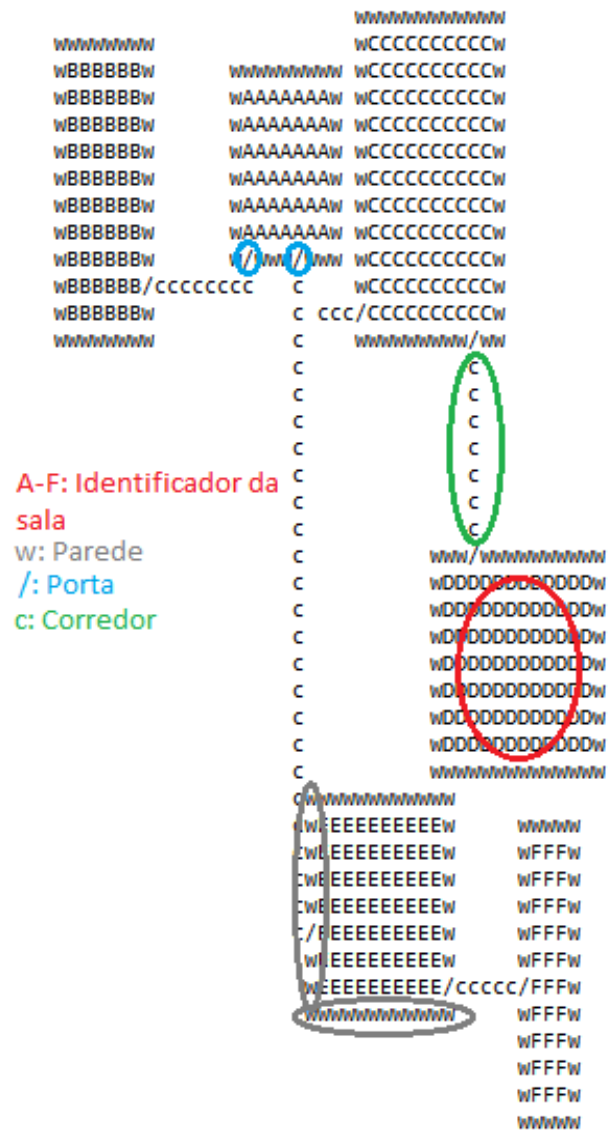
What is the percentage of rooms that should have treasures?
1 - 25%
2 - 50%
3 - 75%
3

Please wait while the maps are created.
w = walls
/ = doors
c= corridors
```

Fonte: Autor

Ao receber as especificações do usuário o sistema apresentará uma seleção de mapas gerados e o conteúdo de suas salas (Figura 15).

Figura 15 – Exemplo de resultado.



Fonte: Autor

### 5.6 Exemplo de Uso

A seguir será demonstrado um exemplo de como dois usuários diferentes podem usar os resultados do *Mapmaker* para ajudá-los a preparar uma masmorra para seus jogos.

Consideremos hipoteticamente dois mestres de RPG, Alex e Bruno. Ambos não possuem muito tempo para preparar uma sessão de jogo e necessitam de uma masmorra pequena para ser explorada em uma sessão. Eles utilizam o *Mapmaker* para gerar um mapa pequeno, com 50% de salas com inimigos e 25% de salas com tesouros. Eles escolhem essa configuração para gerar um mapa em que não haja muitos inimigos, para que os combates não tomem muito tempo de jogo, e que só possua tesouros em alguma de suas salas. Dentre os resultados gerados, eles escolhem o mapa a seguir (Figura 16).



Figura 16 - Exemplo de mapa gerado.

