

---

Marlon Henry Schweigert

*Análise de arquiteturas de microserviços empregados a jogos  
MMORPG voltada a otimização do uso de recursos de  
gerenciamento de mundos virtuais*

---

Joinville

2018

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**Marlon Henry Schweigert**

**ANÁLISE DE ARQUITETURAS DE MICROSERVIÇOS**  
**EMPREGADOS A JOGOS MMORPG VOLTADA A**  
**OTIMIZAÇÃO DO USO DE RECURSOS DE**  
**GERENCIAMENTO DE MUNDOS VIRTUAIS**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Universidade do Estado de Santa Catarina  
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação

**Charles Christian Miers**  
**Orientador**

Joinville, Junho de 2018

# **ANÁLISE DE ARQUITETURAS DE MICROSERVIÇOS EMPREGADOS A JOGOS MMORPG VOLTADA A OTIMIZAÇÃO DO USO DE RECURSOS DE GERENCIAMENTO DE MUNDOS VIRTUAIS**

Marlon Henry Schweigert

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência da Computação Integral do CCT/UDESC.

Banca Examinadora

---

Charles Christian Miers - Doutor (orientador)

---

Débora Cabral Nazário - Doutora

---

Guilherme Piegas Koslovski - Doutor

# Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

## Resumo

crescente popularização de jogos massivos demanda por novas abordagens tecnológicas a fim de suprir as necessidades dos usuários com menor custo de recursos computacionais. Projetar essas arquiteturas, do ponto de vista da rede, é algo pertinente e impactante para o sucesso desses jogos. O objetivo deste trabalho é propor uma análise voltada a identificar abordagens para otimização dos recursos computacionais consumidos pelas arquiteturas identificadas. Esse objetivo será atingido após realizar uma pesquisa referenciada, seguida de uma análise das principais arquiteturas e, preferencialmente, a execução de simulações usando uma nuvem computacional para auxiliar na identificação de gargalos de recursos. Os resultados obtidos auxiliarão provedores de serviços *Massively multiplayer online role-playing game* (MMORPG) a reduzir gastos de manutenção e melhorar a qualidade de tais serviços.

**Palavras-chaves:** Arquitetura de microsserviços, Desenvolvimento de jogos, Rede de jogos, Jogos massivos, Otimização de recursos, Nuvens computacionais

# Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

**Keywords:** Cloud computing, Traffic characterization, Management network, Traffic monitoring system, Performance analysis, OpenStack.

# Sumário

<b>Lista de Figuras</b>	<b>5</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>6</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b>	<b>7</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>8</b>
<b>2 Fundamentação Teórica</b>	<b>9</b>
2.1 Jogos Eletrônicos . . . . .	9
2.1.1 Árvore de gêneros de jogos eletrônicos . . . . .	10
2.2 Jogos Massivos . . . . .	13
2.3 Arquitetura de Serviços MMORPG . . . . .	14
2.4 Arquitetura de Microserviços . . . . .	14
2.5 Arquitetura de Microserviços para jogos MMORPG . . . . .	14
2.5.1 Protocolos Utilizados . . . . .	15
2.6 Trabalhos Relacionados . . . . .	15
<b>3 Proposta para caracterização de tráfego</b>	<b>16</b>
<b>4 Considerações &amp; Próximos passos</b>	<b>17</b>
<b>Referências</b>	<b>18</b>

## Lista de Figuras

2.1	Árvore de gêneros simplificada. . . . .	10
-----	---	----



## Lista de Tabelas

## Lista de Abreviaturas

**CPU** *Central Processing Unit*

**FPS** *First-person shooter*

**MHz** *Mega-hertz*

**MMO** *Massively multiplayer online*

**MMORPG** *Massively multiplayer online role-playing game*

**MOBA** *Multiplayer online battle arena*

**NPCs** *Non-Playable Characters*

**NTSC** *National Television System Committee*

**RAM** *Random Access Memory*

**RPG** *Role-playing game*

**RTS** *Real-time strategy*

**TPS** *Third-person shooter*

**TIA** *Television Interface Adapter*

**POF** *Point of View*

# 1 Introdução

INTRODUÇÃO

## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Jogos Eletrônicos

O primeiro sistema de entretenimento interativo foi construído em 1947, utilizando como base de exibição um tubo de raios catódicos, criado por Thomas Goldsmith Jr. e Estle Ray Mann. Essa criação foi patenteada em janeiro de 1948, datando então o início dos jogos eletrônicos (ADAMS, 2014; GOLDSMITH, 1947).

