

Análise das potencialidades dos ambientes de jogos em nuvem e o cenário brasileiro

Leandro Carlos Fernandes¹Lucas Russo Nogueira²

¹Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo – SP – Brazil

²Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) – São Paulo – SP - Brazil

lu.rag@hotmail.com, leandro.fernandes@mackenzie.br

ABSTRACT

Cloud gaming is a new way to deliver high-quality gaming experience to players anywhere, anytime. In cloud games, sophisticated gaming software is developed on powerful servers in data centers, rendered game scenes are transmitted to players over the Internet in real time, and players use lightweight software created on heterogeneous devices to interact with games. In search of the proliferation of high-speed and cloud-based networks, cloud games have attracted enormous weightings both in the university and in the industry since the late 2000s. covering cloud gaming platforms, optimization techniques and commercial cloud gaming services. Readers will see an overview of cloud gaming research and will become familiar with recent developments in this area and the context of Brazil in this area.

RESUMO

O jogo em nuvem é uma nova maneira de oferecer experiência de jogo de alta qualidade para os jogadores em qualquer lugar e a qualquer hora. Em jogos em nuvem, softwares sofisticados de jogos são executados em servidores poderosos sem data centers, cenas de jogo renderizadas são transmitidas para jogadores pela Internet em tempo real, e os jogadores usam softwares leves executados em dispositivos heterogêneos para interagir com os jogos. Devido à proliferação de redes de alta velocidade e computação em nuvem, os jogos em nuvem têm atraído enormes atenções tanto na universidade quanto na indústria desde o final dos anos 2000. Neste artigo, foram analisadas as mais recentes pesquisas de jogos em nuvem de diferentes aspectos, abrangendo plataformas de jogos em nuvem, técnicas de otimização e serviços comerciais de jogos em nuvem. Os leitores terão a visão geral da pesquisa de jogos em nuvem e se familiarizarão com os recentes desenvolvimentos nesta área e contextualização do Brasil nesta área.

1. INTRODUÇÃO

Jogos em nuvem referem-se a uma nova maneira de entregar jogos de computador aos usuários, onde jogos complexos computacionalmente são executados em servidores de nuvem poderosos, as cenas de jogo renderizadas são transmitidas pela Internet para jogadores com clientes em dispositivos heterogêneos, e os eventos de controle de dispositivos de entrada são enviados de volta para servidores em nuvem para interações.

Plataforma de jogos em nuvem executam programas de jogos de computador, que podem ser aproximadamente divididos em dois componentes principais: (i) lógica de jogo que é responsável por converter comandos gamer em interações no jogo, e (ii) renderizador de cena que gera cenas de jogo em tempo real.

1.1 Contextualização e Relevância do Tema

No final dos anos 2000, começamos a ver serviços de nuvem oferecidos por startups, como *OnLive*, *Gaikai*, *G-cluster* e *Ubitus*. Também testemunhamos que *Gaikai* foi adquirido pela *Sony*, que é um grande desenvolvedor de consoles de jogos. Isso foi seguido pela concorrência entre o *PlayStation Now (PS Now)* da *Sony* e o Serviço de *Streaming* de Jogos *grid* da *Nvidia*, o que aquece ainda mais o mercado de jogos em nuvem.

A enorme popularidade dos jogos em nuvem pode estar em homenagem a várias vantagens potenciais para jogadores, desenvolvedores e provedores de serviços. Para os jogadores, o jogo em nuvem permite que eles: (i) tenham acesso aos seus jogos em qualquer lugar e a qualquer hora, (ii) comprar ou alugar jogos sob demanda, (iii) evitar atualizar regularmente seu *hardware*, e (iv) desfrutar de recursos exclusivos, como a classificação entre computadores clientes durante as sessões de jogo, observar torneios em andamento e compartilhar replays de jogos com amigos.

Para os desenvolvedores de jogos, o jogo em nuvem permite que eles: (i) se concentrem em uma única plataforma, que por sua vez reduz os custos de portabilidade e teste, (ii) contornar varejistas para margens de lucro mais altas, (iii) alcançar mais jogadores, e (iv) evite a pirataria, pois o *software* do jogo nunca é baixado para computadores clientes. Para provedores de serviços, jogos em nuvem: (i) leva a novos modelos de negócios, (ii) criação de mais demandas sobre recursos de nuvem já implantados, e (iii) demonstram potencial de outros/novos

aplicativos de execução remota, uma vez que os jogos em nuvem impõem as restrições mais rigorosas aos diversos recursos de computação e rede.

O Brasil possui um mercado em pleno desenvolvimento e com grande potencial de crescimento para os jogos eletrônicos na nuvem. Na última década, grandes empresas deste mercado surgiram em diversas regiões do Brasil, como a *Aquiris* em Porto Alegre, a *Wildlife Studios* em São Paulo, a *Yupi Devshop* na Paraíba, e também a *Black River Studios* localizada em Manaus. Desde o início deste setor em território nacional, com a fundação da Associação Brasileira das Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos (Abragames), o Brasil se tornou o quinto maior mercado do mundo em jogos digitais. (Zambon & Carvalho, 2017; Fleury et al. 2014)

1.2 Objeto de Pesquisa

Apesar das grandes oportunidades dos jogos em nuvem, vários desafios cruciais devem ser enfrentados pela comunidade de pesquisa antes que ele atinja todo o seu potencial para atrair mais jogadores, desenvolvedores de jogos e provedores de serviços. Resumimos o aspecto mais importante da seguinte forma. Em primeiro lugar, as formas de jogos em nuvem devem ser construídas para avaliações abrangentes, e deve servir tanto para o propósito do desenvolvedor, como para o jogador. Apesar do potencial brasileiro de se tornar um grande desenvolvedor de jogos eletrônicos, o impacto da falta de infraestrutura de qualidade e a indisponibilidade de um sistema de internet de alta qualidade, restringem o alcance dos jogos em nuvem e *multiplayer*. Assim, como o desenvolvimento de jogos em nuvem, pode otimizar o trabalho do desenvolvedor? Qual a vantagem para o cliente? Há algum impeditivo que dificulte a instrução deste conhecimento?

Os comandos gamer vêm do intérprete de comando, e as cenas do jogo são capturadas pelo captador de vídeo em vídeos, que são então compactados por codificador de vídeo. O intérprete de comando, o captador de vídeo e o codificador de vídeo são todos implementados como partes da plataforma de jogos em nuvem. É um cliente com requisitos simples, porque apenas são necessários dois componentes de baixa complexidade: (i) receptor de comando, que se conecta aos controladores do jogo, como *gamepads*, *joysticks*, teclados e *mouses*, e (ii) decodificador de vídeo, que pode ser realizado usando chips decodificados massivamente. As comunicações entre a plataforma de jogos em nuvem e clientes finos são sobre a Internet de melhor esforço, o que, por sua vez, torna o suporte a jogos de computador em tempo real bastante desafiador.

