



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL**  
**SISTEMAS E MÍDIAS DIGITAIS**

**IGOR GOMES FERREIRA**

**QUANDO DOIS MUNDOS COLIDEM: UM ESTUDO DE MAPEAMENTO  
SISTEMÁTICO SOBRE INTERNET DAS COISAS, JOGOS E SISTEMAS  
GAMIFICADOS.**

**FORTALEZA**

**2023**

IGOR GOMES FERREIRA

QUANDO DOIS MUNDOS COLIDEM: UM ESTUDO DE MAPEAMENTO  
SISTEMÁTICO SOBRE INTERNET DAS COISAS, JOGOS E SISTEMAS  
GAMIFICADOS.

Monografia apresentada ao curso de Sistemas e Mídias digitais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Sistemas e Mídias Digitais.

Orientadora: Profa. Dra. Ticianne de Goes Ribeiro Darin.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F441q Ferreira, Igor Gomes.

Quando dois mundos colidem: um estudo de mapeamento sistemático sobre internet das coisas, jogos e sistemas gamificados / Igor Gomes Ferreira. – 2023.  
60 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Curso de Sistemas e Mídias Digitais, Fortaleza, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Ticianne de Goes Ribeiro Darin.

1. Internet das Coisas. 2. Jogos digitais. 3. Sistemas gamificados. I. Título.

CDD 302.23

---

IGOR GOMES FERREIRA

QUANDO DOIS MUNDOS COLIDEM: UM ESTUDO DE MAPEAMENTO  
SISTEMÁTICO SOBRE INTERNET DAS COISAS, JOGOS E SISTEMAS  
GAMIFICADOS.

Monografia apresentada ao curso de Sistemas e Mídias digitais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Sistemas e Mídias Digitais.

Aprovada em: xx/xx/xxxx.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dra. Ticianne de Goes Ribeiro Darin (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Windsor Viana de Carvalho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Ma. Nayana Thércia Carneiro Lima  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus familiares e amigos que  
contribuíram em toda a minha caminhada  
acadêmica e para além dela.

## **AGRADECIMENTOS**

Este trabalho e toda a minha trajetória acadêmica não seriam possíveis graças ao meu próprio esforço, no entanto, tal esforço poderia não ser suficiente sem o apoio de todas as pessoas que me apoiaram, mesmo que indiretamente, durante todo esse período.

Deixo a todos vocês meus sinceros agradecimentos.

Aos meus pais, Rejivane Gomes e Francisco Sérgio, juntamente com meu irmão Pedro Gomes, por me mostrarem a importância da educação e que ela vai além da educação formal.

Aos meus amigos Abreu, Alessander, AnaC, Bia, Dek, Diogo, Humberto, Itamar, Leo, Manel, Marvin, Natiara, Neto, Paulo, Rennan e Sidney pela companhia seja nos campos de batalha virtuais, nos trabalhos de disciplinas ou mesmo em uma mesa de bar.

A todos os meus professores, desde o ensino infantil, fundamental, médio, superior, cursos isolados e projetos sociais, deixo aqui agradecimentos especiais à Ila, Maria e Tia Kelly por todos os ensinamentos que foram além da arte circense e que guiaram boa parte da minha adolescência.

## RESUMO

A Internet das Coisas (IoT) vem ganhando espaço na sociedade, seja no meio acadêmico ou no meio comercial, é possível perceber o uso de IoT em diversos domínios como saúde, indústria, agricultura, educação e transporte. Dentre o conjunto destas aplicações, os jogos digitais e os sistemas gamificados têm espaço considerável, com isso, a convergência entre a IoT, os jogos digitais e sistemas gamificados promove oportunidades para a Interação Humano-Computador (IHC) e o design de jogos digitais, abrindo possibilidades de inovação e criação de novos paradigmas no cenário dos jogos e sistemas gamificados. Com isso, profissionais e pesquisadores encaram diversos desafios quando se debruçam sobre o desenvolvimento, projeto ou avaliação de Jogos/SG IoT. Assim, este trabalho tem como foco os jogos e SG que adotam tecnologias IoT e relata um estudo de mapeamento sistemático para identificar características, padrões e lacunas relacionadas ao design e avaliação desses produtos. Foram analisados 22 artigos focados em Jogos/SG IoT e, como resultado, apresenta-se um panorama desse domínio, detalhando alguns padrões identificados. Foi discutido também lacunas de pesquisa e questões relevantes para fornecer insights para uma compreensão prática de jogos e sistemas gamificados IoT e ajudar pesquisadores e profissionais que tenham interesse no assunto.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas; Jogos Digitais; Sistemas Gamificados.

## **ABSTRACT**

The Internet of Things (IoT) has been gaining space in society, whether in academia or in the commercial environment, it is possible to see the use of IoT in various domains such as health, industry, agriculture, education and transport. Among the set of these applications, digital games and gamified systems have considerable space, with that, the convergence between IoT, digital games and gamified systems promote opportunities for Human-Computer Interaction (HCI) and the design of digital games, opening possibilities for innovation and creation of new paradigms in the scenario of games and gamified systems. As a result, professionals and researchers face several challenges when they focus on the development, design or evaluation of IoT Games/GS. Thus, this work focuses on games and GS that adopt IoT technologies and reports a systematic mapping study to identify characteristics, patterns and gaps related to the design and evaluation of these products. 22 articles focused on Games/SG IoT were analyzed and, as a result, an overview of this domain is presented, detailing some identified patterns. Research gaps and relevant issues were also discussed to provide insights for a practical understanding of IoT games and gamified systems and help researchers and professionals who have an interest in the subject.

**Keywords:** Internet of Things; Digital Games; Gamified Systems.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gastos globais dos consumidores em jogos.....	18
Figura 2 - O framework Octalysis .....	21
Figura 3 - Registro de pesquisas pelo termo IoT.....	22
Figura 4 - Blocos Básicos da IoT.....	23
Figura 5 - Conceito geral da IoT .....	24
Figura 6 - Processo de ideação para o Gorilla Game Lab.....	27
Figura 7 - Disposição do jogo e a interação com os gorilas.....	27
Figura 8 - Comunicação entre o sistema Solis e o dono da planta.....	29
Figura 9 - Telas do aplicativo Solis.....	30
Figura 10 - Etapas do processo de mapeamento sistemático da literatura.....	35
Figura 11 - Filtros usados na fase de condução.....	37
Figura 12 - Estudos Publicados por ano.....	38
Figura 13 - Localização dos Pesquisadores.....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - String de busca.....	33
---------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Questões de pesquisa.....	32
Tabela 2 - Artigos de controle.....	33
Tabela 3 - Critérios de seleção.....	34
Tabela 4 - Locais de publicação dos trabalhos selecionados.....	40
Tabela 5 - Sumário dos Jogos/SG identificados.....	41
Tabela 6 - Dispositivos e sensores usados nos Jogos/SG.....	44
Tabela 7 - Aspectos avaliados e métodos usados nos estudos.....	46

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IoT	Internet of Things
IHC	Interação Humano-Computador
MAS	Microsoft Academic Services
SG	Sistemas Gamificados
RFID	Radio-Frequency Identification
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Jogos Digitais.....	17
2.2 Gamificação e Sistemas Gamificados.....	19
2.3 Internet das Coisas.....	21
3 METODOLOGIA.....	30
4 RESULTADOS.....	37
4.1 Caracterização dos Jogos e Sistemas Gamificados IoT.....	40
4.2 Processo de Design.....	44
4.3 Avaliação da IHC.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXO A - LISTA DOS 30 PRINCIPAIS VEÍCULOS DE PUBLICAÇÃO.....	58
ANEXO B - TRABALHOS SELECIONADOS AO FINAL DE TODOS OS FILTROS DE SELEÇÃO.....	60

## 1 INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas (IoT) está cada vez mais presente em diversas áreas do nosso cotidiano e o número de coisas conectadas vêm crescendo rapidamente (FAHED et al., 2019). Ashgari et al. (2019) define que a internet das coisas pode ser entendida como um ecossistema de objetos inteligentes e tecnologias de rede e processamento, integrados e trabalhando junto para criar um ambiente em que serviços inteligentes são oferecidos para os usuários. A ideia básica da IoT é cercar usuários com a presença pervasiva de uma variedade de coisas capaz de interagir e cooperar para alcançar um objetivo comum, portanto, criar uma infraestrutura inteligente sempre à disposição das pessoas, que pode ser usada para os mais diversos propósitos (ATZORI et al., 2010; ATZORI et al., 2017). Quando pensamos nas projeções, as previsões são de que as aplicações IoT tenham crescimento considerável nos próximos anos, o instituto McKinsey (DOBBS et al., 2015) previa um potencial impacto econômico de até 11.1 trilhões de dólares por ano em aplicações IoT, já Ahmad e Zhang (2021) trazem que as projeções indicam que, até 2025 o mundo terá mais de 75 bilhões de dispositivos IoT conectados à internet. Gianna et al (2020) tinham que em breve a tecnologia IoT vai alcançar quase todos os aspectos da vida humana.

As aplicações potenciais da IoT são numerosas e diversas, permeando praticamente todas as áreas da vida cotidiana de indivíduos, empresas e a sociedade como um todo. A aplicações de Internet das Coisas cobre ambientes e espaços inteligentes em domínios tais como: Transporte, Construção, Urbanismo, Estilo de vida, Varejo, Agricultura, Manufatura, Cadeia de Suprimentos, Saúde, Interação do usuário, Cultura, Turismo, Meio ambiente e Energia (PATEL E PATEL, 2016 ).

A emergência da IoT também cria oportunidades para a interação humano-computador (IHC) e pesquisa e design de jogos digitais (MANZOOR et al., 2020). Por exemplo, o fato de que os sistemas IoT combinam digital e elementos físicos, ambos acrescidos de novas capacidades tecnológicas, abre inúmeras possibilidades de pesquisa e inovação (GIANNA et al., 2022; IOANNIS e CHRISTOS, 2021).

Além dos jogos digitais, os sistemas gamificados (SG) também ganharam foco dos dispositivos inteligentes, de acordo com Uskov e Sekar (2015) nos últimos anos, uma crescente tendência de integração de tecnologias inteligentes e gamificação foi percebida nos setores público e privado com o objetivo de melhorar o envolvimento do usuário. O termo

“gamificação inteligente” foi criado para descrever a convergência técnica em um sentido mais amplo que também cobria uma gama mais ampla de tecnologias inteligentes, como aprendizado de máquina, agentes inteligentes e outras. Uskov e Sekar, (2015) definem a gamificação inteligente como uma fusão de sistemas, recursos, tecnologia e sensores inteligentes, etc., e componentes de gamificação.

A popularização e evolução das tecnologias móveis na última década permitiram a criação e divulgação de diferentes tipos de jogos digitais, como pervasivos, exergames e jogos híbridos (CARNEIRO et al., 2019; KASAPAKIS e GAVALAS, 2015). No entanto, os desenvolvimentos futuros da IoT têm potencial para revolucionar este cenário, permitindo a expansão da capacidade dos dispositivos de jogo, além da transformação do ato de jogar e da jogabilidade no geral, também abrindo espaço para a criação de novos jogos inovadores, interfaces, interações e, conseqüentemente, novos modelos de negócios (COULTON, 2015; MANZOOR et al., 2020). O fato de os sistemas IoT combinarem elementos digitais e físicos, ambos incrementados com novas capacidades tecnológicas, abre inúmeras possibilidades de pesquisa e inovação (CHATZIGIANNAKIS e TSELIOS, 2021; SHARMA et al., 2015), dá subsídios para que a comunidade de pesquisa e a comunidade prática incorporem, como já estão incorporando, alguns desses desenvolvimentos em diferentes aplicações usando jogos digitais e sistemas gamificados, é o caso dos trabalhos de Henry et al. (2018); Oliveri et al. (2019) e Papaioannou et al. (2017).

Para Coulton et al. (2014), os objetos híbridos entre o físico e o digital apresentam alguns desafios interessantes, já que eles: i) borram os limites entre brinquedos e jogos; ii) oferecem oportunidades para jogos físicos de forma livre fora do jogo virtual; e iii) criam novos requisitos para o design de interação, no qual são utilizadas técnicas de design de ambos design de produto e design de interfaces de sistemas digitais. Este contexto expõe a necessidade do desenvolvimento e adaptação de métodos e estratégias para o design e avaliação de jogos e sistemas gamificados em suas particularidades quando estão integrados a sistemas IoT (DRACHEN et al., 2018; COULTON, 2015; COULTON et al., 2014).

Para usufruir de todo o potencial dos jogos e sistemas gamificados IoT, a comunidade IHC primeiro precisa de um entendimento geral desses sistemas, suas características, padrões e oportunidades. Pelo fato de que ainda são escassas as pesquisas sobre as características da aplicação da IoT nos jogos e SG, especialmente pesquisas

nacionais, existe uma lacuna a ser preenchida para oferecer uma visão geral sobre o design e a avaliação desses sistemas, refletindo em oportunidades de pesquisa para a IHC neste domínio.

Dado este contexto, o presente trabalho tem como objetivo contribuir com o preenchimento da lacuna da literatura e focar na interseção dos jogos e sistemas gamificados e a Internet das Coisas. O objetivo central deste trabalho é, através de um mapeamento sistemático, identificar características, padrões e oportunidades envolvendo o design e a avaliação de Jogos ou Sistemas Gamificados IoT.

Como resultado, analisamos 22 artigos, e, apresentamos um panorama desse domínio, detalhando alguns padrões identificados. Também discutimos lacunas de pesquisa e questões relevantes para fornecer insights para uma compreensão prática de jogos IoT/SG e ajudar pesquisadores e profissionais interessados.

Com isso, pretende-se construir uma visão geral sobre o tema, identificando lacunas e desafios de pesquisa e desenvolvimento, abrindo caminho para uma compreensão mais profunda dos jogos/SG IoT e como podemos nos mover para avançar nas pesquisas nesta área.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender melhor e embasar os conceitos abordados no desenvolvimento deste estudo, primeiro serão apresentadas as contextualizações sobre Jogos Digitais, Sistemas Gamificados e posteriormente, Internet das Coisas.