O jogo eletrônico, ou entretenimento interativo, é uma atividade intelectual que integra um sistema de regras, na qual utiliza tal sistema a fim de definir seus objetivos ou pontuação por meio de um computador a fim de despertar alguma emoção ao jogador (HANNA, 2015). Os jogos eletrônicos são aplicações convencionais, que executam sobre algum sistema operacional ou hardware proprietário. O sistema operacional, hardware ou base de execução da aplicação gráfica define a sua plataforma, *e. g.*, Linux, Windows, PS4, XBox, Web (ADAMS, 2006).

Inicialmente os jogos eram implementados de forma simples por conta do hardware limitado dos anos 80. As implementações de jogos para videogames eram desenhadas diretamente para algum hardware proprietário, sem sistema operacional, por muitas vezes sem utilizar comunicação por rede ou memória de disco (ADAMS, 2006). Já os jogos de computadores, a qual tinham acesso a rede, eram inviabilizados pelo custo de manutenção de tais serviços (ADAMS, 2006). Na década de 80, o videogame Atari foi uma plataforma popular, vendendo 30.000 cópias contra apenas 2.000 cópias do seu concorrente Intellivision (YARUSSO, 2006). A sua especificação era:

- *Central Processing Unit* (CPU) com 1.19 *Mega-hertz* (MHz)
- Processador de áudio e vídeo dedicado *Television Interface Adapter* (TIA), permitindo a alteração de 40 x 192 pixels a cada frame usando a tecnologia *National Television System Committee* (NTSC) e 2 canais de som monofônico com 4 bits de intonação e 1 bit de volume.
- 128 bytes de memória *Random Access Memory* (RAM), podendo ser expandido com

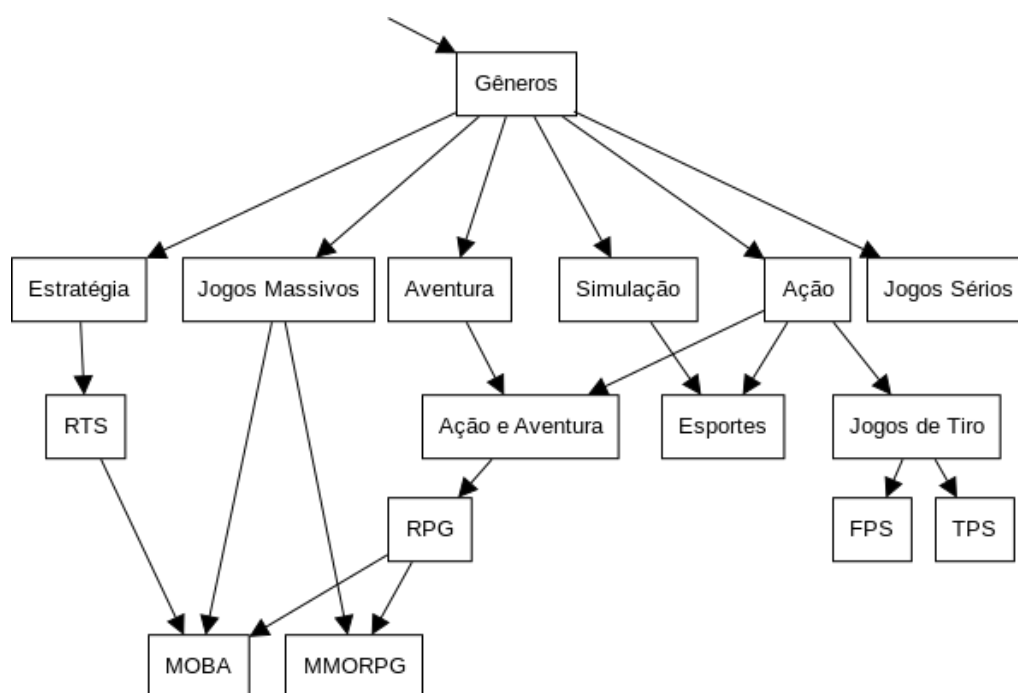
o cartucho.

- Os cartuchos podem ter, no máximo, 4 kB de capacidade.