```

          www
          wBBw wwwww
          wBBw wFFFw
          wwww wFFFw
             C wFFFw
             C wFFFw
             C wFFFw
             C wFFFw
             C wFFFw
             C wFFFw
          wwwwwwww/ww wFFFw
          wDDDDDDDDDDw wFFFw
          wDDDDDDDDDDw wFFFw
          wDDDDDDDDDDw wFFFw
          wwwwwwww wDDDDDDDDDDw ww/ww
          WAAAAAAW wDDDDDDDDDD/cccc
          WAAAAAAW wDDDDDDDDDDw
          WAAAAAAW wDDDDDDDDDDw
          WAAAAAAW wDDDDDDDDDDw
          WAAAAAAW wDDDDDDDDDDw
          WAAAAAAW w/wwwwwwwww
          WAAAAAAW C
          WAAAAAA/ccccccccccccccccccccc
          wwwwwwww C C
             C C
             C C
             C C
             C C
             C C
          w/wwwwwwwww C
          WEEEEEEEEEEW C
          WEEEEEEEEEEW www/wwwwwwwww
          WEEEEEEEEEEW WCCCCCCCCCCCCW
          WEEEEEEEEEEW WCCCCCCCCCCCCW
          WEEEEEEEEEEW WCCCCCCCCCCCCW
          WEEEEEEEEEEW WCCCCCCCCCCCCW
          WEEEEEEEEEEW wwwwwwwwwwww
          WEEEEEEEEEEW
          WEEEEEEEEEEW
          wwwwwwwwww

```

ROOM A - Is empty.  
ROOM B - Has treasure  
ROOM C - Has enemies  
ROOM D - Has enemies  
ROOM E - Has enemies and Treasure  
ROOM F - Has enemies

Fonte: autor

Alex pretende transformar o mapa em um complexo de cavernas que serve como um covil de piratas que já atormentaram seus jogadores por bastante tempo, e agora é a vez dos jogadores revidarem. Ele nota que a sala **E** possui inimigos e tesouros, ele decide que essa será a sala onde a tripulação reside e armazena os tesouros roubados. As salas **C**, **D** e **F** são marcadas como tendo inimigos, então serão mais salas que os piratas utilizam para passar o tempo, como alojamentos, refeitório e o pír que guarda o navio. A sala **B** é uma sala menor que possui um

tesouro mas não possui inimigos, que pode ser transformada na cabine do capitão, onde ele guarda as pilhagens mais valiosas (Alex pode seguir a sugestão do sistema ou modificá-la, decidindo se o capitão está ou não em sua cabine.) . Alex decide que a sala **A** é a sala de entrada que os jogadores poderão utilizar para adentrar no covil.

Bruno por outro lado tem planejado para o seu jogo uma aventura em um mausoléu assombrado infestado por mortos-vivos, em que os jogadores precisam adentrar para recuperar um símbolo que ajudará um deles a reivindicar um título de nobreza. A sala **E** que possui tanto inimigos quanto tesouros seria ótima para uma “sala final” onde estará o símbolo que eles procuram. Assim sendo, Bruno decide tornar a sala **B**, que é a mais distante da sala **E**, a entrada para o mausoléu. Ele racionaliza a presença de um tesouro sem inimigos na sala **E** como sendo um artefato que repele mortos-vivos, que foi deixado na entrada para trancá-los e impedir que eles saíssem para o mundo exterior. As demais salas seriam as diversas câmaras do mausoléu, cheias de mortos-vivos. Bruno pode adicionar inimigos à sala **A** para mantê-la consistente com as outras salas do mausoléu ou criar uma explicação do porquê ela estaria vazia.

## CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES

### 6.1 Considerações Finais

O RPG é um hobby que trabalha as habilidades sociais, de criatividade e de raciocínio. Porém, ser um mestre de RPG pode ser cansativo e demandar muito trabalho entre e durante as sessões, tendo que planejar as situações em que o grupo irá se deparar.

A ferramenta computacional apresentada neste trabalho tem como objetivo inspirar e aliviar o trabalho do mestre ao gerar mapas que ele possa utilizar em seus jogos.

### 6.2 Trabalhos Futuros

O *Mapmaker* é um sistema que pode ser expandido de diversas formas, que incluem:

- Desenvolvimento de uma interface gráfica para melhor utilização do sistema e melhor apresentação dos resultados.
- Definir quais inimigos ou tesouros o mapa possui a partir de uma base de dados.
- Acrescentar descrições das salas, com elementos como iluminação e mobiliário.
- Acrescentar armadilhas.
- Acrescentar passagens secretas.
- Permitir a criação de corredores com largura maior do que um quadrado.