1.3 Objetivos do Estudo

Através de uma revisão sistemática, estudar os recursos oferecidos pelos diferentes provedores de computação em nuvem para o desenvolvimento de jogos digitais bem como os possíveis modelos de desenvolvimento e buscar publicações nacionais de sistemas, desenvolvimento e jogos na nuvem. Buscar apresentar os benefícios do desenvolvimento de Jogos na Nuvem e elencar os principais ganhos com a implementação e melhoria do processo de desenvolvimento de jogos na nuvem.

1.4 Justificativa

Os jogos em nuvem fornecem um novo conceito de organização de jogos online, onde o jogo é completamente armazenado e jogado em um servidor localizado em uma nuvem. Um vídeo de alta definição é enviado ao cliente e os comandos do usuário são enviados ao servidor. O conceito de jogos em nuvem tem o potencial de resolver a maioria dos problemas acima, porque não requer um dispositivo cliente poderoso (dispositivos móveis são suficientes), não exige nenhuma competência adicional dos usuários (os jogos estão localizados na nuvem), permite maior facilidade no acesso e uso dos jogos mais novos e mais avançados graficamente pelos clientes.

Portanto, o uso de jogos em nuvem para entrega de conteúdo de jogos poderia ser uma solução que pode proporcionar todos os benefícios, removendo as principais desvantagens e desafios. Mesmo assim, este conceito traz uma série de desafios de pesquisa relacionados à otimização de streaming de vídeo interativo com base nos recursos de computação e rede disponíveis com o objetivo de maximizar a qualidade geral da experiência.

1.5 Delimitação do Estudo

A delimitação de estudo se dá por forma temporal, o estudo foi realizado nos dez últimos anos e por categoria de profissionais, onde os desenvolvedores de software serão base na pesquisa.

1.6 Organização do Estudo

Este projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) está organizado conforme os capítulos descritos a seguir:

Além deste capítulo 1, de Introdução, têm-se ainda os capítulos descritos na sequência. Na Seção 2, é apresentada uma visão geral das vantagens e questões atuais do uso de jogos em

nuvem. Os jogos em nuvem são descritos em detalhes na Seção 3. A seção 4 apresenta a discussão sobre os problemas de desenvolvimento de jogos e como os jogos em nuvem podem resolver esses problemas, também discutindo quais problemas de pesquisa precisam ser superados se os jogos em nuvem forem usados. A seção 5 apresenta o roteiro dos esforços de pesquisa necessários para resolver os problemas de pesquisa identificados.

2. JOGOS EM NUVEM

Os jogos em nuvem fornecem um novo conceito de organização de jogos online, onde o jogo é entregue a partir de um servidor localizado em uma nuvem.

De acordo com Choudhry (2018), o modelo mais importante e atualmente mais implementado para jogos em nuvem é "*Remote Rendering Gaming as a Service*", em que o servidor multiplayer, a lógica do jogo e a renderização estão todos localizados no servidor (De Moraes e Falcão, 2015).

A principal funcionalidade deixada para o cliente é o módulo de entrada. Neste modelo, um vídeo de alta definição é enviado ao cliente e os comandos do usuário são enviados ao servidor. Os comandos do usuário são enviados dos dispositivos do usuário e o fluxo de vídeo de alta definição é enviado do servidor de jogos em nuvem para os usuários. O tráfego é altamente assimétrico, pois o fluxo de vídeo de alta definição é muito mais exigente em termos de largura de banda da rede do que os comandos do usuário (Moraes, Gomes e Peres, 2012).

A vantagem dessa abordagem é que apenas o conteúdo de vídeo é exibido no dispositivo do cliente e todos os jogos são reproduzidos por meio do mesmo aplicativo cliente. Essa funcionalidade computacionalmente menos exigente geralmente é suportada por dispositivos móveis e é independente do sistema operacional do dispositivo do cliente (Souza, 2011).

Portanto, o cliente não precisa empregar o equipamento de hardware caro mais recente para poder jogar os jogos mais novos, geralmente com muitos recursos. A desvantagem mais evidente é que o cliente precisa estar conectado a uma rede com largura de banda muito alta (um fluxo chega a 50 Mb/s) e latência de rede muito baixa (menos de 70ms de tempo de ida e volta) (De Moraes e Falcão, 2015). A nova geração de jogos está demandando também cada vez mais poder computacional, e para lidar com esse tipo de requisição, as companhias provedoras de nuvem vem adotado o formato de "*GPU as a service*" (GPUaaS).

Os recursos provenientes dos provedores da computação em nuvem ajudam nesse quesito, pois são disponibilizados servidores em diversas regiões, cabendo aqui a utilização da

geolocalização do jogador para direcioná-lo ao servidor na região mais próxima de sua localidade atual, diminuindo a latência entre jogador e servidor.

Métodos convencionais de redução dos efeitos de más condições de rede no streaming de conteúdo multimídia (como armazenamento temporário de dados em buffer até que estejam prontos para exibição ou pré-codificação do vídeo em formatos diferentes) não podem ser aplicados neste caso, porque eles introduzem latência adicional no sistema e principalmente devido ao fato de que o vídeo não existe antes que o usuário o defina a partir de seus comandos (De Moraes e Falcão, 2015).

A latência no sistema de jogos em nuvem reduz sua interatividade e a Qualidade de Experiência (QoE) do usuário final. A latência tolerável pelo usuário está diretamente ligada ao estilo de jogo; um jogo FPS (*First Person Shooter*) tem a sensibilidade alta em relação a latência (em torno de 100ms), já um RPG, é menos sensível (em torno de 500ms). Existem vários estudos que enfocam o impacto da latência na QoE do usuário, mas em geral os sistemas de jogos em nuvem exigem menos de 70ms na latência de rede *Round Trip Time* (por exemplo, *GeForce NOW*). porque eles introduzem latência adicional no sistema e devido ao fato de que o vídeo não existe antes que o usuário o defina com seus controles (Souza, 2011).

O patrimônio líquido estimado do mercado global de jogos em nuvem em 2018 foi de \$ 802 milhões, enquanto se estima atingir até \$ 6,944 bilhões no ano de 2026, de acordo com a pesquisa de mercado (De Moraes e Falcão, 2015). O mercado é muito competitivo e os primeiros serviços *Gaikai* e *OnLive* não tiveram sucesso no mercado e foram adquiridos pela *Sony* em 2012 e 2015 respectivamente.