Com o crescente recurso computacional disponível em computadores pessoais e videogames após os anos 90, desenvolvedores criaram novos estilos de jogos que utilizavam a comunicação entre computadores. Jogos como Habitat<sup>1</sup>, Tibia<sup>2</sup> e Runescape<sup>3</sup> começam a utilizar, como requisito básico do jogo, a comunicação com a rede. Tais jogos popularizaram os jogos do gênero *Massively multiplayer online* (MMO), deixando de ser aplicações locais para ser clientes de um serviço arquitetado na Internet (ADAMS, 2006; ADAMS, 2014).

### 2.1.1 Árvore de gêneros de jogos eletrônicos

Figura 2.1: Árvore de gêneros simplificada.



Adaptado de: (ADAMS, 2006)

Um gênero de jogo eletrônico é uma categoria específica para agrupar estilos de jogabilidade parecidos. Porém, gêneros não definem definitivamente o conteúdo expresso em algum título, mas sim um desafio comum presente no título analisado (ADAMS,

<sup>1</sup>Habitat: <http://www.mobygames.com/game/c64/habitat/credits>

<sup>2</sup>Tibia: <http://www.tibia.com/>

<sup>3</sup>Runescape: <https://www.runescape.com>

2006; HANNA, 2015). Cada gênero de jogo contém várias variações, para uma melhor classificação. A árvore pode ser visualizada pelo diagrama na figura 2.1.

- **Estratégia:** Jogos de estratégia são focados em uma jogabilidade que exija cuidado e planejamento. Neste gênero, o jogador tem uma boa visualização do mundo, controlando indiretamente as suas tropas disponíveis (ROLLINGS; ADAMS, 2003).
  - *Real-time strategy* (RTS): Esse subgênero indica que as jogadas dos jogadores não são atômicas. É comum encontrar modos de jogo ora contra uma inteligência artificial ora contra jogadores em modo online. Esse gênero tornou-se popular com grandes torneios do jogo StarCraft II<sup>4</sup>
- **Jogos Massivos:** Esse gênero categoria de jogos preza pela interação com outros jogadores em um mundo compartilhado. SecondLife<sup>5</sup> é um jogo focado na interação social, focado no comércio e social de um mundo fictício criado pela comunidade (KLEINA, 2018).
  - *Multiplayer online battle arena* (MOBA): Esse subgênero é popular por grandes títulos como Dota 2<sup>6</sup> e League of Legends<sup>7</sup>. O jogo League of Legends obteve 100 milhões de usuários ativos em 2016 (STATISTA, 2018), além de ter um torneio nacional e mundial (SPORTV, 2018). Este jogo coloca um número fixo de jogadores separados em dois times, no qual o time com maior estratégia de posicionamento e gerenciamento de recursos em equipe ganha a partida.
  - MMORPG: Esse gênero herda características dos jogos *Role-playing game* (RPG) diretamente, porém com interações em um mundo onde outros jogadores também estão jogando. Um título popular para esse gênero é o jogo Word of Warcraft<sup>8</sup>. Esse gênero será melhor abordado na seção 2.2.
- **Aventura:** Este jogo é caracterizado por desafios envolvendo ações com diversos *Non-Playable Characters* (NPCs) ou com o ambiente. É comum nesses jogos a única interação ser somente por terminal (os primeiros jogos do gênero nos anos 80) ou atualmente somente com mouse e cenários estáticos.