### 2.1 Jogos Digitais

Apesar das interseções entre as definições, os jogos possuem diferentes aspectos quando vemos os diferentes autores expressá-los, a atividade de análise dos jogos se mostra complexa devido às características e a grandeza do campo de estudo ao qual estão inseridos. Para Costikyan (2013), um jogo é uma forma de arte na qual os participantes, denominados jogadores, tomam decisões, a fim de gerir os recursos através de elementos de jogo na busca de um objetivo. Essa definição intersecta a definição de Abt (1987) no que diz respeito aos jogadores e as tomadas de ação e decisão, para o autor, o jogo é uma atividade entre dois ou mais tomadores de decisão independentes buscando alcançar seus objetivos em um contexto limitador. Addinal et al. (1982) enfatiza ainda o papel das regras, conflitos artificiais ou competição e um resultado mensurável como elementos centrais em um jogo, posteriormente veremos que alguns desses aspectos serão base para os sistemas gamificados.

Os jogos têm suas classificações feitas por diversas perspectivas, Crawford (1982) apresenta a classificação de jogos dividindo entre jogos não digitais e jogos de computador, que inclui computadores pessoais e consoles. Alguns tipos de jogos não digitais descritos por ele são jogos de carta, jogos de tabuleiro, jogos educativos, jogos atléticos e jogos infantis. Já os jogos de computador têm mais classificações, é o caso dos jogos de guerra, jogos de corrida, jogos de esportes e jogos de aventura.

Crawford (1982) nos apresentou essa taxonomia na década de 80, porém, deixou claro que não tinha intenção de definir tal taxonomia como definitiva, anos depois pudemos observar outros tipos de classificação de jogos. Hoje em dia, devido aos requisitos e necessidades dos jogadores, os jogos estão lentamente mudando de paradigmas usando vários dispositivos e sensores, incluindo dispositivos inteligentes, que estão progredindo em ambientes com e sem fio, incorporando tecnologia IoT no ato de jogar (MYOUNJAE, 2016).

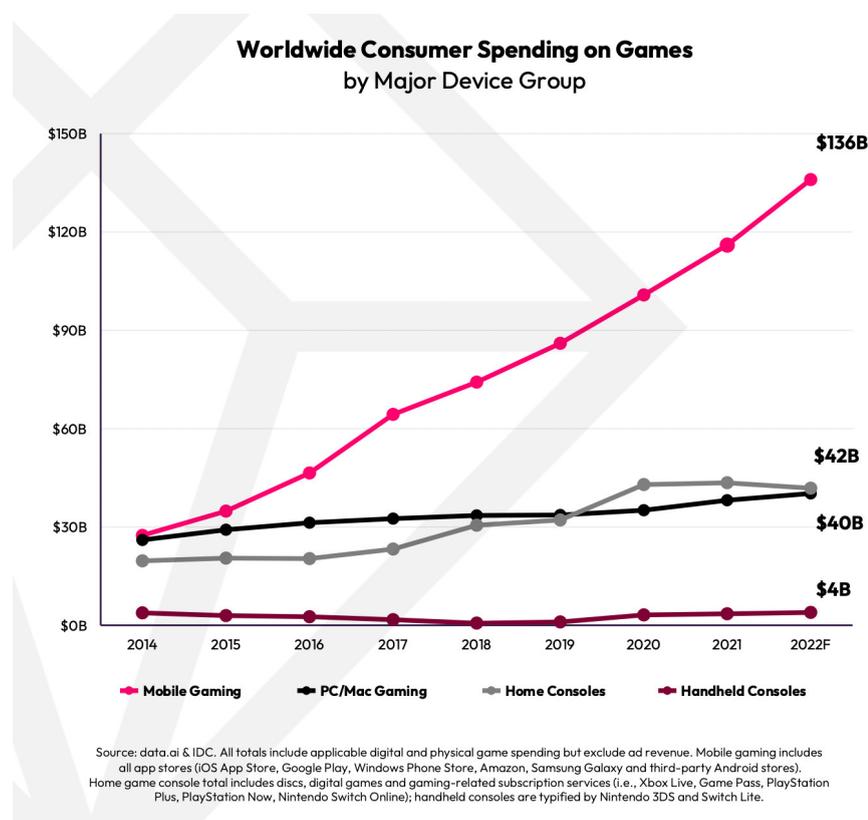
Juul (2003) comenta sobre as várias definições de jogo que surgem no decorrer dos anos, e que a partir delas, era possível identificar seis atributos nos quais as definições podem ser reduzidas. De acordo com a tradução feita por Ranhel (2009) os atributos são:

1. Jogos são Baseados em Regras;
2. Têm resultados quantificáveis e variáveis;
3. Existe uma valorização do resultado;
4. O jogador empreende esforço na atividade;
5. O jogador está emocionalmente vinculado ao resultado; e
6. O jogo pode ser jogado com ou sem consequências para a vida real.

Já a característica que distingue um jogo digital, é a sua construção em bases eletrônicas com consoles e computadores pessoais (NESTERIUK, 2009).

Os diferentes paradigmas envolvendo os jogos, se mostram quando olhamos para os valores no mercado, de acordo com Schmitd (2022), no último ano, a indústria dos jogos digitais arrecadou 173.8 bilhões de dólares, as unidades físicas dos jogos arrecadaram 10.7 bilhões de dólares. Em termos de receita, os jogos de dispositivos móveis se mostraram sobressalentes, dos 173.8 bilhões rendidos pelos jogos digitais, os jogos *mobile* geraram 92,2 bilhões de dólares, como podemos ver na previsão feita na Figura 1, que apresenta um gráfico dos gastos globais feitos em jogos. O gráfico vai de 2014 até 2022 e aponta um crescimento e destaque dos gastos em jogos de dispositivos móveis.

Figura 1 - Gastos globais dos consumidores em jogos



Fonte: Data.ai & IDC, 2022.

Os jogos eletrônicos são objetos de estudos desde sua expansão de mercado no início da década de 1970, e isso vem se intensificando cada vez mais à medida que esta mídia se destaca na indústria criativa e como objeto de estudos acadêmicos (BARBALHO, 2017). No ano de 2020, um resultado positivo foi a mudança do cenário do mercado de jogos. Segundo o Relatório Global do Mercado de Jogos da instituição Newzoo (2021) - especializados em análise de dados relacionados a jogos - em 2020, o mercado de jogos faturou aproximadamente 177.8 bilhões de dólares, a previsão para o ano era de 90 bilhões (STATISTA, 2016), com um cenário estimado para 2021 de 175.8 bilhões de dólares e com uma perspectiva de para até 2024 atingir a metragem de até 218.7 bilhões (aproximadamente 1,16 trilhão de reais nos valores atuais).

Atualmente, o número de pesquisas relacionadas a jogos vêm aumentando, desde pesquisa de mercado a pesquisas acadêmicas, que levam em conta a relação entre jogador, jogo e cultura. Por meio de tais estudos, é possível perceber que a academia deixou de considerar os jogos como um mero passatempo (BARBALHO, 2017). As pesquisas e práticas dos jogos digitais foram para além dos consoles, com o advento da Internet das Coisas, observamos que novos horizontes se formaram para os jogos em geral, discutiremos isso no decorrer do trabalho.

## **2.2 Gamificação e Sistemas Gamificados**

A gamificação se refere a uma abordagem de design para trazer para serviços e sistemas recursos que transformam suas experiências em experiências semelhantes àquelas criadas por jogos (KOIVISTO & HAMARI, 2019). Através da reestruturação de atividades para integrar elementos de jogos, tornando essas experiências lúdicas e divertidas, a gamificação é considerada uma estratégia eficaz para envolver os usuários nos comportamentos desejados. Pesquisas nas áreas de saúde (CUGELMAN, 2013), educação (AL-AZAWI et al., 2016), turismo (XU et al., 2017), negócios (HOFACKER et al., 2016) e muitas outras, mostraram que a gamificação pode promover comportamentos saudáveis, melhorar o desempenho/motivação do aprendizado ou contribuir para a conscientização/lealdade de marcas.

Dentre os modelos utilizados para a aplicação da gamificação está o Octalysis, um framework desenvolvido por Chou (2021) na forma de um octógono. Esse octógono foi elaborado depois de pesquisas envolvendo jogos, Chou (2021) percebeu que o motivo central

dos jogos é agradar o jogador e mantê-lo entretido, essa percepção encadeou uma análise dos aspectos de jogos que evocam e estimulam a motivação e a diversão. A partir desses aspectos estudados, foi elaborado o framework contendo os pontos centrais que acarretam nos humanos a motivação para a conclusão de tarefas ao qual a gamificação propõe, esses pontos foram divididos em 8, formando então o octógono, os pontos são: 1) Significado “épico” e *call to action*, um aspecto onde o jogador acredita estar realizando algo maior que ele mesmo, ou que foi escolhido para realizar algo, 2) Desenvolvimento e realização, o aspecto de progresso, evolução de habilidades e eventualmente superação de desafios, 3) Empoderamento da criatividade e *feedback*, um aspecto onde os usuários precisam descobrir como realizar atividades e testar diferentes combinações, 4) Propriedade e posse, aspecto onde o usuário ou jogador é engajado por se sentir dono de algo, 5) Influência social, esse aspecto trás todos os aspectos sociais que guiam as pessoas: mentoria, aceitação, responsabilidade social, companheirismo, competição e inveja, 6) Recursos limitados, esse é o aspecto de querer algo porque não pode tê-lo no momento, 7) Imprevisibilidade e curiosidade, o aspecto de querer saber o que acontecerá a seguir, e 8) Elementos a serem evitados, o aspecto baseado em evitar que algo indesejável aconteça. Na Figura 2 pode ser visto o octógono que compõe o Octalysis e algumas aplicações de cada elemento.

Chou (2021) informa ainda que o octágono pode ser dividido em 4 partes, superior, inferior, esquerda e direita, essa divisão separa o tipo de abordagem que o componente aplica ao projeto. O autor ainda enfatiza que não é necessário aplicar os 8 elementos no mesmo projeto, já que os elementos têm objetivos diferentes e esses objetivos devem se adequar ao projeto.

Figura 2 - O framework Octalysis



Fonte: The Octalysis Framework for Gamification & Behavioral Design, 2023

Chou (2021) explica que os componentes de seu modelo devem ser empregados levando em consideração o contexto e o objetivo da aplicação, no entanto, uma gama de outros modelos são propostos focados especificamente em tipos de backgrounds e públicos alvo, alguns exemplos de público alvo dos modelos são designers, desenvolvedores de softwares e pesquisadores (MORA et al., 2017).

O foco em públicos específicos não é o único avanço em que os sistemas gamificados estão sendo contemplados, o avanço tecnológico, mais especificamente as tecnologias de Internet das Coisas impulsionam e trazem novos horizontes para a gamificação, como será abordado no decorrer deste capítulo.

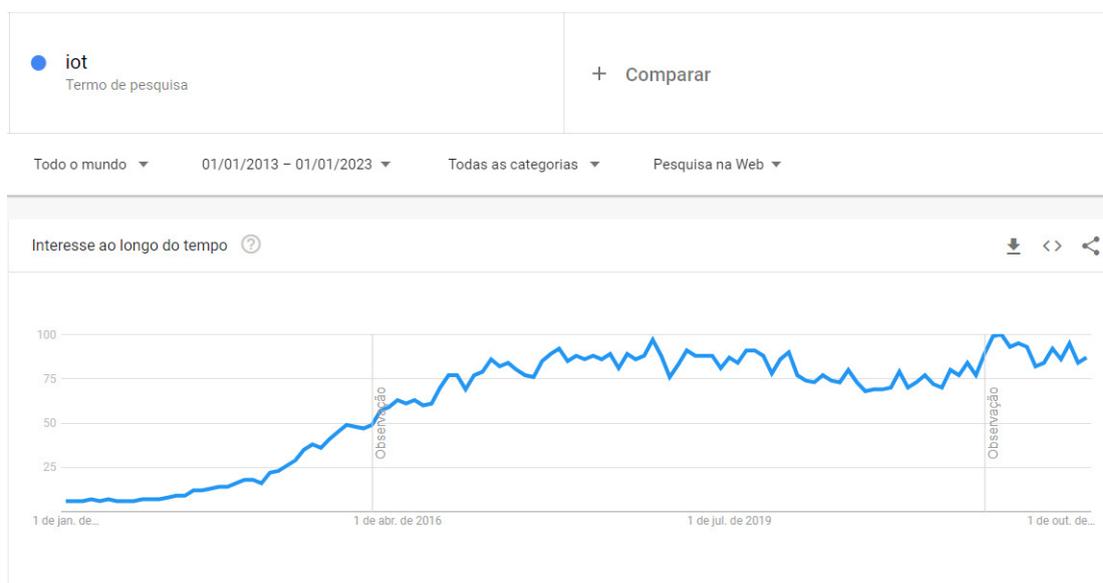
### 2.3 Internet das Coisas

A Internet das Coisas, do inglês Internet of Things (IoT), emergiu dos avanços de várias áreas como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento

(SANTOS et al., 2016), o termo surgiu inicialmente em 2009, por Kevin Ashton, na época o termo tinha associação com o uso da tecnologia *Radio-Frequency Identification* (RFID) (ASHTON, 2009). De acordo com (WAHER, 2015), o termo Internet das Coisas vem da tradução de *Internet of Things*, que também é conhecida como internet dos objetos. Esse conceito surgiu com as melhorias de diversas áreas como sensoriamento, sistemas embarcados e microeletrônica. A tecnologia IoT interliga equipamentos das rotinas diárias que estarão conectados na internet realizando a comunicação entre eles. “A Internet das Coisas é algo que obtemos quando conectamos as coisas, não operadas por seres humanos, à Internet”.

A IoT vem crescendo substancialmente nos últimos anos, de acordo com (HASAN, 2018), o número de aparelhos ativos com conexão IoT chegou a 12,2 bilhões em 2021. Isso representou um crescimento de 8% em relação a 2020, abaixo da média dos anos anteriores. A pesquisa também apontou que seriam mais de 14,4 bilhões de aparelhos conectados até o final de 2022, além disso, a projeção é de que até 2025, serão cerca de 27 bilhões de dispositivos conectados. Esse crescimento da IoT no mundo pode ser visto também nos mecanismos de busca da internet, como mostra a Figura 3, o interesse de pesquisas do termo “iot” no google nos últimos 10 anos. Os números representam o interesse de pesquisa relativo ao ponto mais alto no gráfico de uma determinada região em um dado período. Um valor de 100 representa o pico de popularidade de um termo. Um valor de 50 significa que o termo teve metade da popularidade. Uma pontuação de 0 significa que não havia dados suficientes sobre o termo.