Alguns dos principais problemas técnicos que levaram ao desligamento dos pioneiros dos jogos em nuvem foram problemas com a virtualização da Unidade de Processamento Gráfico (GPU) e penetração insuficiente das conexões de alta banda larga à Internet. O *PlayStation NOW* da *Sony* é movido pela tecnologia desenvolvida pela *Gaikai*. Atualmente, existem várias plataformas comerciais para jogos em nuvem no mercado, como *GeForceNOW*, *G-Cluster*, *PlayKey.net*, *Parsec*, *Vortex*, entre outras. Este campo é muito propulsivo e até mesmo algumas das maiores empresas do mercado de TI, como *Microsoft* e *Google*, anunciaram suas plataformas *Xcloud* e *Stadia* (Souza, 2011).

2.1 Desafios de pesquisa na área de jogos em nuvem

O campo de pesquisa é muito dinâmico e lida com as seguintes questões principais: (1) virtualização de recursos gráficos, (2) novos métodos de codificação de vídeo adaptados às

necessidades de aplicações altamente interativas e (3) a otimização da QoE com base nos recursos disponíveis, sejam eles relacionados à rede, relacionados ao tipo de jogo ou relacionados à distribuição de máquinas virtuais (De Moraes e Falcão, 2015).

Um dos principais problemas de pesquisa em jogos em nuvem é a otimização da QoE do usuário final, levando em consideração o servidor, o cliente e, principalmente, os recursos de rede disponíveis. Para que isso seja feito, os primeiros modelos de QoE precisam ser derivados de estudos detalhados de usuários. Descrevemos em detalhes o trabalho relacionado nesta área (Souza, 2011).

Os estudos do usuário são as primeiras etapas e mais básicas na modelagem da QoE de qualquer serviço. Os fatores que afetam a QoE podem ser divididos em: sistêmicos, do usuário e contextuais. A maioria dos estudos neste campo destacou o impacto da latência da rede e perda de pacote na QoE. Em geral, os resultados mostram que os jogos na nuvem são altamente sensíveis à latência da rede e que as perdas de pacotes de menos de 1% causaram degradação significativa da QoE dos jogadores, conforme confirmado por um estudo de plataforma comercial, mas também por um estudo de uma plataforma de código aberto *GamingAnywhere* (De Moraes e Falcão, 2015).

A pesquisa reconheceu claramente a sensibilidade deste serviço à degradação da rede e, portanto, é necessário ajustar dinamicamente o serviço à condição da rede com base na otimização de algoritmos, de modo a evitar congestionamentos que causam latência e perdas de pacotes. Embora várias mídias sejam enviadas no conceito de jogos em nuvem, a maior parte do tráfego da rede é gerada por streaming de vídeo, que é o meio de otimização principal. Um dos métodos de codificação de vídeo que explora as características específicas dos jogos em nuvem é a codificação cooperativa de vídeos de diferentes usuários na mesma sessão para aproveitar a redundância estabelecida entre seus vídeos (Barros, 2016).

Esse método tem potencial de aplicação no ambiente educacional, pois neste cenário todos os alunos de uma turma jogam o mesmo videogame. Definir a área de interesse dos jogadores dentro da cena e a codificação diferente dos detalhes das cenas no nível dos macro blocos é um método pelo qual economias significativas podem ser alcançadas no tráfego de rede usado, enquanto mantém um alto nível de QoE (Barros, 2016).

Um princípio semelhante de análise de campo de interesse é usado em Choudhry (2018), mas usando informações de renderização de cena virtual, o que permite a aceleração do processo de codificação de vídeo, especialmente o cálculo do vetor de movimento e a seleção do modo de macro bloco, o que reduz o tempo de codificação em até 72%. Embora a

compactação possa reduzir a quantidade de dados enviados, o estado variável da rede pode levar à instabilidade do serviço e à diminuição da QoE.

Para que o sistema seja adaptável às variações dos parâmetros da rede (largura de banda primária e latência), são necessários mecanismos de otimização e streaming de vídeo adaptável. O princípio básico em tais otimizações é que a interatividade é o componente mais importante dos videogames e que a qualidade do vídeo é secundária, dentro de certos limites, é claro, assim como os parâmetros de codificação do vídeo podem ser adaptados para permitir o streaming de vídeo adaptável.

A otimização do *streaming* de vídeo com base na latência da rede é apresentada em Choudhry (2018) e um esquema de distribuição de pacote especial para a transmissão de *streams* de vídeo na nuvem. Souza (2011) resume a pesquisa neste campo e abre problemas de pesquisa. Todos os artigos revisados lidam com as questões de uso de jogos em nuvem em um contexto divertido. O cenário de aplicação no ambiente educacional abre muitas novas questões de pesquisa e oportunidades de otimização; até onde se sabe, não há estudos tratando da educação como um estudo de caso específico até o momento.

2.2 Desenvolvimento em Nuvem

A mudança para jogos online e digitais, em oposição a cópias físicas de jogos, começou já em meados de 2010. Isso marcou o ponto em que mais jogos foram comprados e jogados online do que antes, de acordo com um relatório do *NPD Group (National Purchase Diary Group)* sobre downloads digitais. Isso se deve principalmente ao crescimento fenomenal e ao sucesso de sites como o *Steam*.

A evolução da computação em nuvem desde então assumiu a maior parte da indústria de jogos e parece destinada a nos fornecer mais inovações. O termo 'computação em nuvem' pode soar estranho e técnico para aqueles que não o ouviram antes, mas na verdade é algo que você usará ao navegar na internet 'a nuvem' sendo quase, mas não exatamente, sinônimo de Internet e, como discutiremos, jogar jogos online por meio de jogos como um serviço (Barros, 2016).

Como um paradigma promissor de fornecimento de serviços em nuvem, os jogos em nuvem têm atraído equipes de pesquisa proeminentes em todo o mundo. Essas equipes compartilharam seus pensamentos e ideias sobre jogos em nuvem de seus pontos de vista em vários artigos de visão geral de alto nível. Nesta seção, é pesquisado e resumido os trabalhos representativos nesta direção. O resumo conciso coloca os leitores no contexto da pesquisa de

jogos em nuvem, enquanto os leitores interessados podem encontrar novas direções de pesquisa nos artigos de visão geral pesquisados.

Choudhry (2018), um estudo que introduz o modo de jogo em nuvem à academia em 2009, nove anos após a demonstração do *G-cluster* de tecnologia de jogos em nuvem na *E3 (Electronic Entertainment Expo)*. O autor descreve o jogo como o aplicativo assassino da computação em nuvem e retrata o projeto do novo paradigma de entrega de jogos, proposto pela *Advanced MicroDevices (AMD)*, que torna os vídeos de cena dos jogos, os comprime e transmite para os jogadores através da Internet.