---

<sup>4</sup>StarCraft II: <https://starcraft2.com/>

<sup>5</sup>SecondLife: <https://www.secondlife.com/>

<sup>6</sup>Dota 2: <http://br.dota2.com/>

<sup>7</sup>League of Legends: <https://br.leagueoflegends.com/pt/>

<sup>8</sup>Word of Warcraft: <https://worldofwarcraft.com/pt-br/>

- Ação e Aventura: Esse gênero herda características da categoria de Ação e Aventura. O jogador é imerso em um mundo para interagir com o ambiente e com NPCs, além de se preocupar com a movimentação no cenário. Um grande título desse gênero é a série de jogos nomeada *The Legend of Zelda*<sup>9</sup>.
- Simulação: Essa categoria de jogos são desenhados sobre aspectos reais ou fictícios da realidade. Temas comuns nessa super categoria são jogos de construção e gerenciamento, animais de estimação ou vida social e simulação de veículos. Nesses jogos se faz comum partidas geradas proceduralmente contra o computador ou em um conjunto de regras fixo, sem a necessidade da conexão com a Internet.
  - Esportes: Essa subcategoria da simulação trata somente da simulação de esportes, onde o(s) time(s) podem ser controlados tanto por uma inteligência artificial quanto por jogadores online. O jogo FIFA<sup>10</sup> é um título popular nesse segmento.
- Ação
  - Jogos de Tiro: Em jogos de tiro, o jogador usa um número finito de armas para executar ações a distância. Essa categoria de jogos contém conteúdo de violência, geralmente caracterizado por jogos de 16 anos na classificação indicativa do Brasil (TRINDADE, 2018).
    - \* *First-person shooter* (FPS): Nessa subcategoria, o jogo utiliza o método de gravação conhecido como *Point of View* (POV). Nesse método, o modo de exibição do mundo é dado como a visão de um personagem do jogo, onde o personagem não tem visão de si próprio se não por reflexos (HANNA, 2015).
    - \* *Third-person shooter* (TPS): Diferente dos jogos FPS, os jogos TPS utilizam cameras soltas no cenário onde o jogador é visível na cena.
- Jogos sérios: Esse gênero de jogo tem como objetivo transmitir um conteúdo educacional. O jogo *Sherlock Dengue 8* (BUCHINGER, 2014) é um título desenvolvido com o objetivo de conscientizar os problemas e a prevenção da Dengue no Brasil.

---

<sup>9</sup>The Legend of Zelda: <https://www.zelda.com/>

<sup>10</sup>FIFA: <https://www.easports.com/br/fifa>

## 2.2 Jogos Massivos

Jogos MMORPG são utilizados como negócio viável e lucrativo, sendo que experiência de jogabilidade na qual o usuário final será submetido é um fator crítico para o sucesso. O mercado de jogos MMORPG vem crescendo desde 2012 (BILTON, 2011), sendo no ano de 2016 um dos mais lucrativos (STATISTA, 2016). A sua projeção para 2018 é que sejam arrecadados mais de 30 bilhões de dólares americanos com esta categoria de jogos (STATISTA, 2017), um aumento de 20% a mais sobre o ano de 2016.

MMORPG são jogos de interpretação de papéis massivos, originados dos gêneros RPG. A principal característica desse estilo de jogo é a comunicação e representação virtual de um mundo fantasia no qual cada jogador pode interagir com objetos virtuais compartilhados ou tomar ações sobre outros jogadores em tempo real, tendo como principais objetivos a resolução de problemas conforme a sua regra de *design*, o desenvolvimento do personagem e a interação entre os jogadores (HANNA, 2015).

Um jogo MMORPG é arquitetado em duas partes (KIM; KIM; PARK, 2008):

- **Serviço:** É o macrosserviço que implementa as regras de negócio e requisitos do jogo. O serviço disponibiliza uma interface com ações possíveis ao cliente sobre algum protocolo de rede.
- **Cliente:** Cliente é a aplicação que realizará as requisições com a interface do macrosserviço, exibindo o estado de jogo de forma imersiva ao jogador.

Um jogo MMORPG é arquitetado em duas partes (KIM; KIM; PARK, 2008):

- **Serviço:** É o macrosserviço que implementa as regras de negócio e requisitos do jogo. O serviço disponibiliza uma interface com ações possíveis ao cliente sobre algum protocolo de rede.
- **Cliente:** Cliente é a aplicação que realizará as requisições com a interface do macrosserviço, exibindo o estado de jogo de forma imersiva ao jogador.

A maioria dos jogos MMORPG disponíveis no mercado estão implementados sobre uma arquitetura que executa sobre diversos servidores (WILLSON, 2017), nos quais o desempenho destes servidores influencia tanto na experiência de jogabilidade do usuário final, quanto no custo de manutenção destes serviços (HUANG; YE; CHENG, 2004). Em



especial, o presente trabalho tratará com maiores detalhes as arquiteturas utilizadas no serviço dessa categoria de jogos.