- Permitir a criação de labirintos e passagens sem saída;

## REFERÊNCIAS

ALVES; Lynn; VIANA, Helyom; MATTA, Alfredo. **Museus virtuais e jogos digitais**. Novas linguagens para o estudo da história. Salvador: EDUFBA, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/31489/1/museus-virtuais-e-jogos-digitais-RI.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

COSTA, Priscila dos Anjos; MATTA, Alfredo E.R. Desafios e possibilidades na utilização do jogo RPG pedagógico para mediar conflitos. In: MUTIM, Avelar Luiz Bastos; QUEIROZ, Delcele Mascarenhas; SANTOS, Luciano Costa (Orgs.). **Educação, pensamento crítico e emancipação**. 1ed., Salvador: Eduneb, 2020, p. 299-316.

GYGAX, Gary. **Advanced dungeons & dragons**. TSR Hobbies, 1978.

GYGAX, Gary; ARNESON, Dave. **Dungeons and dragons**. Lake Geneva, WI: Tactical Studies Rules, 1974.

HOLLAND, J. H. **Adaptation in natural and artificial systems**. The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, 1975.

KAYLOR, Stefanie LB. Dungeons and Dragons and literacy: The role tabletop role-playing games can play in developing teenagers' literacy skills and reading interests. **Graduate Research Papers**, University of Northern Iowa, 2017. Disponível em: <https://scholarworks.uni.edu/grp/215/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

MILLER, Mark. **The Traveller Book. Game Designer's Workshop**: Bloomington, 1982.

MORICS, Peter. **2019 Was Dungeons & Dragons' Best Year In 46 Year History**. Screen Rant, Apr. 22, 2020. Disponível em: <https://screenrant.com/dungeons-dragons-best-year-sales-ever-wizards-coast/#:~:text=Wizards%20of%20the%20Coast%20has,of%20its%20most%20recent%20edition>. Acesso em: 28 jan. 2021

PETERSON, Jon. **Playing at the world**: A history of simulating wars, people and fantastic adventures, from chess to role-playing games. San Diego: Unreason Press, 2012.

PONTES, Ewerton Carneiro. **Objective Team - Role Playing Game para o sistema de apoio a decisão da escola e aperfeiçoamento de oficiais (OT-RPG / SAD-ESAO)**. 237 fl. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/25205>. Acesso em: 10 abr. 2021.

REIN-HAGEN, Mark; ACHILLI, J. **Vampire: the masquerade**. Stone Mountain, Georgia: White Wolf, 1991.

RIBEIRO, Josete Bispo. **RPG Digital e Segurança Pública**: uma proposta de aplicação pedagógica para instrução policial militar. 247 fl. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/20299>. Acesso em: 10 abr. 2021.

SOUZA, Antonio Lázaro Pereira de. **RPG digital instrumento pedagógico para o ensino da abolição da escravidão na Bahia**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2016, 119 fl. Disponível em: <http://www.saberaberto.uneb.br/jspui/handle/20.500.11896/527>. Acesso em: 10 abr. 2021.

SPINELLI, Lily. **Tabletop Role-Playing Games and Social Skills in Young Adults**. 2018

**The Orr Group Industry Report Q4 2020**: 8 Million Users Edition!. Roll20, Feb 18, 2021. Disponível em: <https://blog.roll20.net/posts/the-orr-group-industry-report-q4-2020-8-million-users-edition/>. Acesso em: 10 abr. 2021

TOLKIEN, J. R. R. **The Lord of the Ring**: Fellowship of the Ring. Genre, 1954.

URPIA, Igor Bacelar da Cruz; MATTA, Alfredo Eurico Rodrigues. RPG Digital: Proposta de qualificação profissional dos policiais militares do Estado da Bahia para atuação nos problemas relacionados ao uso indevido das drogas por crianças e adolescentes. In: **Anais do 24° CIAED**. Congresso Internacional ABED de Educação a Distância, 2018. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2018/anais/trabalhos/5392.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

WIZARDS RPG TEAM et al. **Player's Handbook (Dungeons & Dragons)**. Wizards of the Coast, 2014.





Apêndice C – Exemplo de mapa de tamanho grande.