Essa abordagem permite que os jogadores online descarreguem suas tarefas de renderização gráfica para a nuvem, eliminando assim a carga de trabalho computacional nas plataformas locais dos jogadores. Esta é a definição mais popular de jogos em nuvem adotado pela maioria dos trabalhos de pesquisa nesta área. No entanto, uma publicação recente fornece uma definição mais geral, ao vislumbrar o sistema de jogos em nuvem como uma nova arquitetura de computador que aproveita os recursos da nuvem para melhorar o desempenho dos jogos, como renderização, tempo de resposta, precisão e equidade (Barros, 2016).

Os autores distribuem a carga de trabalho do sistema para vários servidores em nuvem e clientes de jogos para habilitar essa visão. Para mais um passo, Coutinho, Bonates e Moreira (2018), exploram a essência dos jogos em nuvem como componentes interdependentes, assim, definem o jogo em nuvem como utilizando recursos em nuvem para hospedar componentes de jogos, reduzindo assim a carga de trabalho nas plataformas locais dos jogadores e aumentando o desempenho geral do sistema. De acordo com diferentes abordagens de integração da nuvem, os autores identificam e discutem as direções de pesquisa de três arquiteturas de jogos em nuvem, que são renderização remota, renderização local e alocação de recursos cognitivos.

Após o lançamento oficial do *OnLive*, em março de 2010, o modelo de negócios para jogos em nuvem torna-se um tópico quente em pesquisas. Coutinho, Bonates e Moreira, (2018) realizam instigações em pequenas e médias empresas de jogos para estudar qualitativamente a dinâmica de adoção da computação em nuvem. Com método teórico fundamentado, os autores observam que o conceito de jogos em nuvem é conhecido na indústria, enquanto as organizações de jogos ainda hesitam em adotar Serviços e tecnologias de computação em nuvem devido à falta de modelos de negócios claros e histórias de sucesso.

Para isso, De Moraes e Falcão, (2005) iniciam suas investigações sobre o desenvolvimento de modelos de negócios para serviços de jogos em nuvem. Como estudo de caso para *Software as a Service (SaaS)*, os autores selecionam o *G-cluster*, uma das famosas

empresas de jogos em nuvem, e estudam seu modelo de negócios ao longo de cinco anos, de 2005 a 2010.

Eles concluem que, com o tempo, o modelo de negócio em jogos em nuvem se torna mais simples e tem menos atores, o que aumenta a receita por *gamer*. Além disso, eles também esperam que a solução de jogos em nuvem torne a cópia ilegal praticamente impossível. Souza (2011) considera a convergência da nuvem móvel na indústria de jogos a partir de uma proposta de modelo de negócios. Os autores discutem o primeiro esboço de um possível modelo de negócios do projeto, uma infraestrutura de ponta a ponta proposta, a partir de domínios de serviço, tecnologia, organização e financeiro, ao mesmo tempo em que comparam esses domínios de três exemplos de nuvem.

Durante a década de desenvolvimento, houve sistemas e serviços de jogos em nuvem no mercado. Uma série de papéis de posicionamento considera esses sistemas e coloca em evidência as oportunidades, desafios e direções nesta área. Coutinho, Bonates e Moreira, (2018), abrange ambos as plataformas comerciais e acadêmicas, enquanto as preocupações dos herdeiros de questões abertas são muito sobrepostas nos tópicos de minimização do tempo de resposta, codificação videográfica, adaptação consciente da rede, otimização de QoE e gerenciamento de recursos em nuvem. Além desses focos comuns, cada equipe de pesquisa tem interesses em direções particulares. Souza (2011) concentrou-se no desenvolvimento de aplicativos escaláveis conscientes do dispositivo, que envolve problemas abertos de estender nuvem para redes sem fio.

Moraes, Gomes e Peres (2012) discutem brevemente questões legais relacionadas, patentes, preocupações com a propriedade, níveis de serviço garantidos e esquemas de preços. Em contraste, pirataria e *hacking* podem não ser um problema, já que o programa de jogos executável não será desarmado para os jogadores. Souza (2011) explora a arquitetura de jogos em nuvem a partir do aspecto das três camadas da computação em nuvem. O autor identifica a segurança como um desafio potencial em jogos em nuvem, especialmente proteção de dados e localização.

Silva e Martins (2019) investigam as características de diferentes gêneros de jogos e identificam seu impacto no design do sistema de jogos em nuvem. Além disso, eles fornecem uma visão sobre o provisionamento para dispositivos móveis. Moraes, Gomes e Peres (2012) explicam como melhorar a qualidade dos jogos online, integrando técnicas de comunidades de pesquisa de jogos em nuvem. Os tópicos em destaque incluem a interação entre métricas, modelos de jogos e expansão de nuvem.

Barboza (2016) apontou algumas direções de pesquisa exclusivas em jogos em nuvem, como integração de jogos, visualização, interface do usuário, seleção de servidores e agendamento de recursos. E estudou jogos em nuvem a partir de uma perspectiva de mídia verde. Eles discutem os principais sistemas de jogos em nuvem com designs verdes, que incluem um data center em nuvem, módulos de renderização gráfica, técnicas de compressão de vídeo e entrega de rede.

3. Cenário Brasileiro

O Mercado brasileiro de jogos começa a tomar forma a partir dos anos 2000, quando áreas correlatas de jogos tomaram iniciativas e surgiram as primeiras feiras, cursos e simpósios do setor. Este mercado, inicialmente surgiu de forma pequena, mas as empresas conseguiram realizar uma aparição internacional (Comitê de Promoção da Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil, 2004).

Apesar destas iniciativas, o país ainda sentia os reflexos de políticas adotadas na década de 80, em que o objetivo era a independência nacional no setor de tecnologia, proibindo a importação de equipamentos eletrônicos. Esta política implicou em uma grande defasagem tecnológica do Brasil, já que pesquisas de alto nível se direcionaram para o exterior e resultou em cópias de equipamentos eletrônicos, como computadores e videogames, que já existiam no exterior. Estes equipamentos, muitas vezes, apresentavam qualidade inferior, eram mais caros e obtidos de forma fraudulenta (Fernandes, 2000).

Este cenário foi mudar em 1993, quando entrou em vigência a “Nova lei de informática”, eliminando as restrições e definiu uma nova política de estímulo para a indústria de informática, mas os jogos eletrônicos não foram incluídos e ainda sofriam grande tributação (Kerr de Oliveira, 2012).