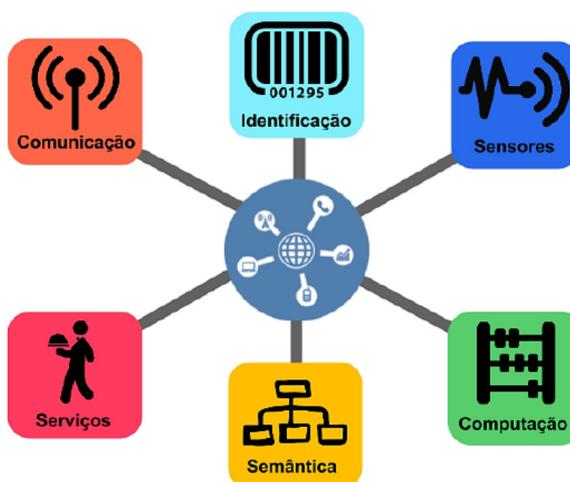
Figura 3 - Registro de pesquisas pelo termo IoT



Fonte: GOOGLE TRENDS, 2023.

Esse paradigma tecnológico da IoT utiliza seis componentes em sua fundamentação, os quais combinam tecnologias diversas que se complementam permitindo a interação. Santos et al. (2016), nomeia estes componentes como blocos básicos de construção da IoT, como podemos ver na Figura 4.

Figura 4 - Blocos Básicos da IoT



Fonte: Santos et al, 2016.

É necessário então definir os componentes que compõem fundamentalmente as aplicações IoT, ou seja, os blocos básicos de construção da IoT, conforme Santos et al. (2016):

1. Identificação: métodos ou componentes de hardware que identificam de maneira única determinado objeto. Exemplos: identificação por radiofrequência ou RFID, endereço MAC ou controle de acesso de mídia e endereçamento IP.
2. Sensores: coletores de dados que estejam orientados ao contexto da necessidade da aplicação instalada naquele ambiente. Exemplos: sensores de iluminação, termômetros e oxímetros.
3. Comunicação: métodos, protocolos e tecnologia de rede que permitem a interatividade entre os componentes e usuários finais daquela implementação com a internet para a utilização de serviços contextualizados à aplicação. Exemplos: modems, gateways, 3G, 4G, WAN, LAN.
4. Computação: a capacidade de processamento utilizada em todos os níveis e atividades em aplicações IoT. Exemplos: serviços de processamento em nuvem, redes neurais e processadores embarcados.
5. Serviços: destacamos algumas classes de serviços que a IoT pode prover:
  - a. De identificação;
  - b. De agregação de dados;
  - c. De colaboração e inteligência;
  - d. De ubiquidade.
6. Semântica: habilidade que essa aplicação tem em transformar os dados gerados em informações e contextualizá-las em conhecimento compreensível conforme

as necessidades estabelecidas no escopo do sistema, para o uso de outras máquinas ou seres humanos de maneira mais eficiente. Exemplo: Relatórios, Storytelling (SANTOS et al., 2016, p. 5).

Vistos os componentes constituintes da IoT, podemos notar que a combinação de suas características gera inúmeras possibilidades no que diz respeito a suas aplicações em diversas áreas da sociedade, (AL-FUQAHA et al., 2015) cita que dentre as áreas na qual a IoT tem papel notável e aumenta nossa qualidade de vida, estão: Transporte, saúde, automação industrial e respostas de emergência para desastres onde a tomada de decisão humana se torna difícil. Carrion (2019) cita ainda aplicações micro, que diferente das aplicações mais voltadas para a indústria, estão relacionadas mais fortemente com os usuários finais, como é o exemplo das casas inteligentes e os dispositivos vestíveis.

Essas aplicações permeiam nosso cotidiano e modificam o ambiente ao qual estamos inseridos, tornando tarefas que até então eram de responsabilidade puramente humana, uma responsabilidade do dispositivo IoT. A Figura 5 mostra o conceito geral da IoT e a relação entre os dispositivos como transporte, saúde, indústria, agricultura, mercado, residências, veículos e escolas

Figura 5 - Conceito geral da IoT



Fonte: AL-FUQAHA et al., 2015.

Dentre essas áreas de atuação da IoT estão os jogos digitais e os sistemas gamificados, a interseção entre a IoT e os jogos digitais e os sistemas gamificados gera características únicas, afinal, os jogos IoT são jogos que não estão mais confinados ao domínio virtual do computador. Ainda assim, eles integram o físico e aspectos sociais do mundo real (MAGERKURTH et al., 2005). Hoje em dia, devido aos requisitos dos jogadores, os jogos estão lentamente mudando de paradigmas usando vários dispositivos e sensores, incluindo dispositivos inteligentes, que estão progredindo em ambientes com e sem fio, incorporando tecnologia IoT no jogo (MYOUNJAE, 2016).

No decorrer deste trabalho, os termos IoT, pervasivo e ubíquo aparecem quase como um sinônimo, isso acontece pois durante as buscas por trabalhos para compor o mapeamento sistemático, percebemos que os termos são usados desta forma, porém, de acordo com Benford et al. (2015), Jogos pervasivos estendem a experiência de jogo para o mundo real enquanto o jogador se liberta do console e experimenta um jogo que está entrelaçado com o mundo real e está potencialmente disponível em qualquer lugar e a qualquer hora. Enquanto Weiser (1999), usa o termo ‘Computação Ubíqua’ mais de uma forma acadêmica-idealista, descrevendo uma visão discreta de tecnologia e centrada no ser humano, o termo ‘Computação Pervasiva’ foi cunhado pela indústria com um ênfase ligeiramente diferente: Este termo também gira em torno da ideia do processamento de informações onipresentes e permeados, mas com o objetivo específico de curto prazo de utilizar em cenários de comércio eletrônico e processos de negócios baseados na web. Esses termos se entrelaçam ainda com IoT, por esse motivo utilizamos os três termos na fase de busca de trabalhos do mapeamento sistemático.

IoT refere-se a objetos ou coisas conectadas à Internet e entre si. Portanto, em geral, o ambiente de desenvolvimento de jogos e sistemas gamificados IoT compreende três componentes principais: (i) sensores e tecnologia de rede, (ii) *middleware*, e (iii) tecnologia de software aplicativo (GRAY et al., 2018; MYOUNJAE., 2016). A tecnologia de sensores e redes podem ser usados para transferir os dados (entre os sensores, entre sensores e dispositivos inteligentes e entre esses dispositivos), enquanto o *middleware* armazena/analisa os dados recebidos do objetos. Enquanto isso, a tecnologia de aplicação do software processa os dados recebidos do *middleware* durante o jogo, permitindo a visualização de informações, para que os dados possam ser adequados para o jogabilidade e moldados à experiência de

jogo. Vale notar que o grau de processamento de dados será determinado de acordo com o propósito do jogo e de acordo com quanto de informações dos objetos reais estarão contidas no jogo (MYOUNJAE, 2016).

Os fatores no design dos jogos e sistemas gamificados também têm particularidades quando envolvidos no contexto IoT. Abordagens comuns aplicadas a esses sistemas gira em torno do uso de dados de sensores do ambiente para afetar diferentes aspectos de um jogo ou usando coisas como objetos interativos do jogo ou da aplicação gamificada (JOHANSEN, 2018), cada abordagem requer designers para desenvolver elementos de acordo. MyounJae (2016) destaca os sons, gráficos, interface, personagens, itens e cenários como elementos centrais que precisam ser adaptados ao paradigma IoT para permitir exploração segura de seu potencial.

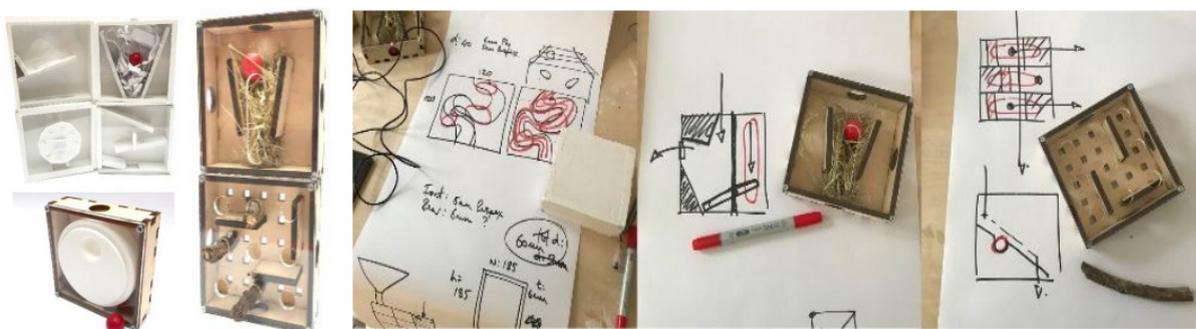
Dado o caráter único dos jogos IoT, algumas outras considerações especiais são necessárias ao projetar e desenvolver este tipo de jogo (JOHANSEN, 2018; MANZOOR et al., 2020). Por exemplo, a considerável troca de informações entre o jogo e uma variedade de objetos aumentará a ocorrência de problemas no processamento em tempo real, requer uma estrutura preparada que possa entregar os dados do objeto para o sistema de jogo (MYOUNJAE, 2016). Depois de analisar a literatura, podemos traçar alguns pontos de partida para questões derivadas das particularidades dos jogos IoT: (1) a equipe de desenvolvimento deve considerar a necessidade de habilidades de programação de sensores e redes e buscar a compreensão da computação em nuvem e dos recursos disponíveis para implementar o jogo; (2) o impacto do big data na dinâmica do jogo – se os dados de muitas pessoas e objetos são recolhidos, isso deve ser refletido no jogo; (3) recursos inteligentes do jogo (*Any Time, Anything, Any Place, Any Service e Any Network*), que exigem uma abordagem “inteligente” desenvolvimento para lidar com isso; e, mais importante, (4) decisões de design devem ser apoiadas pela compreensão do mundo real e compreensão profunda de pessoas reais, para que o jogo possa frutiferamente incorporar os contextos dos jogadores, levando em consideração suas preferências e limitações, e os jogadores podem se expressar naturalmente (COSTA et al., 2017; MACDOWELL e ENDLER, 2014; MYOUNJAE, 2016).

Para a relação entre jogos e IoT, temos que a popularização da IoT abre novos caminhos para a pesquisa e desenvolvimento de sistemas interativos, incluindo jogos sensíveis ao contexto e interações gamificadas que entrelaçam o virtual e os mundos físicos, borrando seus limites de forma mais vívida (AHSAN et al., 2020; LEPEKHIN et al., 2019). A IoT tem

grande potencial para se tornar um facilitador essencial dos jogos modernos e aprimorar as possibilidades de jogo, por exemplo, incorporando objetos físicos ao jogo como elementos interativos, posicionando jogadores dentro e fora de casa e sentindo as ações dos jogadores (AHMADR et al., 2022; ASHAN et al., 2020), podemos ver essa incorporação de objetos físicos em um jogo no exemplo de Gorilla Game Lab.

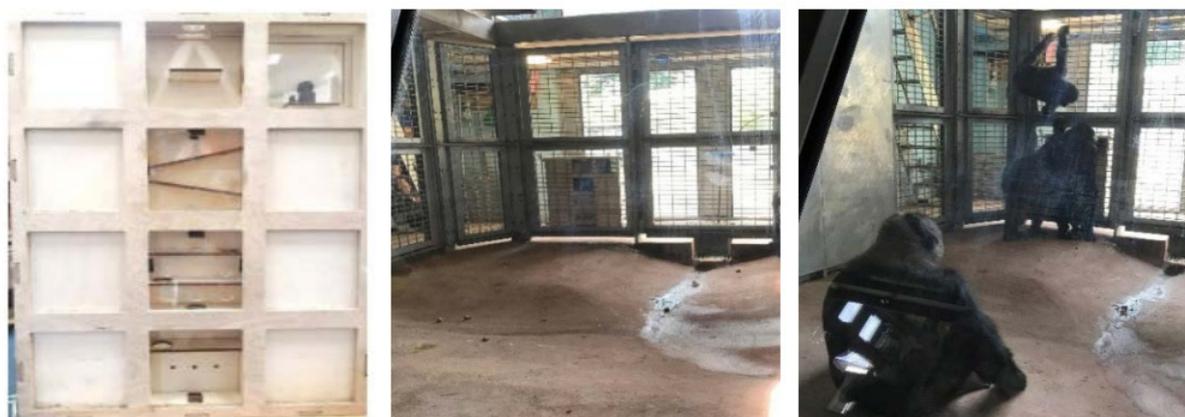
Gorilla Game Lab: Um jogo projetado para primatas que tem a proposta de ser divertido ao mesmo tempo que apresenta um desafio cognitivo escalável, de acordo com os autores do produto, o jogo faz uso de um sistema IoT composto por três partes: hardwares de detecção, *middleware* e visualização de informações. A gameplay é composta por diversos *puzzles* que os gorilas devem resolver (GRAY et al., 2018 ). Na Figura 6 desenhos do processo de ideação dos *puzzles* inclusos no jogo, esse processo foi resultado de reuniões feitas com membros de zoológicos. Já a Figura 7 apresenta a disposição dos puzzles e alguns gorilas interagindo com o jogo .

Figura 6 - Processo de ideação para o Gorilla Game Lab



Fonte: GRAY et al., 2018.

Figura 7 - Disposição do jogo e a interação com os gorilas



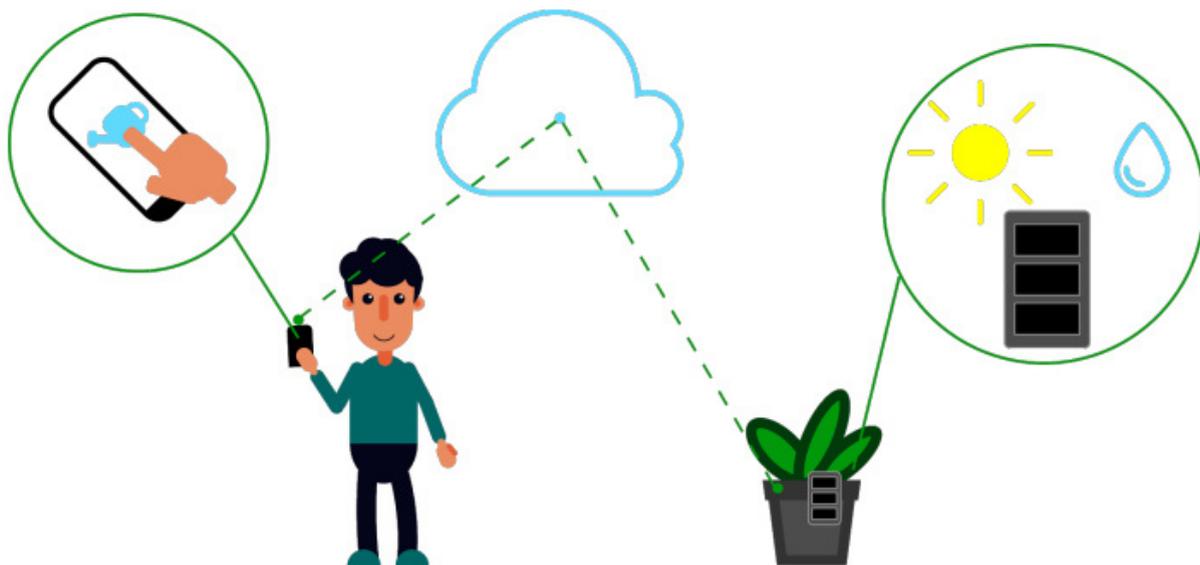
Fonte: GRAY et al., 2018.