## 2.3 Arquitetura de Serviços MMORPG

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## 2.4 Arquitetura de Microserviços

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## 2.5 Arquitetura de Microserviços para jogos MMORPG

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

### 2.5.1 Protocolos Utilizados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## 2.6 Trabalhos Relacionados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## **3 Proposta para caracterização de tráfego**

CAP 3

## 4 Considerações & Próximos passos

CONCLUSÃO

## Referências

- ADAMS, A. R. E. *Fundamentals of Game Design (Game Design and Development Series)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 2006. ISBN 0131687476.
- ADAMS, E. *Fundamentals of Game Design*. New Riders Publishing, 2014. ISBN 978-032192967-9. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Fundamentals-Game-Design-Ernest-Adams/dp/0321929675>>.
- BILTON, N. *Search Bits SEARCH Video Game Industry Continues Major Growth, Gartner Says*. 2011. Acessado em: 19/01/2018. Disponível em: <<https://bits.blogs-nytimes.com/2011/07/05/video-game-industry-continues-major-growth-gartner-says/>>.
- BUCHINGER, D. *Sherlock Dengue 8: The Neighborhood - Um jogo sério colaborativo-cooperativo para combate à dengue*. 2014. Online; accessed 17. Apr. 2018. Disponível em: <[http://www.udesc.br/arquivos/cct/id\\_cpmenu/1024-/diego\\_buchinger\\_1\\_15167055468902\\_1024.pdf](http://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/1024-/diego_buchinger_1_15167055468902_1024.pdf)>.
- GOLDSMITH, T. "Cathode-ray tube amusement device". 1947. "Online; accessed 15. Apr. 2018". Disponível em: <<https://patents.google.com/patent/US2455992>>.
- HANNA, P. *Video Game Technologies*. 2015. Acessado em: 19/01/2018. Disponível em: <<https://www.di.ubi.pt/~agomes/tjv/teoricas/01-genres.pdf>>.
- HUANG, G.; YE, M.; CHENG, L. Modeling system performance in mmorpg. In: *IEEE Global Telecommunications Conference Workshops, 2004. GlobeCom Workshops 2004*. Northwestern University, USA: IEEE, 2004. p. 512–518.
- KIM, J. Y.; KIM, J. R.; PARK, C. J. Methodology for verifying the load limit point and bottle-neck of a game server using the large scale virtual clients. In: *2008 10th International Conference on Advanced Communication Technology*. Phoenix Park, Korea: IEEE, 2008. v. 1, p. 382–386. ISSN 1738-9445.
- KLEINA, N. *8 dos maiores mundos virtuais que já conhecemos*. 2018. [Online; accessed 17. Apr. 2018]. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/internet/129103-habbo-second-life-8-maiores-mundos-virtuais-conhecemos.htm>>.
- ROLLINGS, A.; ADAMS, E. *Andrew Rollings and Ernest Adams on Game Design*. New Riders, 2003. (NRG Series). ISBN 9781592730018. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Qc19ChiOUI4C>>.
- SPORTV. *League of Legends ganha torneio de fim de ano organizado pela ABCDE*. 2018. [Online; accessed 17. Apr. 2018]. Disponível em: <<https://sportv.globo.com/site/e-sportv/noticia/league-of-legends-ganha-torneio-de-fim-de-ano-organizado-pela-abcde-ghhtml>>.
- STATISTA. *Statistics and Facts on MMO/MMORPG gaming*. 2016. Acessado em: 19/01/2018. Disponível em: <<https://www.statista.com/topics/2290/mmo-gaming/>>.

STATISTA. *Games market revenue worldwide in 2015, 2016 and 2018, by segment and screen (in billion U.S. dollars)*. 2017. Acessado em: 19/01/2018. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/278181/video-games-revenue-worldwide-from-2012-to-2015-by-source/>>.

STATISTA. *LoL player share by region 2017*. 2018. Online; accessed 17. Apr. 2018. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/711469/league-of-legends-lol-player-distribution-by-region>>.

TRINDADE, A. *Classificação Indicativa - Ministério da Justiça*. 2018. Online; accessed 17. Apr. 2018. Disponível em: <<http://www.justica.gov.br/seus-direitos/classificacao>>.

WILLSON, S. C. *Guild Wars Microservices and 24/7 Uptime*. 2017. Disponível em: <[http://twvideo01.ubm-us.net/o1/vault/gdc2017/Presentations/Clarke-Willson\\\_Guild Wars 2 microservices.pdf](http://twvideo01.ubm-us.net/o1/vault/gdc2017/Presentations/Clarke-Willson\_Guild Wars 2 microservices.pdf)>.

YARUSSO, A. *2600 Consoles and Clones*. 2006. Disponível em: <<http://www.atariage.com/2600/archives/consoles.html>>.