A alta cobrança tributária inviabilizava o consumo de jogos e consoles importados, o que em tese favorecia a indústria nacional, mas esta indústria estava tão enfraquecida a este ponto, pela defasagem tecnológica das últimas décadas. Ainda no ano de 2012, eram comercializados no Brasil os consoles *Master System* e *Mega Drive*, com uma defasagem tecnológica de 25 anos (Azevedo, 2012). Por apresentar este atraso se estabeleceu uma cultura de contrabando de jogos eletrônicos, chamado de “pirataria”, segundo o UolJogos (2006B) os consoles demonstravam 94% de pirataria, já os jogos apresentavam 80%.

O mercado nacional de jogos, nesta época sobreviveu com jogos pequenos e promocionais, como parte de campanhas publicitárias ou jogos para celular (Kerr de Oliveira, 2012).

Com a gestão de Fernando Henrique Cardoso, a Lei Rouanet se tornou o grande instrumento de política cultural do Governo FHC. Com o governo seguinte, e indicação de Gilberto Gil, por Luís Inácio Lula da Silva, foi constituída uma nova agenda pública para a Cultura, incentivando as múltiplas manifestações culturais brasileiras, beneficiando também as cadeias culturais marginalizadas até então, no qual se inclui o setor de jogos digitais, é neste contexto que surge o JogosBR (Fleury et al. 2014).

O edital JogosBR, de 2004, foi um marco histórico para o setor no país, por ser a primeira articulação do Governo em favor da indústria de jogos (Kerr de Oliveira, 2012). Na época de seu lançamento, o mercado nacional de produção de jogos estava em grande ascensão, com uma taxa de crescimento de 40% do ano de 2003 para 2004 (ABRAGAMES, 2005), mas este dado não indicava seu verdadeiro potencial, pois não refletia a realidade do setor, já que movimentava um valor menor que 10% de seu mercado (ABRAGAMES, 2004). O objetivo do edital era impulsionar a produção nacional e a indústria de *games*, financiando projetos vencedores com a condição de que as equipes apresentassem uma versão parcialmente concluída (Zambon, 2015).

Por volta de 2009, outro edital, nos mesmos moldes do anterior, foi realizado, o BRGames, na gestão de Juca Ferreira para o Ministério da Cultura. Sua gestão foi marcada por uma troca da atitude pouco intervencionista, e a indústria de jogos se beneficiou desta nova filosofia, passando a ser visto como objeto de políticas culturais, com dois editais de fomento (Kerr de Oliveira, 2012; Zambon, 2015).

Nos anos seguintes, o cenário de jogos digitais foi marcado por desavenças, corte de orçamento e troca de gestão do ministério no Governo de Dilma Rousseff. Neste panorama de desacordos, avanços concretos nas políticas de fomento a jogos digitais foram obtidos no Ministério das Comunicações, com a Política Nacional para Conteúdos Digitais Criativos, instituída com o Plano Nacional da Banda Larga (PNBL).

Na perspectiva atual, a indústria de jogos e desenvolvedores brasileiros está em grande ascensão, principalmente devido a popularização dos *smartphones* e o acesso a internet. De acordo com o Censo da IBDJ, existem mais de 140 empresas de desenvolvimento de jogos, distribuídas em 16 estados diferentes, o polo tecnológico sendo São Paulo com 54 empresas, e também é visível o potencial da região Sul e Nordeste, como os estado do Rio Grande do Sul com 16 empresas, Pernambuco com 10 e Paraíba com 6 empresas de desenvolvimento.

Apesar disso, segundo profissionais da área, os principais desafios para o setor são: as cadeias de produção não estruturadas adequadamente, pouca expressão internacional, as empresas nacionais ainda são jovens, o mercado de trabalho apresenta desequilíbrio entre oferta e demanda e a evasão de profissionais de alta competência.

De acordo com os dados da PwC e FC *Business Intelligence*, o segmento de *Cloud Gaming* é um dos que apresenta maior crescimento projetado (FC *Business Intelligence*, 2012; PwC, 2014)

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente estudo partiu do pressuposto que se discutir sobre o desenvolvimento de jogos na nuvem, as questões relacionadas ao tema e verificadas as estratégias viáveis que poderiam relacionar-se a temática, foi realizado uma revisão de literatura de pesquisas científicas frente ao tema, que possam dar validade e credibilidade a este trabalho.

A pesquisa bibliográfica condiz ao levantamento de toda a literatura já publicada, em forma de artigos considerado como o passo principal de uma pesquisa científica.

Neste trabalho foi estabelecido critério de abrangência temporal para refinar os resultados entre os anos de 2010 a 2020. As principais bases científicas utilizadas foram: o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *ResearchGate*, *Scielo*, *Refalyc*, e pesquisas no Google Acadêmico.

O protocolo de revisão sistemática neste artigo, foi desenvolvido a partir do modelo estabelecido pelo PRISMA 2020 (Page et al. 2021). Esta formulação coloca em evidência os princípios básicos que concede confiança e objetividade do estudo, assim como sua replicabilidade. Assim, sobre o modelo, foram definidas as bases de dados, os termos de busca e os critérios de inclusão e exclusão em relação diferentes aspectos dos jogos em nuvem. A revisão sistemática é indispensável para qualquer área da ciência pela riqueza de informações agrupadas e analisadas para o tema proposto (Gil, 2002)

As palavras-chave utilizadas foram: “Jogos”, “Nuvem”, “Desenvolvimento”, “Tecnologia” e “Serviço em nuvem”. Para isso, utilizou-se a expressão para filtrar as publicações que melhor se encaixariam no objetivo do projeto: (*Cloud Gaming OR Cloud Gaming Services OR Game Development in Cloud OR Cloud Gaming Technology*). Todas as buscas foram realizadas durante os meses de outubro e novembro de 2020. A seleção de artigos e livros foram realizados em conformidade com o assunto proposto, artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais. Os critérios de exclusão foram definidos para filtrar os resultados que não se enquadram com o proposto no projeto.

Do total de 96 trabalhos encontrados, foram escolhidos aqueles publicados em periódicos revisados, de língua portuguesa, que abordam alguma área sobre a atuação do jogo em nuvem e suas relações, vantagens e desvantagens, ou sobre o sistema e serviço dos jogos em nuvens aplicados a outras áreas, ou sobre o desenvolvimento e novas tecnologias do mesmo. Publicações de revisão sistemática ou bibliográfica sobre o tema ou aqueles ainda não publicados, e também aqueles que não possam ser vistos em sua totalidade de forma gratuita, foram excluídos.

Dos 13 trabalhos incluídos nesta revisão, foram extraídas informações quantitativas e qualitativas para a análise. Assim, os dados obtidos foram sistematizados e integrados para a produção de gráficos, tabelas e mapas com o intuito de apresentar a perspectiva nacional de produção científica sobre o tema

No tocante dos aspectos éticos e legais da pesquisa, ressalta-se que o presente estudo respeitou todos os preceitos cabíveis dessa modalidade de ensino.