Não somente os jogos ganham novos horizontes com o advento da IoT, a gamificação também fica ainda mais poderosa e ganha novas possibilidades. Uma das primeiras tentativas de combinar IoT e elementos de jogos sem o propósito do entretenimento ocorreu na década de 1980, porém, foi durante a década recente que as sistemas gamificados com Internet das Coisas tiveram aceleração em seu crescimento, impulsionados pelos avanços tecnológicos de dispositivos IoT e a computação pervasiva. (XIAO et al., 2022).

A combinação de IoT e gamificação é comumente aplicada na área da saúde, principalmente por meio de dispositivos vestíveis que buscam aumentar o engajamento do paciente e obter dados para a saúde pública (LEPEKHIN et al., 2019). Outros exemplos de aplicações também são vistas em projetos voltados para a reabilitação física dos pacientes (SU et al., 2016), sustentabilidade e gerenciamento de casas inteligentes (WINNICKA et al., 2019), enriquecimento de experiências em museus (LOPEZ-MARTINEZ et al., 2020), e promoção do envolvimento do aluno, como em (HENRY et al., 2021). A seguir podemos ver a aplicação de gamificação e IoT em um projeto para cuidado de plantas domésticas.

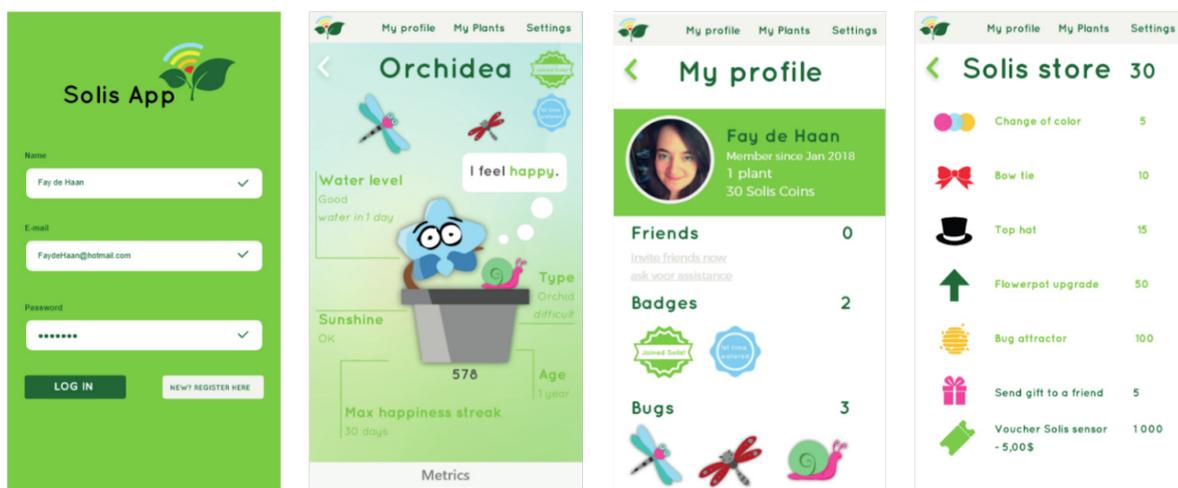
Solis: Um sistema gamificado para cuidado de plantas domésticas, o sistema incentiva as pessoas a cuidarem das plantas de suas casas através adicionando o aspecto da diversão e feedback para o proprietário da planta. Para isso, é usado um sensor que capta as condições da planta e seus fatores de stress, a partir disso o dono consegue visualizar e realizar ações.

Figura 8: Comunicação entre o sistema Solis e o dono da planta



Fonte: Penders et al., 2018.

Figura 9: Telas do aplicativo Solis



Fonte: Penders et al., 2018.

Esta base teórica trás uma noção geral de que o tema de jogos, sistemas gamificados e IoT têm aplicações em âmbitos diversos da sociedade e está em ascendência em quesitos de popularidade e investimento, além disso, suas características passam desde fatores de desenvolvimento quanto de design. Com isso, será possível identificar lacunas e desafios de pesquisa e desenvolvimento, abrindo caminho para uma compreensão mais profunda do tema e como podemos nos mover para avançar nas pesquisas nesta área.

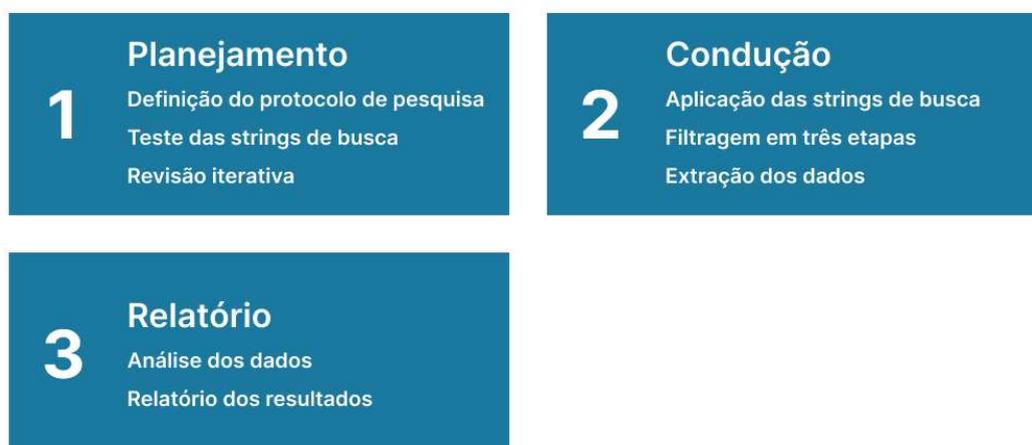
### 3 METODOLOGIA

À medida que a IoT avança e adentra cada vez mais a vida das pessoas, e com isso os jogos e sistemas gamificados IoT também ganham maior espaço, surge a necessidade de entender melhor esse assunto. Embora o histórico existente sugira alguns fatores que podem ser relevantes, devido à necessidade de pesquisas sobre esse tema específico na academia, optou-se por uma abordagem exploratória. Assim, o presente trabalho é constituído de uma pesquisa exploratória qualitativa, que tem como objetivo geral identificar características, padrões e oportunidades envolvendo o design e a avaliação de jogos ou sistemas gamificados IoT, através de um mapeamento sistemático da literatura, utilizando a metodologia de mapeamento sistemático proposta por Kitchenham, Budgen, and Brereton (2010).

Um mapeamento sistemático da literatura consiste em revisar estudos primários existentes para criar uma visão geral de uma área e identificar tendências ou lacunas que podem influenciar a direção futura dos estudos primários (PETERSEN et al., 2015). O processo de mapeamento consiste em três fases principais como mostra a Figura 9:

- Planejamento, que envolve a definição do protocolo de pesquisa, o teste das strings de busca e revisões iterativas;
- Condução, que envolve a aplicação das strings de busca nas fontes, a filtragem em três etapas e a extração de dados;
- Relatório do mapeamento, que envolve a análise de dados e o relatório dos resultados

Figura 10 - Etapas do processo de mapeamento sistemático da literatura



Fonte: Criação do autor.

Este mapeamento sistemático da literatura foi realizado dentro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) sob o projeto ‘Investigação da Player Experience no Engajamento com Jogos e Sistemas Gamificados de Internet das Coisas’, o projeto foi realizado em cooperação de 5 pesquisadores onde os pesquisadores P1, P2 e P3 eram alunos de graduação e não tinham experiência com mapeamentos sistemáticos, o pesquisador P4 era aluno de doutorado e já tinha experiência com mapeamentos sistemáticos, por último o pesquisador P5 era o professor orientador e tinha ampla experiência com mapeamentos sistemáticos da literatura.

Na fase de planejamento, definimos o protocolo de pesquisa para guiar o processo de mapeamento sistemático. O protocolo consiste na definição de:

- Os objetivos de pesquisa;
- As perguntas de pesquisa;
- As fontes para conduzir o mapeamento sistemático;
- As strings de busca;
- Os critérios de seleção.

Os objetivos específicos deste mapeamento sistemático são:

- Identificar características dos jogos e sistemas gamificados IoT;
- Identificar abordagens usadas para o design de jogos e sistemas gamificados IoT;
- Identificar abordagens, métodos e instrumentos usados para avaliar a interação do jogador e do jogo ou sistema gamificado IoT;
- Identificar construtos usados para avaliar a interação do jogador e do jogo ou sistema gamificado IoT.

Baseadas nos objetivos específicos, foram construídas as questões de pesquisa envolvendo as características dos jogos e sistemas gamificados IoT, os elementos de interação, os elementos de jogos, os processos de design que a comunidade adota, e por fim, que abordagens e instrumentos de avaliação são utilizadas nesses artefatos e quais construtos são avaliados. A Tabela 1 apresenta todas as perguntas de pesquisa elaboradas para este trabalho.

Tabela 1 - Questões de pesquisa

<b>Características</b>	Q1 Quais são as características principais de jogos e sistemas gamificados IoT?; Q2 Que domínios IoT essas aplicações tratam?
<b>Design</b>	Q3 Que abordagens são usadas para projetar jogos e sistemas gamificados IoT?
<b>Avaliação</b>	Q4 Que abordagens, instrumentos e métodos são usados para avaliar jogos e sistemas gamificados IoT?; Q5 Quais construtos da interação são explorados para avaliar a interação jogador-jogo em jogos e sistemas gamificados IoT?

Fonte: Criação do autor.

No que diz respeito à definição das fontes para conduzir o mapeamento sistemático, foi utilizada a plataforma Microsoft Academic Services (MAS)<sup>1</sup> para extrair uma lista dos principais espaços de publicação associados aos tópicos: *Human-Computer Interaction*, *game design*, *video game design*, *video game development*, *Internet of Things*, *pervasive game*, e *ubiquitous computing*. Dentro da plataforma MAS foram filtrados por destaque e por publicações dentro de dez anos os locais de publicação. Em seguida, selecionamos as 30 principais conferências e periódicos (lista disponível no Anexo A) para identificar quais fontes os indexaram. As fontes resultantes foram: Scopus, ACM, IEEE, Web of Science e Science Direct.

A string de busca foi formada por palavras-chave e sinônimos encontrados por meio de buscas em artigos sobre o tópico de pesquisa e recomendações de especialistas. Para este projeto, foram usados os artigos mostrados na Tabela 2 como controle para assegurar a qualidade da string de busca. A string foi testada iterativamente e revisada por quatro pesquisadores. Após as revisões, foi definida a versão final, que trouxe todos os artigos de controle e foi aplicada nas cinco fontes selecionadas. A string final ficou definida como mostra no Quadro 1.

<sup>1</sup> Ao final de 2021, a empresa Microsoft descontinuou o Microsoft Academic Services (MAS), portanto, seu link não está mais disponível, no entanto, outros serviços da Microsoft Academics podem ser acessados via <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/academic/>.

Quadro 1 - String de busca

<b>String</b>	("internet of things" OR iot) AND ((pervasive OR smart OR digital) AND (game OR gamification)) AND (design OR evaluation).
---------------	--

Fonte: Criação do autor

Tabela 2 - Artigos de controle

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Revista</b>	<b>Ano</b>	<b>Fonte</b>	<b>Resumo</b>
A randomised control trial for measuring student engagement through the Internet of Things and serious games	John Henry and Stephen Tang and Subhas Mukhopadhyay and Moi Hoon Yap	Internet of Things	2021	Science Direct	Avaliação de um framework de software que combina Jogos Sérios e IoT, O estudo teve como objetivo produzir um método eficaz de medir o envolvimento do aluno usando informações baseadas em sensores e um ambiente de jogo.
Designing for cultural learning and reflection using IoT serious game approach	Huang, H. and Ng, K.H.	Personal and Ubiquitous Computing	2021	Scopus	Relato de um estudo que usou cinco exposições mediados por IoT para estimular a reflexão sobre cultura.
A new mould rush: Designing for a slow bio-digital game driven by living micro-organisms	Kim, R. and Thomas, S. and Van Dierendonck, R. and Poslad, S.	ACM International Conference Proceeding Series	2018	Scopus	Criação e apresentação do processo de desenvolvimento do jogo Mould Rush, um jogo biótico que usa dados de micro organismos.

Fonte: Criação do autor.

Os critérios de seleção usados na fase de condução são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Critérios de seleção

<b>Inclusão</b>	<p>O trabalho relata o processo de design de um jogo IoT ou sistema gamificado IoT.</p> <p>O trabalho relata uma avaliação IHC de um jogo IoT ou sistema gamificado IoT.</p> <p>O trabalho relata design e avaliação IHC de um jogo IoT ou sistema gamificado IoT.</p> <p>O trabalho apresenta o projeto de um jogo IoT ou sistema gamificado IoT.</p> <p>O trabalho relata um processo de avaliação da interação jogador-jogo com um jogo IoT ou sistema gamificado IoT.</p>
<b>Exclusão</b>	<p>O trabalho não apresenta o design nem avaliação da interação jogador-jogo de um jogo ou sistema gamificado IoT.</p> <p>O trabalho não é escrito em inglês ou português.</p> <p>O trabalho não é um estudo primário.</p> <p>O trabalho tem menos de 4 páginas.</p> <p>O trabalho não está disponível.</p>

---

Fonte: Criação do autor

Na fase de condução, a string de busca foi aplicada nas cinco fontes definidas. Obtivemos 666 artigos como resultado, incluindo duplicatas. Desse total, 311 (46,69%) foram coletados na Scopus, 190 (28,52%) coletados da IEEE, 122 (18,31%) coletados da Web of Science, 29 (4,35%) coletados da Science Direct e 14 (2,10%) coletados da ACM. Para selecionar artigos adequados aos objetivos da pesquisa, os resultados passaram por um processo de filtragem de três etapas, conforme ilustrado na Figura 10. Nesta etapa, usamos o Parsifal, ferramenta usada principalmente para realizar revisões sistemáticas da literatura no contexto de Engenharia de Software, para organizar as referências, remover trabalhos duplicados, aplicar filtros de seleção e extrair dados.