Tabela 1. Artigos incluídos na revisão sistemática

Título	Autor
Um modelo de cloud gaming para jogos digitais	Silva, AVD;Alves, LGR;Souza, JR
Melhoria do tempo de resposta para execução de jogos em um sistema em Cloud Gaming com implementação de camadas e predição de movimento	Sadaike, MT
Big Data analytics em cloud gaming: um estudo sobre o reconhecimento de padrões de jogadores	Barros, VP
Uma arquitetura para promover o uso de dispositivos com limitações computacionais na interação com mídias sintetizadas remotamente	Godoy, AP
Jogos sob demanda: implementação de um servidor de streaming	LEITE, BM;Koscianski, A
Processamento remoto em solução para interação com ambientes arquitetônicos 3D através de Tablets	Rabello, GP;Cesar, ACT
"Na trilha de Macunaíma", game didático GDD & roteiro interativo de jogo digital para literatura no ensino médio	Azevedo, JL;MAGNONI, AF;MAGNONI, MGM
Estudo sobre redes definidas por software aplicado em jogos digitais	Dario, L
Desenvolvimento de jogos eletrônicos online em tempo real, para múltiplos jogadores e multiplataformas	Élder, FFB;Rômulo, RO
Cloud Game Report: Uma plataforma para coleta e análise de dados de jogos educacionais em ambiente Web	Pedro, CS;Sergio, BVB
Triple Beard Defenders	Rodrigues, AA;Volpe, BCC;Cano, ESD;Bergamo, G;Stenico, JWG;Andrade, KO
Criação de valor em jogos Mobile: Potenciais de Geração	Luis Veloso;Mark Joselli
A linguagem Lua no desenvolvimento de jogos digitais	Willian, RS;Antonio, AL

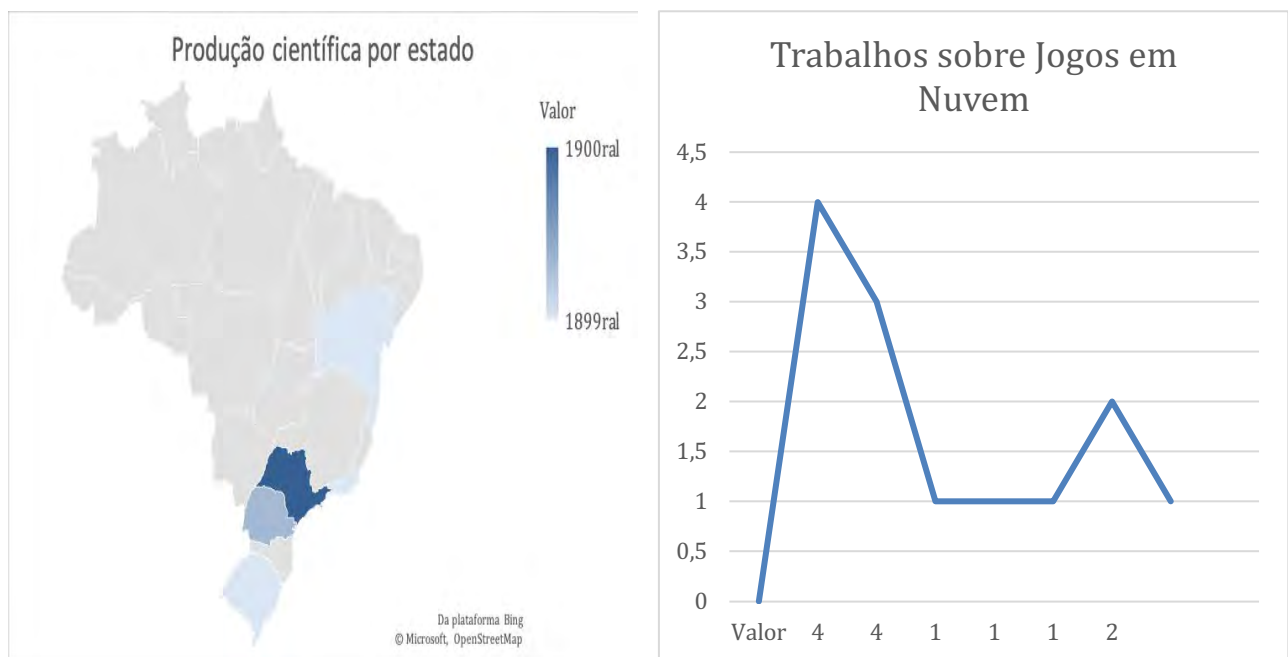
5. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Com base nos artigos extraídos da revisão sistemática foi possível analisar o cenário de Jogos Digitais em Nuvem. Os dados extraídos dizem respeito a informações referenciais como o título

e o autor; ano e estado em que foi publicado, para a criação de uma análise temporal e geográfica; a área de estudo, área de aplicabilidade e o nível de graduação, para analisar o potencial de estudo, atuação e nível necessário para se estudar sobre o tema; e que dados são apresentados nos trabalhos, assinalados com 0 e 1 (sim e não, respectivamente): teste de latência, teste em jogos de diferentes gêneros, e teste em diferentes sistemas de nuvem.

De acordo com os estudos analisados, o estado de São Paulo apresenta a maior produção de pesquisas sobre o tema, com 7 dos 13 artigos. Seguido pelo Paraná, com 3 trabalhos, e Bahia, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul com 1 trabalho científica cada. Este mapa mostra o potencial de produção acadêmica sobre o tema em outros estados com empresas nacionais neste setor, ou com um polo tecnológico, como o estado da Paraíba, com a *Yupi Studios* e a *Dilis Game Studios*, o estado de Santa Catarina com as empresas *Hoplon* e *Vertical Games*, e também o estado de Minas Gerais com a empresa *Gaz Games*. Estas empresas podem aumentar o interesse regional para futuros trabalhos científicos.

Figura 1: Volume de trabalhos sobre jogos em Nuvem



I.a) Produção científica por estado

I.b) Trabalhos sobre jogos em Nuvem por ano

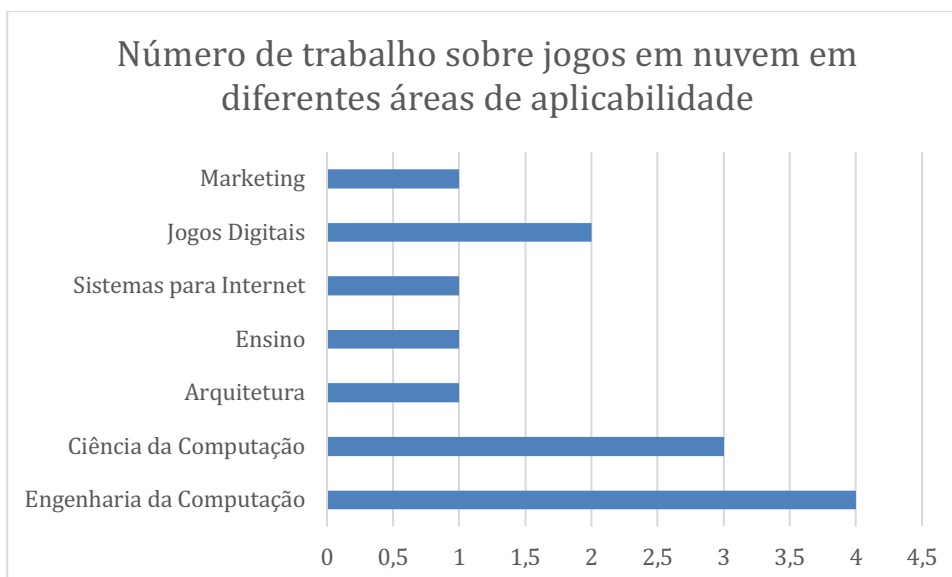
Com a análise do ano de publicação dos trabalhos, é possível visualizar que o início do interesse científico começou no ano de 2012, com 2 trabalhos publicados, e teve seu pico em 2017 com 4 publicações científicas sobre o tema. Nos anos seguintes houve uma queda, com a publicação de 1 trabalho em 2018 e 1 em 2020, os motivos para esta diminuição pode vir por diversos fatores, tanto como o cenário de jogos internacional, que não teve um ano bom de

vendas no período, como a instabilidade política interna junto com a pandemia de Coronavírus, como relatado pela Exnepe, no período de isolamento devido a quarentena, houve um aumento no trancamento de matrículas de mais de 5,5 mil alunos de universidade pública no Nordeste.

As pesquisas nesta área têm seu início no nível de Tecnólogo, representado por 2 trabalhos, 2 são Trabalhos de Conclusão de Curso, 7 são trabalhos desenvolvidos em Mestrado e 1 trabalho é um artigo científico fora do âmbito estudantil. Com esta análise é possível verificar que, mesmo o tema de Jogos em Nuvem possa ser estudado por estudantes com nível de tecnólogo, ainda apresenta um maior grau de diversificação dos estudos no nível de Mestrado.

Os trabalhos analisados foram realizados por 6 áreas diferentes, sendo: 4 trabalhos de Engenharia da computação e Ciência da Computação, 2 trabalhos de Jogos Digitais e 1 trabalho cada de Mídia e Tecnologia, Sistemas para Internet e Marketing. Apesar disso, foram apresentadas 7 áreas de aplicabilidade dos estudos. 4 trabalhos podem ser aplicados na engenharia da computação, 3 na ciência da computação, 2 em jogos digitais e 1 em arquitetura, ensino, sistemas para internet e marketing. Isso mostra a versatilidade e gama de novas áreas que os jogos em nuvem podem ser utilizados.

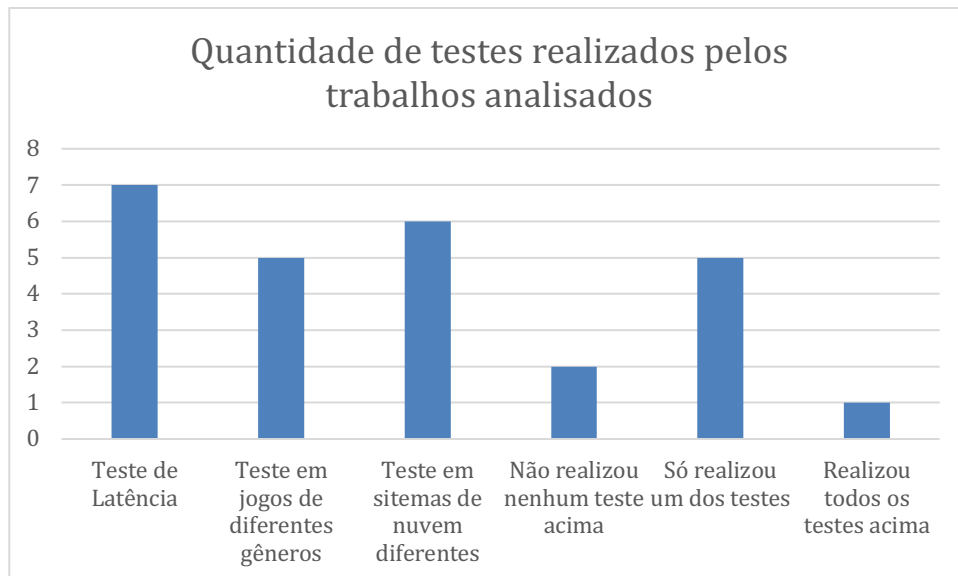
Gráfico 1: Número de trabalhos sobre jogos em nuvem e as diferentes áreas de aplicabilidade



Os trabalhos científicos também foram analisados sobre quais e quantos testes foram analisados em seus estudos. A maioria dos trabalhos realizou testes de latência, já que é um fator muito importante para jogos em nuvem, 6 realizaram o estudo em sistemas de nuvem diferentes e 5 realizaram estudos em jogos de gêneros diferentes. Com isso, 2 trabalhos

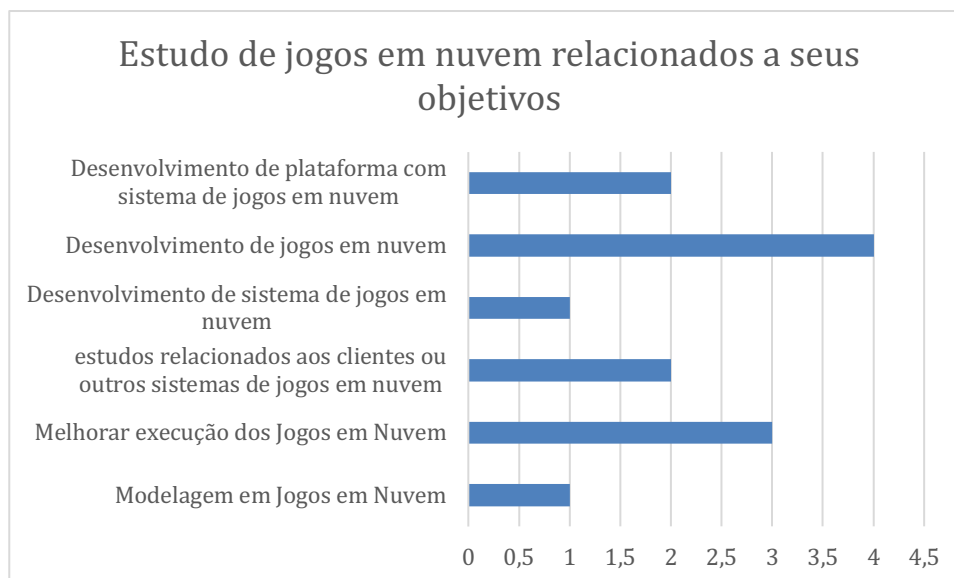
correlacionaram estes 3 testes, 4 trabalhos realizaram dois dos testes mencionados e 5 trabalhos estudaram somente um dos testes mencionados.