Figura 11 - Filtros usados na fase de condução



Fonte: Criação do autor.

O primeiro filtro (F1) aplicado consistiu na remoção de artigos duplicados. O sistema Parsifal removeu 187 (28,07% do total de resultados) artigos duplicados nesta etapa, resultando em 479 artigos. O segundo filtro (F2), relacionado à aplicação dos critérios de seleção, foi realizado por três pesquisadores (P1, P2, P3) e foi dividido em duas etapas. A primeira consistia em remover trabalhos que entravam nos critérios gerais de exclusão, como trabalhos que não estavam em português ou inglês, trabalhos com menos de 4 páginas, trabalhos que não são estudos primários ou trabalhos que não tinham o texto completo disponível. Este filtro resultou em 330 (49,54%) trabalhos, que passaram por uma segunda filtragem em títulos, resumos e palavras-chave.

Na segunda etapa da F2, os pesquisadores P4 e P5, que desconheciam a classificação realizada pelos pesquisadores P1, P2 e P3 realizaram uma análise de confiabilidade de forma independente, seguindo uma abordagem de teste-reteste (KITCHENHAM et al., 2010). Foi selecionada uma amostra aleatória de 20% de conjunto de estudos (64 trabalhos), que passaram por uma nova análise dos critérios de seleção, e então foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (PCC), que mede o grau da correlação entre duas variáveis (ZAPF, 2016) e o Fleiss' Kappa, uma medida estatística para avaliar a confiabilidade da concordância entre um número fixo de avaliadores ao atribuir classificações categóricas a um número de itens ou classificar itens (MCHUGH, 2012). Todos os testes mostraram uma forte

concordância positiva entre avaliadores, os valores de referência do PCC indicam que:

- 0.9 para mais ou para menos indica uma correlação muito forte.
- 0.7 a 0.9 positivo ou negativo indica uma correlação forte.
- 0.5 a 0.7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada.
- 0.3 a 0.5 positivo ou negativo indica uma correlação fraca.
- 0 a 0.3 positivo ou negativo indica uma correlação desprezível. (MUKAKA, 2012)

O resultado para o PCC foi de  $r$  0,787 a 0,887,  $p \leq 0,05$ , indicando correlação forte.

Os valores de referência do Fleiss' Kappa indicam:

- 0,81 – 1,00 Concordância quase perfeita
- 0,61 – 0,80 Concordância substancial
- 0,41 – 0,60 Concordância moderada
- 0,21 – 0,40 Concordância suficiente
- 0,01 – 0,20 Concordância leve
- $< 0$  Concordância pobre (GWET, 2014).

O resultado para Fleiss' Kappa foi de 85,3% de concordância, indicando concordância quase perfeita. Então procedemos com o processo de filtragem. o F2 resultou em 79 (11,86%) trabalhos.

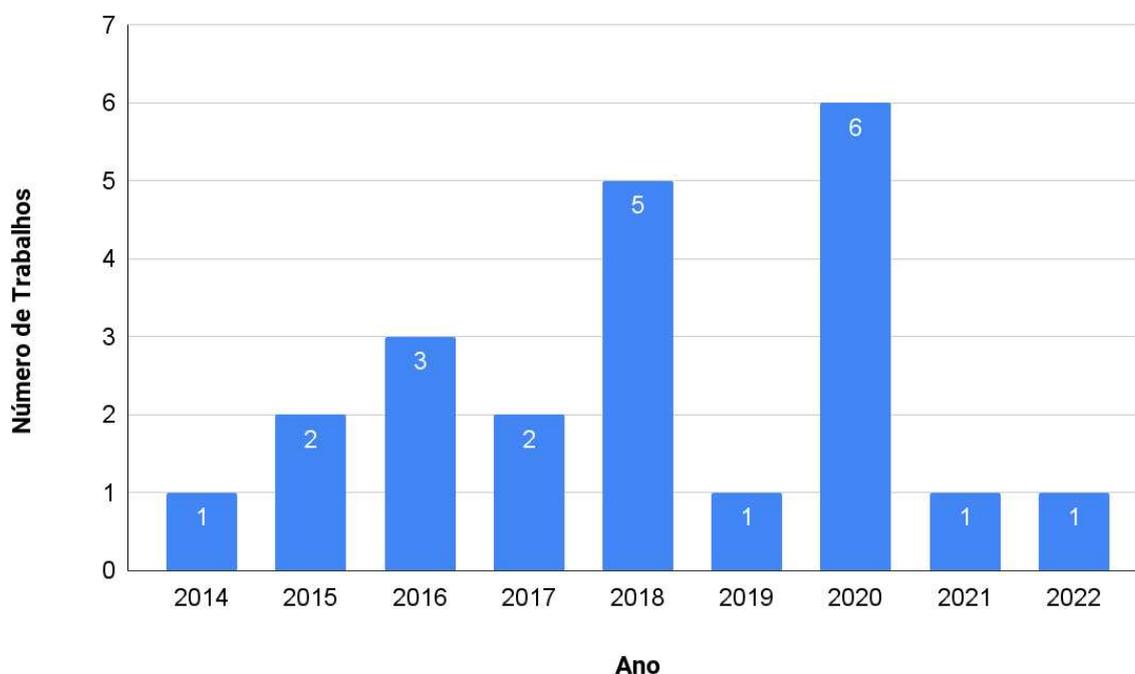
O terceiro filtro (F3) consistia na leitura completa dos 79 trabalhos restantes, que dividimos aleatoriamente entre três pesquisadores para reaplicação dos critérios de seleção. Neste filtro, removemos 57 artigos, resultando em 22 artigos aceitos, sendo 9 (40,90%) da Web of Science, 8 (36,36%) da Scopus, 3 (13,63%) da IEEE, e 2 (9,09%) da ACM. Os artigos resultantes foram podem ser vistos no Anexo B.

Por fim, foram extraídos os dados dos trabalhos selecionados usando a forma de extração disponível no Parsifal. O formulário é gerado com base nas questões que foram elaboradas no protocolo de pesquisa e inseridas na ferramenta. Após a extração, os dados foram organizados em planilhas e foi realizada uma análise quantitativa e qualitativa para responder às questões de pesquisa. Os resultados estão relatados no capítulo seguinte.

## 4 RESULTADOS

Após todo o processo indicado pela metodologia de um mapeamento sistemático da literatura, obtivemos 22 trabalhos que apresentam um ou mais jogos ou sistemas gamificados IoT. Observando os anos de publicação dos trabalhos selecionados ao final do estudo, o assunto se mostra relativamente novo, aspecto que já era esperado, dada a emergência do tópico de pesquisa em Internet das Coisas. Os anos de publicação dos 22 trabalhos aceitos variam de 2014 até 2022, com a maioria (seis, correspondente a 27,3%) dos trabalhos publicados em 2020, como mostra a Figura 11.

Figura 12 - Estudos Publicados por ano



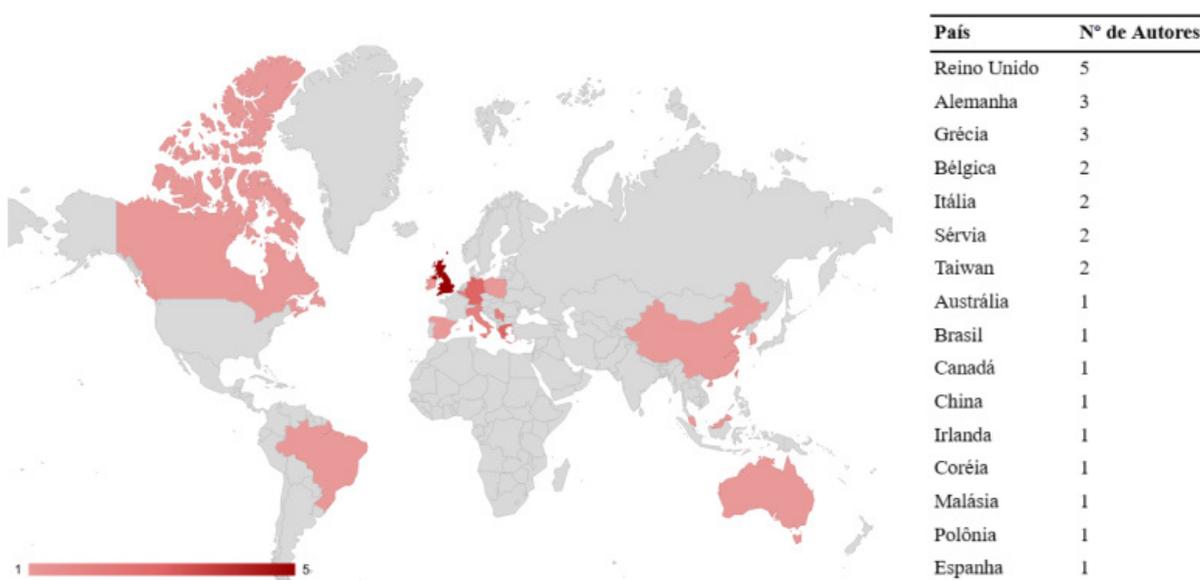
Fonte: Criação do Autor.

Observando a evolução das publicações sobre o assunto no decorrer dos anos, conseguimos ver uma variação no número de estudos publicados, com picos em 2018 e 2020, seguidos de um aparente decréscimo em 2021. A possibilidade é de que o cenário instável e turbulento que atingiu a sociedade em diversos aspectos causado pela pandemia de COVID-19 afetou também a pesquisa e o interesse no tópico, ou até mesmo a evolução de trabalhos já iniciados, afinal, os jogos e sistemas gamificados IoT tendem a estimular aspectos sociais e de contato físico, justamente o tipo de interação a se evitar durante a pandemia de COVID-19.

Em um momento de distanciamento social, os jogadores provavelmente priorizaram jogos que podiam ser jogados sozinhos ou em contextos mais seguros, por exemplo, jogos online dentro de casa, como sugerem alguns estudos ( BARR e STEWARD, 2022; GJONESKA et al., 2022; KING et al., 2020 ).

Acerca da localização geográfica dos pesquisadores que foram autores dos trabalhos selecionados, podemos verificar a origem oriunda de 16 países diferentes distribuídos em quatro continentes, como podemos ver na Figura 12, vale ressaltar que esses países são referentes aos lugares onde as instituições dos autores estão localizadas. Quanto à distribuição das localizações, a maioria dos trabalhos (20, correspondente a 90,91%) têm origem de nações europeias: o Reino Unido (cinco) com a maior parte dos resultados, seguidos da Alemanha (três). Vale a pena a atenção ao que aparenta ser um baixo interesse sobre o assunto de jogos e sistemas gamificados IoT na América, onde apenas dois autores representam o continente Americano, um deles é do Brasil e outro do Canadá. A África também apresenta um aspecto parecido, já que o continente não representa nenhum dos trabalhos aceitos no estudo. Os estudos dizem respeito a 37 instituições diferentes, com 29 sendo Universidades ou Institutos de Ensino Superior, e apenas oito sendo organizações que estão relacionadas com a indústria, o que mostra que este tema segue a tendência comum de que assuntos inovadores e emergentes crescem primeiro na academia para depois se espalhar no domínio da indústria.

Figura 13 - Localização dos Pesquisadores



Fonte: Criação do Autor.

Foi observado também os locais de publicação em que os trabalhos foram expostos: 20 locais de publicação foram identificados, sendo 13 eventos acadêmicos e 7 periódicos, isso mostra que os trabalhos estão distribuídos em diversos locais de publicação, sem locais preferidos. A *International Internet of Thing Summit* (IoT360) destacou-se por ter publicado três estudos, um deles em 2015 ( KASAPAKIS e GAVALAS., 2015) e dois em 2014 (CHATZIGIANNAKIS et al, 2014; MACDOWELL e ENDLER, 2014). A Tabela 4 apresenta a lista de locais.

Tabela 4 - Locais de publicação dos trabalhos selecionados

<b>Local de Publicação</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ano</b>	<b>Qtt</b>
Chinese Automation Congress (CAC)	Evento	2020	1
Computer Applications in Engineering Education	Periódico	2022	1
Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)	Evento	2020	1
Construction Research Congress	Evento	2020	1
IEEE International Congress on Internet of Things (ICIOT)	Evento	2017	1
IEEE Transactions on Games	Periódico	2020	1
IEEE Transactions on Human-Machine Systems	Periódico	2018	1
Indian Journal of Science and Technology	Periódico	2016	1
International Conference on Animal-Computer Interaction	Evento	2018	1
International Conference on Consumer Electronics	Evento	2016	1
International Conference on Intelligent Environments (IE)	Evento	2020	1
International Conference on Orange Technologies (ICOT)	Evento	2018	1
International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)	Evento	2018	1
International Conference on the Foundations of Digital Games	Evento	2018	1
International Conference on Virtual Learning (ICVL)	Evento	2017	1
International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference	Evento	2016	1
International Internet of Things Summit (IoT360)	Evento	2014, 2015	3
Internet of Things	Periódico	2020	1
Personal and Ubiquitous Computing	Periódico	2021	1
Sensors	Periódico	2019	1

Fonte: Criação do Autor.

#### 4.1 Caracterização dos Jogos e Sistemas Gamificados IoT

Os trabalhos selecionados apresentam 25 jogos/sistemas gamificados IoT, sendo 16 (64%) jogos e seis (24%) sistemas gamificados. Tendo em vista que os trabalhos variam no nível de detalhes das informações apresentadas quando expõem seus Jogos/SG, com muitos deles focando nos aspectos técnicos da construção dos sistemas, tentamos extrair outros aspectos gerais para caracterizar essas aplicações, como por exemplo o gênero (quando fosse

jogo), status, propósito, domínio explorado, e dispositivos utilizados no jogo. A Tabela 5 apresenta tais informações.

Tabela 5 - Sumário dos Jogos/SG identificados (continua)

Referência	Nome do jogo/SG	Gênero	Domínio IoT	Propósito	Status	Público
Dylan et al., 2020	Play poles, Play canes, Beacon boxes, Play watch	-	Pessoal e social	Mudança de comportamento, entretenimento	Protótipo	Crianças
Petrovic et al., 2022	-	Caça ao tesouro	Pessoal e social	Educação	Lançado	Geral
Heuge et al., 2016	Beware	Jogo online multi-jogador	Outro	Educação	Protótipo	-
Huang e Hui, 2021	-	Jogo sério, simulação	Pessoal e social	Mudança de comportamento, cultura, educação	Lançado	Geral
Henry et al., 2021	Student Engagement Application (SEA)	Simulação, jogo sério	Outro	Mudança de comportamento, cultura, educação	Lançado	-
Chatzidimitris et al., 2014	PacMap	Jogo pervasivo	Outro	Entretenimento	Protótipo	-
Kasapakis et al., 2014	Barbarossa	Role playing game	Outro	Entretenimento	Lançado	-
Min et al., 2016	-	Jogo educativo	Pessoal e social	Educação	Protótipo	Crianças
Mac Dowell e Endler, 2014	Area control game with mobile IoT	Jogo IoT pervasivo	Outro	Entretenimento	Ideia/conceito	-
Heureux et al., 2017	-(SG)	Sistema gamificado baseado em tarefas	Outro	Mudança de comportamento	Protótipo	-

Tabela 5 - Sumário dos Jogos/SG Identificados (conclusão)

<b>Referência</b>	<b>Nome do jogo/SG</b>	<b>Gênero</b>	<b>Domínio IoT</b>	<b>Propósito</b>	<b>Status</b>	<b>Público</b>
Martínez et al., 2020	- (SG)	Quiz	Pessoal e social	Mudança de comportamento, cultura, educação	Lançado	-
Petrovic et al., 2017	-	Caça ao tesouro	Pessoal e social	Educação	Ideia/conceito	Outro
Su et al., 2016	Taoball	-	Cuidados e saúde	Saúde	Protótipo	Geral, idosos
Wu et al., 2020	-	Esportes	Pessoal e social	Entretenimento	Protótipo	Adolescentes
Teizer et al., 2020	-	Jogo sério	Ambiente inteligente	Educação	Protótipo	-
Lu, 2018	- (SG)	-	Ambiente inteligente	Mudança de comportamento	Protótipo	Homens, mulheres
Winnicka et al., 2019	- (SG)	-	Ambiente inteligente	Mudança de comportamento	Protótipo	Geral
Kim et al., 2018	Mould Rush	Jogo bio-digital ou biótico	Outro	Educação, entretenimento, outro	Protótipo	-
Gray et al., 2018	Gorilla game lab	-	Outro	Outro	Protótipo	Outro
Bellotti et al., 2019	REAL	Jogo Sério	Outro	Outro	Protótipo	Outro
Penders et al., 2018	Solis (SG)	Jogo mobile	Ambiente inteligente	Mudança de comportamento	Protótipo	-
Dimitrou et al., 2018	ChArGED (SG)	Jogo Sério	Transporte e logística	Mudança de comportamento	Protótipo	-

Fonte: Criação do autor.

Como discutido anteriormente neste trabalho, os gêneros de jogos/SG são diversos e há uma série de esquemas e classificações que podem ser usados para indicar o gênero de um jogo e sistema gamificado (GRACE, 2005). Por consequência, os gêneros atribuídos pelos autores dos trabalhos também são variados e seguem diferentes critérios quando se trata da

caracterização dos jogos e sistemas gamificados. Entre as classificações de gênero dadas pelos autores, tivemos por exemplo, caça ao tesouro, jogo online multi-jogador, *role playing game*, e jogo educacional. Além desses gêneros indicados pelos autores, cinco trabalhos (22,72%) não indicaram nenhuma informação acerca da caracterização de seus jogos/SG no sentido de gênero.

Acerca dos domínios, a IoT tem potencial para gerar a possibilidade de desenvolvimento de um grande número de aplicações, isso implica em ter diferentes ambientes onde esta ampla gama de aplicações podem ser implantadas, abrangendo diversos domínios (ATZORI, IERA & MORABITO, 2010). A partir disso, foi utilizado o trabalho de Atzori, Iera & Morabito (2010) para classificar os trabalhos no sentido de domínios explorados. Os autores indicam quatro domínios principais comumente explorados: Domínio de Transporte e Logísticas, Domínio de Cuidados e Saúde, Domínio de Ambientes Inteligentes (casa, escritório, plantas industriais), e Domínio Pessoal e Social. Há também espaço para novos tipos de uso de sistemas IoT no grupo de “aplicações futurísticas”, que foi indicado como “Outro” na Tabela 5.

Levando em consideração os dispositivos usados na construção e desenvolvimento de Jogos e Sistemas Gamificados IoT, foi identificado que *smartphones* são os dispositivos mais usados, usados em 15 (68,18%) dos trabalhos, geralmente como agente de interação com o usuário final. Identificamos também que sensores de temperatura, sensores de movimento e sensores de umidade foram os mais mencionados nos trabalhos, sendo aplicados em seis (27,27%), quatro (18,18%) e quatro (18,18%), respectivamente, como podemos verificar na Tabela 6. Alguns trabalhos também apresentaram dispositivos pouco mencionados, o trabalho de Dylan et al. (2020) usou uma tecnologia chamada *BBC micro:bit*, uma plataforma que utiliza um módulo de rádio de 2,4 GHz que permite redes locais a serem programadas. O trabalho de Min et al. (2016) usou projetores e mesas táteis para interação com o sistema. O trabalho de Gray et al. (2018) usou infravermelho e sensores de vibração para detectar informações durante a interação dos primatas com o jogo.

Tabela 6 - Dispositivos e sensores usados nos Jogos/SG

Referência	Smartphone	Sensor de Temperatura	Sensor de Umidade	Sensor de Movimento
Petrovic et al., 2022	Sim	Não	Não	Não
Hauge et al., 2016	Não	Sim	Sim	Não
Huang e Hui., 2021	Não	Não	Não	Sim
Henry et al., 2021	Sim	Não	Não	Não
Chatzigiannakis e Tselios, 2021	Sim	Não	Não	Não
Kasapakis e Gavalas, 2015	Sim	Não	Não	Não
MacDowell e Endler, 2014	Sim	Não	Não	Não
Hereux et al., 2017	Sim	Não	Não	Não
Martínez et al., 2020	Sim	Não	Não	Não
Petrovic et al., 2017	Sim	Sim	Sim	Sim
Su et al., 2016	Sim	Sim	Não	Não
Wu et al., 2020	Sim	Não	Não	Não
Teizer et al., 2020	Sim	Não	Não	Não
Lu, 2018	Não	Sim	Sim	Sim
Winnicka et al., 2019	Sim	Sim	Não	Sim
Kim et al., 2018	Sim	Não	Não	Não
Bellotti et al., 2019	Sim	Não	Não	Não
Penders et al., 2018	Sim	Não	Não	Não
Dimitriou et al., 2018	Não	Sim	Sim	Não

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

#### 4.2 Processo de Design

Dos trabalhos selecionados, 14 (63,64%) não descreveram o processo de design, eles focaram em apresentar o conceito ou ideia do jogo/sistema gamificado com uma ideia

geral da infraestrutura por trás do artefato, seis deles apenas descreveram a ideia de seus jogos/SG (DYLAN et al., 2020; HEUREUX et al., 2017; MACDOWELL e ENDLER, 2014; PETROVIC et al., 2017; SU et al., 2016; TEIZER et al., 2020). Dos outros estudos, seis (27,27%) deram uma descrição parcial de como o jogo/SG foi projetado (BELLOTTI et al., 2019; CHATZIDIMITRIS et al., 2014; DIMITRIOU et al., 2018; DYLAN et al., 2020; HUANG e HUI, 2021; MCDOWELL e ENDLER, 2014), ou seja, eles deram informações superficiais ou uma breve descrição acerca do processo, por exemplo, mencionando a metodologia usada durante o projeto, como por exemplo, o trabalho de Dylan et al. (2020) que utiliza o *Research through design (RtD)*, ou então ou referindo-se a uma coleta inicial de dados para a fase de reunir requisitos ou fase de prototipagem, como por exemplo, os trabalhos de (CHATZIDIMITRIS et al., 2014; HUANG e HUI, 2021;). Com destaque por informar uma descrição rica do processo e informando os passos seguidos no projeto temos dois trabalhos (9.1%), são os trabalhos de Gray et al. (2018) e de Kim et al. (2018). Esses trabalhos também se destacaram pelo foco de seus jogos, sendo um deles o que os autores chamam de “jogo biótico” (KIM et al., 2018), sendo o outro um jogo para primatas (GRAY et al., 2018). Kim e colegas mencionam seguir heurísticas propostas na literatura para integrar material biológico em jogos digitais, que ajudaram a orientar seu processo. Dois trabalhos destacaram a participação do usuário em seus processos de design (DIMITRIOU et al., 2018; DYLAN et al., 2020;). Gray e coautores (2018) envolveram *stakeholders* no processo como “especialistas no domínio” para representar seus usuários finais.

### **4.3 Avaliação da IHC**

Com relação à avaliação da interação, 11 (50%) artigos relataram algum tipo de avaliação, enquanto a outra metade não avaliou este aspecto de seus jogos/SG. Olhando mais em mais detalhes a primeira metade (Tabela 7), identificamos que nove estudos seguiram uma abordagem de métodos mistos, visando uma análise quali-quantitativa (BELLOTTI et al., 2019; HENRY ET AL., 2021; HUANG e HUI., 2021; KASAPAKIS et al., 2014; LU, 2018; MIN et al., 2016; PENDERS et al., 2018; PETROVIC et al., 2022; WINNICKA et al., 2019). Outros dois estudos preferiram uma abordagem diferente, com um estudo focado em uma abordagem quantitativa (SU et al., 2016), e outro apoiando a avaliação em uma abordagem qualitativa (GRAY et al., 2018).

Tabela 7 - Aspectos avaliados e métodos usados nos estudos selecionados

Referência	Artefato	Abordagem	Aspecto Avaliado	Método
Petrovic et al., 2022	Jogo	Mista	Utilidade, satisfação, facilidade de uso e de aprendizagem	Questionário (USE)
Huang e Hui, 2021	Jogo	Mista	Engajamento e diversão	Questionário, entrevista, observação do usuário, análise de vídeo
Henry et al., 2021	Jogo	Mista	Engajamento	Teste A/B, questionário ah hoc
Kasapakis e Gavalas., 2015	Jogo	Mista	Experiência do jogador, usabilidade	Questionário, entrevista, registro de dados
Min et al., 2016	Jogo	Mista	Satisfação de navegação, funcionalidade e interação com a UI	Questionário, entrevista
Su et al., 2016	Jogo	Quantitativa	Não especificado	Não informado
Lu, 2018	SG	Mista	Adaptabilidade, usabilidade (eficácia)	Observação de experimento em laboratório, observação em cenário de vida real, entrevista
Winnicka et al., 2019	SG	Mista	Usabilidade	questionário ah hoc
Gray et al., 2018	Jogo	Qualitativa	Eficácia	Observação pura
Bellotti et al., 2019	Jogo	Mista	Aceitação do usuário, utilidade, satisfação afetiva, usabilidade	Escala baseada no trabalho de Lann et al., 2019
Penders et al., 2018	SG	Mista	Diversão	Questionário (PES), entrevista

Fonte: Criação do autor.

Considerando os aspectos de interação avaliadas, os resultados foram diversos: usabilidade foi o aspecto mais avaliado, sendo explorado em quatro estudos (18,18%) (BELLOTTI et al., 2019; KASAPAKIS et al., 2014; MARTÍNEX et al., 2018; WINNICKA et al., 2019). Outros três (13,63%) estudos, embora não se referissem à usabilidade, relataram avaliar qualidades intimamente relacionadas com definições comuns de usabilidade, como satisfação, utilidade, facilidade de aprendizado e facilidade de uso (PETROVIC et al., 2022),

eficácia (GRAY et al., 2018), e satisfação de navegação e funcionalidade (MIN et al., 2016). Engajamento e diversão, duas características importantes ao considerar jogos e interações gamificadas, foram avaliados em dois trabalhos (9,1%), nos estudos de (HENRY ET AL., 2021; HUANG e HUI., 2021), e apenas um (4,54%) estudo, o de Kasapakis et al. (2014) avaliou experiência do jogador, um aspecto da interação frequentemente explorada, como observado em outros estudos, por exemplo, (CARNEIRO et al., 2019; DRACHEN et al., 2018).

Além disso, foi realizada uma busca para também identificar os métodos e instrumentos que os estudos utilizaram para avaliar os jogos/SG. Os três métodos mais usados foram: questionário, entrevista e observação do usuário. Dentre os trabalhos, oito (36,36%) aplicaram questionários (BELLOTTI et al., 2019; HENRY et al., 2021; HUANG e HUI, 2021; KASAPAKIS e GAVALAS, 2015; MIN et al., 2016; PENDERS et al., 2018; PETROVIC et al., 2021; WINNICKA et al., 2019): sete (31,82%) trabalhos relatam a utilização de questionários ad hoc, e dois (9,1%) usaram questionários propostos na literatura (PENDERS et al., 2018; PETROVIC et al., 2021) – Petrovic e colegas (2021) usaram o questionário USE combinado com perguntas abertas para identificar problemas específicos e sugestões para seu jogo, enquanto Penders e co-autores (2018) usaram o questionário PES. O trabalho de Belotti (2019) se destacou por fazer referência a uma metodologia bem estabelecida em usabilidade automotiva (LANN et al., 1997) para orientar sua avaliação com usuários. A metodologia proposta por Van Der Laan et al. usa uma escala para avaliar duas dimensões da aceitação do usuário: utilidade percebida e satisfação afetiva. Ainda cinco (22,72%) trabalhos usaram entrevista do usuário (HUANG e HUI., 2021; KASAPAKIS et al., 2014; LU, 2018; MIN et al., 2016; PENDERS et al., 2018) e três (13,63%) usaram observação do usuário (GRAY et al., 2018; HUANG e HUI., 2021; LU, 2018). Um artigo de SU e co-autores (2016) não mencionou como a avaliação foi realizada ou qualquer método usado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das informações disponibilizadas pelos autores dos trabalhos, foi possível a observação de algumas características do tema, uma delas que por vezes pode fugir do senso comum, é que os jogos em geral, e nesse contexto específico, os jogos IoT não estão apenas para uso humano, o trabalho de Gray et al. (2018) nos mostra um exemplo do uso de jogos IoT com primatas.