Gráfico 2: Quantidade de testes realizados pelos trabalhos analisados



Outro dado analisado foi os objetivos dos trabalhos. Os trabalhos foram analisados e o objetivo foi categorizado de forma generalizada para possibilitar uma medição. A maioria dos trabalhos apresenta como objetivo o desenvolvimento de jogos em nuvem. 3 apresentam o intuito de melhorar algum desafio observado na execução de jogos em nuvem. 2 apresentam como objetivo o desenvolvimento de uma plataforma com o sistema de jogos em nuvem, ou são trabalhos que realizaram estudos relacionados ao cliente ou outros sistemas referentes a jogos em nuvem. E 1 tem o objetivo de uma nova modelagem de jogos em nuvem, ou o desenvolvimento de um sistema de *Cloud Gaming*.

Gráfico 3: Estudo de jogos em nuvem relacionados a seus objetivos



6. Conclusões e Considerações finais

A área de Jogos em Nuvem, assim como seu desenvolvimento e os sistemas utilizados é relativamente recente. A indústria brasileira tanto quanto o que se observa nos estudos acadêmicos da área demonstram seguir a tendência internacional sobre o otimismo de jogos em nuvem. A produção científica na área apresenta otimismo, com a diversificação de aplicabilidades e desenvolvimento de novas ferramentas, sistemas, modelagens e plataformas para o setor. Os trabalhos sugerem que os estudos na área podem ser feitos e correlacionados entre diferentes áreas e com experiência acadêmica relativamente recente.

Como analisado anteriormente, a área de jogos em nuvem abre espaço para aplicação em áreas como ensino, arquitetura e marketing, tendo um grande potencial tanto para a indústria, com a produção de jogos para auxiliar no ensino presencial e a distância, como para a academia, já que poucos estudos foram feitos nestas áreas, assim como outras ainda não estudadas.

REFERÊNCIAS

- BARBOZA, Diego Cordeiro. **Uma arquitetura para transmissão de jogos 2D em nuvem usando codificação de objetos em múltiplas camadas**. 2016. Tese (Tese em computação) — Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- BARROS, Victor Perazzolo. **Big Data Analytics em Cloud Gaming: um estudo sobre o reconhecimento de padrões de jogadores**. 2016. Dissertação (Dissertação em engenharia elétrica e computação) — Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.
- CHOUDHRY, Kareem. **Projeto xCloud: você no centro do jogo**. Microsoft News Center Brasil. 2018. Disponível em: <<https://news.microsoft.com/pt-br/projeto-xcloud-voce-no-centro-do-jogo/>>
- COMITÊ DE PROMOÇÃO DA INDÚSTRIA DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS ELETRÔNICOS NO BRASIL. **Plano diretor da promoção da indústria de desenvolvimento de jogos eletrônicos no Brasil: diretrizes básicas**. [S.l]: Atragames, 2004.
- COMITÊ DE PROMOÇÃO DA INDÚSTRIA DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS ELETRÔNICOS NO BRASIL. **A Indústria de Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos no Brasil**. [S.l]: Atragames, 2005.
- COUTINHO, Emanuel.; Bonates, Mara.; Moreira, Leonardo. **Relato sobre o Uso de uma Ferramenta de Desenvolvimento de Jogos para o Ensino Introdutório de Lógica de Programação**. 2018. Disponível em: <http://walgprog.gp.utfpr.edu.br/2018/assets/files/presentations/S2A3-presentation.pdf>.
- DE MORAIS, Dyego; Falcão, Taciana. **Processos Participativos de Desenvolvimento de Jogos Digitais em Contextos Escolares**. In: WORKSHOP DE DESAFIOS DA COMPUTAÇÃO APLICADA À EDUCAÇÃO (DESAFIE!), 4. , 2015, Recife. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2015 . p. 121-130. DOI: <https://doi.org/10.5753/desafie.2015.10047>.
- FC BUSINESS INTELLIGENCE. **Cloud Gaming Report 2012** FC Business Intelligence Limited, Londres, 2012.
- FLEURY, Afonso; NAKANO, Davi Noboru; CORDEIRO, José Henrique Dell'Osso. **Mapeamento da indústria brasileira e global de jogos digitais**. [S.l: s.n.], 2014.
- GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- KERR DE OLIVEIRA, J. **Uma análise crítica do edital JogosBR 2004 para a compreensão do mercado brasileiro de jogos eletrônicos**. Revista GEMInIS, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 121–153, 2012. Disponível em: <https://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/117>.
- MORAIS, D., Gomes, T. e Peres, F. (2012) “**Desenvolvimento de jogos educacionais pelo**

usuário final: uma abordagem além do design participativo”, In: Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems - IHC'12, Brazilian Computer Society, Porto Alegre, Brazil, pages 161-164.

PAGE, M. J.; Moher, D.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D.; Shamsseer, L.; Tezloff, J. M.; Akl, E. A.; Brennan, S E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hrobjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loer, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuiness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whiting, P.; Mckenzie, J. E. (2021) **PRISMA 2020 Explanation and elaboration: updated guidance and examples for reporting systematic reviews.** British Medical Journal 372: 1-36

PwC (PRICEWATERHOUSE COOPERS) **Global entertainment and media outlook 2014-2018**

SILVA, V. A. F. da; Martins, A. P. dos S. **CLOUD GAMING: computação em nuvem nos jogos digitais.** Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 158-170, 2019. Disponível em:
<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/575>.

SOUSA, Alexandre Martins Ferreira de. **Um ambiente em nuvem para criação colaborativa de jogos. Tradução .** 1. ed. São Paulo: Departamento de Ciência da Computação Instituto de Matemática e Estatística Universidade de São Paulo, 2011.

ZAMBON, P. S. **Entrando na partida: a formulação de políticas de comunicação e cultura para jogos digitais no Brasil entre 2003 e 2014.** 2015. 212 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2015.

Zambon, P. S., & Carvalho, J. M. de. (2017). **Origem e evolução das políticas culturais para jogos digitais no Brasil.** *Políticas Culturais Em Revista*, 10(1), 237–260. <https://doi.org/10.9771/pcr.v10i1.18226>