Outro fator que chama a atenção é o foco dos autores em aspectos técnicos das aplicações, grande parte dos relatos de desenvolvimento dos jogos ou sistemas gamificados IoT observadas durante este estudo trazem mais detalhes sobre aspectos técnicos do que aspectos do design relacionado a humanos. Mesmo variando em nível de profundidade, todos os autores dos 22 trabalhos relataram os dispositivos, sensores e funcionalidades de conexão usados nos projetos. Mesmo em aplicações que já não estavam em fase de protótipo, os detalhes de avaliações da interação dos sistemas com seus usuários não foram relatadas por certos autores. Essa aparentemente baixa preocupação com os aspectos humanos dos projetos se mostra presente quando entre os trabalhos que descreveram os desafios encarados no decorrer do desenvolvimento do projeto (55%), todos focam em problemas técnicos de conexão, comunicação ou detecção.

Uma outra questão relevante observada, é que, em geral, os autores não intitulam seus produtos como Jogos IoT ou Sistemas Gamificados IoT, dos 22 trabalhos, apenas o de MacDowell e Endler (2014) usou o termo “jogo IoT” e apresentou uma definição para o termo. Tal questão pode sugerir um tema ainda inexplorado ou terminologias divergentes na academia, mas também há a possibilidade de que os designers de tais produtos, mesmo utilizando aspectos das tecnologias IoT, não enxerguem seus sistemas como um produto IoT em potencial completo, imagina-se que isso é um fenômeno possível dada a complexidade do tema e os limites borrados com outros temas semelhantes, isso ocorreu durante a produção deste trabalho, entendemos que é complexo definir um produto que está na interseção de duas ou mais áreas e ainda por cima é semelhante em definição com produtos ubíquos e pervasivos por exemplo. Espera-se que este trabalho ajude a promover uma reflexão a respeito do assunto.

No que diz respeito às oportunidades presentes na interseção entre jogos, SG e Internet das Coisas, podemos notar que o horizonte vai além das aplicações de jogos sérios ou gamificação educacional, não que estes sejam âmbitos menos importantes, mas a IoT traz

elementos que agora podem ser adicionados em projetos que chegam a ir além das aplicações com humanos em seu público alvo. Projetos como Gorilla Game Lab nos apresentam possibilidades de inserção da IoT em atividades envolvendo animais e isso se expande ainda mais quando vemos projetos envolvendo microrganismos. Além disso, percebemos a lacuna de técnicas usadas para avaliação do design de jogos e SG IoT, essa lacuna abre oportunidades para testes e adaptações de ferramentas e métodos já consolidados em produtos que não estão no domínio IoT, além disso, abre-se a oportunidade para o desenvolvimento de técnicas e métodos específicos para esse domínio.

Este trabalho apresentou os resultados de um estudo de mapeamento sistemático realizado para examinar mais de perto os jogos e sistemas gamificados IoT, fornecendo uma visão geral desses domínios emergentes. Analisamos algumas características dos jogos/GS (como aplicações, finalidades, público-alvo, e dispositivos usados), observando como pesquisadores e profissionais vêm projetando e avaliando essas aplicações.

Ainda contribuindo para a literatura neste domínio ainda pouco explorado, este trabalho não está isento de limitações que são características da maioria das revisões sistemáticas e estudos de mapeamento. Por exemplo, a sequência de pesquisa realizada pode não ter capturado alguns documentos relevantes dada a diversidade de termos usados para se referir a jogos IoT/SG, ou outras fontes de editores relevantes não foram indexadas pelos bancos de dados que utilizamos, embora o processo de avaliação da qualidade das bases tenha sido decisivo na escolha dessas cinco como representações do cenário da pesquisa de jogos nacionais e internacionais, sabemos que é possível que trabalhos relevantes não estejam indexados neles. Além do mais, devido à natureza do processo de seleção e filtragem, é possível que estudos relevantes não tenham sido analisados.

Espera-se então que este estudo incentive novas investigações sobre o tema, servindo com base para trabalhos futuros, dadas as limitações do presente trabalho citadas anteriormente, espera-se que os trabalhos futuros consigam trazer aspectos mais humanos das tecnologias relacionadas a jogos/SG IoT, trazendo benefícios para a academia, indústria e sociedade como um todo.

## REFERÊNCIAS

- ABT, Clark C. **Serious games**. University press of America, 1987.
- ADDINALL, Eric; PERCIVAL, Fred; ELLINGTON, F. A Handbook of Game Design. 1982.
- AHMAD, Shabir et al. Architecting intelligent smart serious games for healthcare applications: A technical perspective. **Sensors**, v. 22, n. 3, p. 810, 2022.
- AHMAD, Tanveer; ZHANG, Dongdong. Using the internet of things in smart energy systems and networks. **Sustainable Cities and Society**, v. 68, p. 102783, 2021.
- AL-FUQAHA, Ala et al. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. **IEEE communications surveys & tutorials**, v. 17, n. 4, p. 2347-2376, 2015.
- ALLA, Abdelhadi; NAFIL, Khalid. Gamification in IoT application: A systematic mapping study. **Procedia Computer Science**, v. 151, p. 455-462, 2019.
- ALLHOFF, Fritz; HENSCHKE, Adam. The internet of things: Foundational ethical issues. **Internet of Things**, v. 1, p. 55-66, 2018.
- ALKHABBAS, Fahed; SPALAZZESE, Romina; DAVIDSSON, Paul. Characterizing Internet of Things systems through taxonomies: A systematic mapping study. **Internet of Things**, v. 7, p. 100084, 2019.
- AKSAKAL, Nalan. Theoretical view to the approach of the edutainment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 186, p. 1232-1239, 2015.
- ASGHARI, Parvaneh; RAHMANI, Amir Masoud; JAVADI, Hamid Haj Seyyed. Internet of Things applications: A systematic review. **Computer Networks**, v. 148, p. 241-261, 2019.
- ASHTON, Kevin et al. That ‘internet of things’ thing. **RFID journal**, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009.
- ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. *Computer networks*, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.
- ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. **Ad Hoc Networks**, v. 56, p. 122-140, 2017.
- BAALSRUD HAUGE, Jannicke Madeleine et al. Analysis on educating mechanical engineers through serious games using pervasive technologies. In: **International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference**. American Society of Mechanical Engineers, 2016. p. V01BT02A050.
- BARBALHO, L. M. **Jogos Críticos e os Argumentos Presentes em seus Elementos: o Caso**

**de This War Of Mine**, Trabalho de Conclusão de Curso, Sistemas e Mídias Digitais, Universidade Federal do Ceará, 2017.

BARR, Matthew; COPELAND-STEWART, Alicia. Playing video games during the COVID-19 pandemic and effects on players' well-being. **Games and Culture**, v. 17, n. 1, p. 122-139, 2022.

BELLOTTI, Francesco et al. REAL: Reality-enhanced applied games. **IEEE Transactions on Games**, v. 12, n. 3, p. 281-290, 2019.

BENFORD, Steve; MAGERKURTH, Carsten; LJUNGSTRAND, Peter. Bridging the physical and digital in pervasive gaming. **Communications of the ACM**, v. 48, n. 3, p. 54-57, 2005.

BROUS, Paul; JANSSEN, Marijn; HERDER, Paulien. The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. **International Journal of Information Management**, v. 51, p. 101952, 2020.

CALVO, J. McDonald's Japan: AR and IoT Marketing Strategy with Pokémon GO. *J Glob Econ* 7: 332. doi: 10.4172/2375-4389.1000332 Page 2 of 8 &'()\*+&'-' 0, v. 1, n. 2, p. 34, 2019.

CARNEIRO, Nayana; DARIN, Ticianne; VIANA, Windson. What are we talking about when we talk about location-based games evaluation? a systematic mapping study. In: **Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. 2019. p. 1-13.

CARRION, Patrícia; QUARESMA, Manuela. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. **Human Factors in Design**, v. 8, n. 15, p. 049-066, 2019.

CHATZIDIMITRIS, Thomas; GAVALAS, Damianos; KASAPAKIS, Vlasios. PacMap: transferring PacMan to the physical realm. In: **Internet of Things. User-Centric IoT: First International Summit, IoT360 2014, Rome, Italy, October 27-28, 2014, Revised Selected Papers, Part I**. Springer International Publishing, 2015. p. 139-144.

CHATZIGIANNAKIS, Ioannis; TSELIOS, Christos. Internet of Everything. In: **Intelligent Computing for Interactive System Design: Statistics, Digital Signal Processing, and Machine Learning in Practice**. 2021. p. 21-56.

COULTON, Paul et al. Game design in an internet of things. **ToDIGRA**, v. 1, n. 3, p. 0-0, 2014.

COULTON, Paul. Playful and gameful design for the Internet of Things. In: **More playful user interfaces**. Springer, Singapore, 2015. p. 151-173.

COSTA, Liliana Vale; VELOSO, Ana Isabel; MEALHA, Óscar. A review of proxemics in 'smart game-playing'. In: **Citizen, Territory and Technologies: Smart Learning Contexts and Practices: Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Learning Ecosystems and Regional Development-University of Aveiro, Portugal, 22-23, June 2017 2**. Springer International Publishing, 2018. p. 219-226.

COSTIKYAN, Greg. **Uncertainty in games**. Mit Press, 2013.

CRAWFORD, Chris et al. **The art of computer game design**. 1984.

CRAWFORD, Chris. **The art of digital game design**. **Washington State University, Vancouver**, 1982.

CROWLEY, David N. et al. Gamification of citizen sensing through mobile social reporting. In: **2012 IEEE International Games Innovation Conference**. IEEE, 2012. p. 1-5.

CUGELMAN, Brian et al. Gamification: what it is and why it matters to digital health behavior change developers. **JMIR serious games**, v. 1, n. 1, p. e3139, 2013.

DAWY, Zaher et al. Toward massive machine type cellular communications. **IEEE Wireless Communications**, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2016.

DIMITRIOU, Nikos et al. ChArGED: Implementing a framework for improving energy efficiency in public buildings through IoT-enabled energy disaggregation and serious games. In: **2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)**. IEEE, 2018. p. 65-70.

DOBBS, Richard; MANYIKA, James; WOETZEL, Jonathan. **The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype**. 2015.

DRACHEN, Anders; MIRZA-BABAEI, Pejman; NACKE, Lennart E. (Ed.). **Games user research**. Oxford University Press, 2018.

DYLAN, Thomas et al. Designing IoT resources to support outdoor play for children. In: **Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems**. 2020. p. 1-12.

FLETCHER, David. Internet of things. **Evolution of cyber technologies and operations to 2035**, p. 19-32, 2015.

GJONESKA, Biljana et al. Problematic use of the internet during the COVID-19 pandemic: Good practices and mental health recommendations. **Comprehensive psychiatry**, v. 112, p. 152279, 2022.

GRACE, Lindsay. Game type and game genre. **Retrieved February**, v. 22, n. 2009, p. 8, 2005.

GOYAL, Parul et al. Internet of Things: Applications, security and privacy: A survey. **Materials Today: Proceedings**, v. 34, p. 752-759, 2021.

GRAY, Stuart et al. Gorilla Game Lab: Exploring modularity, tangibility and playful engagement in cognitive enrichment design. In: **Proceedings of the Fifth International Conference on Animal-Computer Interaction**. 2018. p. 1-13.

GUO, Bin et al. Opportunistic IoT: Exploring the social side of the internet of things. In: **Proceedings of the 2012 IEEE 16th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)**. IEEE, 2012. p. 925-929.

GWET, Kilem L. **Handbook of inter-rater reliability: The definitive guide to measuring the extent of agreement among raters**. Advanced Analytics, LLC, 2014.

HASAN, Mohamed. **Iot Analytics**, 2018. State of IoT 2022: Number of connected IoT devices growing 18% to 14.4 billion globally. Disponível em: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>. Acesso em: 21 fev. 2020.

HENRY, John et al. A framework for the integration of serious games and the Internet of Things (IoT). In: **2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)**. IEEE, 2018. p. 1-8.

HENRY, John et al. A randomised control trial for measuring student engagement through the Internet of Things and serious games. **Internet of Things**, v. 13, p. 100332, 2021.

HUANG, Hai; NG, Kher Hui. Designing for cultural learning and reflection using IoT serious game approach. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 25, n. 3, p. 509-524, 2021.

JOHANSEN, Petter Bakkan. **Iot-based pervasive game framework-a proof of concept case study**. 2018. Dissertação de Mestrado. NTNU.

JUUL, J. **The game, the player, the world: looking for a heart of gameness**. Level Up: digital games research conference proceedings. Utrecht University, 2003.

KASAPAKIS, Vlasios; GAVALAS, Damianos; CHATZIDIMITRIS, Thomas. Evaluation of pervasive games: recruitment of qualified participants through preparatory game phases. In: **Internet of Things. User-Centric IoT: First International Summit, IoT360 2014, Rome, Italy, October 27-28, 2014, Revised Selected Papers, Part I**. Springer International Publishing, 2015. p. 118-124.

KASAPAKIS, Vlasios; GAVALAS, Damianos. Pervasive gaming: Status, trends and design principles. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 55, p. 213-236, 2015.

KIM, Hye-Young. A design and implementation of a framework for games in IoT. **The Journal of Supercomputing**, v. 74, p. 6516-6528, 2018.

KIM, Raphael et al. A new mould rush: designing for a slow bio-digital game driven by living micro-organisms. In: **Proceedings of the 13th International Conference on the Foundations of Digital Games**. 2018. p. 1-9.

KING, Daniel L. et al. Problematic online gaming and the COVID-19 pandemic. **Journal of Behavioral Addictions**, v. 9, n. 2, p. 184-186, 2020.

KITCHENHAM, Barbara A.; BUDGEN, David; BRERETON, O. Pearl. The value of mapping studies—A participant-observer case study. In: **14th international conference on**

**evaluation and assessment in software engineering (ease)**. 2010. p. 1-9.

L'HEUREUX, Alexandra et al. A gamification framework for sensor data analytics. In: **2017 IEEE international congress on internet of things (ICIOT)**. IEEE, 2017. p. 74-81.

LEPEKHIN, Aleksandr et al. A systematic mapping study on internet of things challenges. In: **2019 IEEE/ACM 1st International Workshop on Software Engineering Research & Practices for the Internet of Things (SERP4IoT)**. IEEE, 2019. p. 9-16.

LOPEZ-MARTINEZ, Alejandro; IGLESIAS, Carlos A.; CARRERA, Alvaro. Gamified Smart Objects for Museums Based on Automatically Generated Quizzes Exploiting Linked Data. In: **2020 16th International Conference on Intelligent Environments (IE)**. IEEE, 2020. p. 132-139.

LU, Ching-Hu. IoT-enabled adaptive context-aware and playful cyber-physical system for everyday energy savings. **IEEE Transactions on Human-Machine Systems**, v. 48, n. 4, p. 380-391, 2018.

MACDOWELL, André; ENDLER, Markus. Internet of things based multiplayer pervasive games: An architectural analysis. In: **Internet of Things. User-Centric IoT: First International Summit, IoT360 2014, Rome, Italy, October 27-28, 2014, Revised Selected Papers, Part I**. Springer International Publishing, 2015. p. 125-138.

MAGERKURTH, Carsten et al. Pervasive games: bringing computer entertainment back to the real world. **Computers in Entertainment (CIE)**, v. 3, n. 3, p. 4-4, 2005.

MAGERKURTH, Carsten. Hybrid gaming environments: keeping the human in the loop within the Internet of things. **Universal Access in the Information Society**, v. 11, n. 3, p. 273-283, 2012.

MANZOOR, Ahsan et al. Scavenger hunt: Utilization of blockchain and IoT for a location-based game. **IEEE Access**, v. 8, p. 204863-204879, 2020.

MCHUGH, Mary L. Interrater reliability: the kappa statistic. **Biochemia medica**, v. 22, n. 3, p. 276-282, 2012.

MIN, Lee Jeong; HYE, Kim Ji; HAK, Lee Kyoung. Development of Elementary Science Fossil Learning. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 9, p. 46, 2016.

MIORANDI, Daniele et al. Internet of things: Vision, applications and research challenges. **Ad hoc networks**, v. 10, n. 7, p. 1497-1516, 2012.

MORA, Alberto et al. Gamification: a systematic review of design frameworks. **Journal of Computing in Higher Education**, v. 29, p. 516-548, 2017.

MUKAKA, Mavuto M. A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi medical journal**, v. 24, n. 3, p. 69-71, 2012.

MYOUNJAE, Lee. Secure game development for IoT environment. **Journal of Computer Virology and Hacking Techniques**, v. 12, n. 3, p. 125-130, 2016.

NAMVAR, Nima et al. Jamming in the internet of things: A game-theoretic perspective. In: **2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)**. IEEE, 2016. p. 1-6.

NESTERIUK, S. **Reflexões acerca do videogame: algumas de suas aplicações e potencialidades.** in L. SANTAELLA & M. FEITOSA, (Eds.), Mapa do Jogo: a diversidade cultural dos games (p23-36) São Paulo: Cengage Learning, 2009.

NEWZOO, **Global Games Market Report: The VR & Metaverse Edition.** 2021. Disponível em: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2021-free-version/>. Acesso em: jun. 2022.

OLIVERI, Matteo et al. Designing an IoT-focused, multiplayer serious game for industry 4.0 innovation. In: **2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)**. IEEE, 2019. p. 1-9.

PAPAIOANNOU, Thanasis G. et al. IoT-enabled gamification for energy conservation in public buildings. In: **2017 Global Internet of Things Summit (GIoTS)**. IEEE, 2017. p. 1-6.

PATEL, Keyur K.; PATEL, Sunil M.; SCHOLAR, P. Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. **International journal of engineering science and computing**, v. 6, n. 5, 2016.

PENDERS, Arno et al. Solis: A smart interactive system for houseplants caring. In: **2018 International Conference on Orange Technologies (ICOT)**. IEEE, 2018. p. 1-7.

PETERSEN, Kai; VAKKALANKA, Sairam; KUZNIARZ, Ludwik. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. **Information and software technology**, v. 64, p. 1-18, 2015.

PETROVIĆ, Luka et al. Designing an extended smart classroom: An approach to game-based learning for IoT. **Computer applications in engineering education**, v. 30, n. 1, p. 117-132, 2022.

PETROVIĆ, Luka et al. Harnessing Edutainment in Higher Education: an example of an IoT based game. 2017.

RANHEL, J. **O conceito de jogo e os jogos computacionais.** In L. SANTAELLA & M. FEITOSA, (Eds.), Mapa do Jogo: a diversidade cultural dos games (pp 3-22). São Paulo: Cengage Learning, 2009.

REGGIO, Gianna et al. What are IoT systems for real? An experts' survey on software engineering aspects. **Internet of Things**, v. 12, p. 100313, 2020.

SANTOS, Bruno P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. **Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, v. 31, p. 16, 2016.

SCHMITD, Luiz. **Adrenaline**, 2022. Jogos digitais somaram 94.2% de todas as vendas de games em 2022. Disponível em: [Jogos digitais somaram 94.2% de todas as vendas de games em 2022 | Adrenaline/](#). Acesso em: 21 fev. 2020.

SCHOUTEN, Ben et al. Games as strong concepts for city-making. **Playable cities: The city as a digital playground**, p. 23-45, 2017.

SCHUYTEMA, P. Design de games: Uma abordagem prática, Brasil. **Pioneira**, 2008.

SHARMA, Dharmendra et al. **Fusion of smart, multimedia and computer gaming technologies**. Heidelberg: Springer International Publishing, 2015.

STATISTA. Value of the global video games market from 2011 to 2020 (in billion u.s. dollars). **Technical report, Statista**, 2016. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/246888/value-of-the-global-video-game-market/>. Acesso: jun. 2022.

STOKES, Benjamin et al. A Playful City in the Cards: Sharing Power in Game Design by Extending the Card Metaphor. In: **Extended Abstracts of the 2020 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play**. 2020. p. 375-378.

SU, Chen-Yu et al. TaoBall: An interactive IoT ball design for rehabilitation. In: **2016 IEEE 6th International Conference on Consumer Electronics-Berlin (ICCE-Berlin)**. IEEE, 2016. p. 24-27.

TEIZER, Jochen et al. A serious gaming approach to integrate BIM, IoT, and Lean construction in construction education. In: **Construction Research Congress 2020: Project Management and Controls, Materials, and Contracts**. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2020. p. 21-30.

USKOV, Alexander; SEKAR, Bhuvana. Smart gamification and smart serious games. **Fusion of Smart, Multimedia and Computer Gaming Technologies: Research, Systems and Perspectives**, p. 7-36, 2015.

VAN DER LAAN, Jinke D.; HEINO, Adriaan; DE WAARD, Dick. A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 1997.

WAHER, Peter. **Learning Internet of Things Paperback**. Birmingham Mumbai. Packt Publishing Ltd. 2015.

WANG, Meng; NUNES, Miguel Baptista. Matching serious games with museum's educational roles: smart education in practice. **Interactive Technology and Smart Education**, v. 16, n. 4, p. 319-342, 2019.

WU, Bin et al. 3D Printing Intelligent Soccer Robot Match System. In: **2020 Chinese Automation Congress (CAC)**. IEEE, 2020. p. 6013-6017.

WINNICKA, Alicja et al. A multi-agent gamification system for managing smart homes. **Sensors**, v. 19, n. 5, p. 1249, 2019.

XIAO, Ruowei; WU, Zhanwei; HAMARI, Juho. Internet-of-gamification: A review of literature on IoT-enabled gamification for user engagement. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 38, n. 12, p. 1113-1137, 2022.

YI, Jisu; LEE, Youseok; KIM, Sang-Hoon. Determinants of growth and decline in mobile game diffusion. **Journal of Business Research**, v. 99, p. 363-372, 2019.

ZAPF, Antonia et al. Measuring inter-rater reliability for nominal data—which coefficients and confidence intervals are appropriate?. **BMC medical research methodology**, v. 16, p. 1-10, 2016.

## ANEXO A - LISTA DOS 30 PRINCIPAIS VEÍCULOS DE PUBLICAÇÃO

Nome Abreviado	Nome Completo	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3
AAAI	NATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE	SCOPUS		
AAMAS	Adaptive Agents and Multi-Agents Systems	ACM		
ACE	Advances in Computer Entertainment Technology	ACM	SCOPUS	SPRINGER
ACL	Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics	ACM	SCOPUS	
ADHOCNETS	International Conference on Ad Hoc Networks	SPRINGER		
AIIDE	Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conference	SCOPUS		
AINA	Advanced Information Networking and Applications	SPRINGER	IEEE	SCOPUS
AmI	Ambient Intelligence	SPRINGER		
ASSETS	ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility	ACM		
AutomotiveUI	Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications	SCOPUS	ACM	
AVI	International Conference on Advanced Visual Interfaces	ACM		
Big Data	International Conference on Big Data	ACM		
BigData Congress	International Congress on Big Data	SCOPUS		
CCDC	Chinese Control and Decision Conference	IEEE		
CCNC	Consumer Communications and Networking Conference	IEEE	SCOPUS	
CCS	Consumer Communications and Networking Conference	ACM		
CEC	Congress on Evolutionary Computation	SCOPUS		
CF	Computing Frontiers Conference	ACM		
CGAMES	Computer Games	IEEE		

CHI	Human Factors in Computing Systems	ACM		
CHI PLAY	Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play	ACM		
CiE	Conference on Computability in Europe	SPRINGER		
CIG	Computational Intelligence and Games	IEEE		
CloudCom	IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science	IEEE		
CSCW	ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work	ACM		
CSCWD	International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design	IEEE		
CVPR	COMPUTER VISION AND PATTERN RECOGNITION	SCOPUS	IEEE	
DGR	International Conference on Digital Government Research	ACM		
DiGRA	Digital Games Research Association	<a href="http://digra.org">digra.org</a>		
DIS	Designing Interactive Systems	ACM	SCOPUS	

**ANEXO B - TRABALHOS SELECIONADOS AO FINAL DE TODOS OS FILTROS DE SELEÇÃO**

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Local de Publicação</b>	<b>Ano</b>	<b>Fonte</b>	<b>Volume</b>
Evaluation of pervasive games: Recruitment of qualified participants through preparatory game phases	Kasapakis, V. and Gavalas, D. and Chatzidimitris, T.	Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST	2015	Scopus	150
ChArGED: Implementing a framework for improving energy efficiency in public buildings through IoT-enabled energy disaggregation and serious games	Dimitriou, Nikos and Garbi, Anastasia and Vasilakis, Kostas and Schoofs, Anthony and Taha, Amr and Nikiforakis, Manolis and Kotsilitis, Sarantis and Papaioannou, Thanasis G. and Kotsopoulos, Dimosthenis and Bardaki, Cleopatra and Pursche, Fabian and Deliyiski, Nikolay		2018	IEEE Xplore	
Designing IoT Resources to Support Outdoor Play for Children	Dylan, T. and Wood, G. and Durrant, A.C. and Vines, J. and Torres, P.E. and Ulrich, P.I.N. and Cukurova, M. and Carr, A. and Çerçi, S. and Lawson, S.	Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings	2020	Scopus	
Solis: A Smart Interactive System for Houseplants Caring	Penders, Arno and Octavia, Johanna Renny and Caron, Michiel and de Haan, Fay and Devoogdt, Thomas and Nop, Samnang and McAtear, Anthony and Pieters, Olivier and Wyffels, Francis and Verstockt, Steven and Saldien, Jelle		2018	IEEE Xplore	

TaoBall: An Interactive IoT Ball Design for Rehabilitation	Su, Chen-Yu and Hsiao, Chun-Yi and Lee, Ren-Guey and Chen, Jyh-Horng		2016	Web of Science	
Gorilla Game Lab: Exploring Modularity, Tangibility and Playful Engagement in Cognitive Enrichment Design	Gray, Stuart and Clark, Fay and Burgess, Katy and Metcalfe, Tom and Kadujevic, Anja and Cater, Kirsten and Bennett, Peter		2018	ACM DL	
Analysis on educating mechanical engineers through serious games using pervasive technologies	Baalsrud Hauge, J.M. and Lim, T. and Kalverkamp, M. and Haase, F. and Bellotti, F.	Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference	2016	Scopus	1B-2016
REAL: Reality-Enhanced Applied Games	Bellotti, Francesco and Berta, Riccardo and Paranthaman, Pratheep and Dange, Gautam and De Gloria, Alessandro	IEEE Transactions on Games	2020	IEEE Xplore	12
A New Mould Rush: Designing for a Slow Bio-Digital Game Driven by Living Micro-Organisms	Kim, Raphael and Thomas, Siobhan and van Dierendonck, Roland and Poslad, Stefan		2018	ACM DL	
A Serious Gaming Approach to Integrate BIM, IoT, and Lean Construction in Construction Education	Teizer, Jochen and Golovina, Olga and Embers, Stephan and Wolf, Mario		2020	Web of Science	
Internet of Things Based Multiplayer Pervasive Games: An Architectural Analysis	MacDowell, Andre and Endler, Markus		2015	Web of Science	150
PacMap: Transferring PacMan to the physical realm	Chatzidimitris, T. and Gavalas, D. and Kasapakis, V.	Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST	2015	Scopus	150
IoT-Enabled Adaptive Context-Aware and Playful Cyber-Physical System for Everyday Energy Savings	Lu, Ching-Hu	IEEE TRANSACTIONS ON HUMAN-MACHINE SYSTEMS	2018	Web of Science	48
A Multi-Agent Gamification System for Managing Smart Homes	Winnicka, Alicja and Kesik, Karolina and Polap, Dawid and	SENSORS	2019	Web of Science	19

	Wozniak, Marcin and Marszalek, Zbigniew				
3D Printing Intelligent Soccer Robot Match System	Wu, Bin and Yang, Zhen and Wu, Xinyang and Chen, Yuqing		2020	Web of Science	
Gamified Smart Objects for Museums Based on Automatically Generated Quizzes Exploiting Linked Data	Lopez-Martinez, Alejandro and Iglesias, Carlos A. and Carrera, Alvaro		2020	Web of Science	
A Gamification Framework for Sensor Data Analytics	L'Heureux, Alexandra and Grolinger, Katarina and Higashino, Wilson A. and Capretz, Miriam A. M.		2017	Web of Science	
A randomised control trial for measuring student engagement through the Internet of Things and serious games	Henry, J. and Tang, S. and Mukhopadhyay, S. and Yap, M.H.	Internet of Things (Netherlands)	2021	Scopus	13
Designing for cultural learning and reflection using IoT serious game approach	Huang, H. and Ng, K.H.	Personal and Ubiquitous Computing	2021	Scopus	25
Designing an extended smart classroom: An approach to game-based learning for IoT	Petrović, L. and Stojanović, D. and Mitrović, S. and Barać, D. and Bogdanović, Z.	Computer Applications in Engineering Education	2021	Scopus	
Development of elementary science fossil learning contents based on virtualization	Min, L.J. and Hye, K.J. and Hak, L.K.	Indian Journal of Science and Technology	2016	Scopus	9
Harnessing Edutainment in Higher Education: an Example of an IoT Based Game	Petrovic, Luka and Stojanovic, Danijela and Labus, Aleksandra and Bogdanovic, Zorica and Despotovic-Zrakic, Marijana		2017	Web of Science	