

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA —  
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS**

**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS — DASS**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

**APOLINARIO DE OLIVEIRA BOTELHO**

**FRANCIELI BERNARDO RIBEIRO**

**ALTERAÇÕES DA CONECTIVIDADE FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS COM DEPENDÊNCIA EM  
JOGOS ELETRÔNICOS AVALIADAS POR MEIO DE IRM FUNCIONAL:  
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**FLORIANÓPOLIS, 2023**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA —  
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS**

**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS — DASS**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

**APOLINARIO DE OLIVEIRA BOTELHO  
FRANCIELI BERNARDO RIBEIRO**

**ALTERAÇÕES DA CONECTIVIDADE FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS COM DEPENDÊNCIA EM  
JOGOS ELETRÔNICOS AVALIADAS POR MEIO DE IRM FUNCIONAL:  
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia.

Professora Orientadora:

Dra. Daiane Cristini Barbosa de Souza.

**FLORIANÓPOLIS, 2023**

**ALTERAÇÕES DA CONECTIVIDADE FUNCIONAL EM INDIVÍDUOS COM DEPENDÊNCIA EM  
JOGOS ELETRÔNICOS AVALIADAS POR MEIO DE IRM FUNCIONAL:  
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**APOLINARIO DE OLIVEIRA BOTELHO  
FRANCIELI BERNARDO RIBEIRO**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de **Tecnólogo em Radiologia**, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 21 de junho de 2023.

Documento assinado digitalmente  
 **DAIANE CRISTINI BARBOSA DE SOUZA**  
Data: 31/07/2023 22:27:15-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Daiane Cristini Barbosa de Souza, Dra.  
Orientadora IFSC

Documento assinado digitalmente  
 **TATIANE SABRIELA CAGOL CAMOZZATO**  
Data: 14/07/2023 17:33:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Tatiane Sabriela Cagol Camozzato, Dra.  
Avaliadora IFSC

Documento assinado digitalmente  
 **CAROLINA NEIS MACHADO**  
Data: 31/07/2023 15:51:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Profa. Carolina Neis Machado, Dra.  
Avaliadora IFSC

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a professora Daiane, pela oportunidade que nos foi dada e o total apoio para seguir com nossa linha de pesquisa, que sempre esteve presente para esclarecimentos de bom grado e proporcionando diversos *insights* que nem imaginamos serem possíveis.

“Agradeço a Deus, por ele fazer com que tudo se realize como deveria, e não como esperamos, podemos reparar, que belo resultado essa linda vida nos trouxe. Agradeço a paciência e a compreensão do meu esposo Rafael, pelos momentos de ausência que a dedicação me levava ao meu estudo, o companheirismo da minha amiga e colega Francieli, que sempre esteve ali de dupla comigo por toda graduação, que apoiamos-nos e nos encorajamos a enfrentar todas as dificuldades. Agradecemos a nossa banca por suas colocações e os seus encorajamentos, agradecemos também pela tentativa da professora Caroline Machado, que mesmo não estando na banca, sabemos que está na torcida também pelo nosso estudo” — Apolinario de Oliveira Botelho.

“Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus por ter me guiado e me concedido a oportunidade de amadurecer e superar desafios ao longo dos últimos anos. Além disso, sou imensamente grata pelo apoio e carinho das professoras Daiane, Caroline e Tatiane, cuja dedicação e suporte foram fundamentais para o meu crescimento. Também sou grata pela minha dupla, Apolinário, que tem estado ao meu lado desde o início do curso, oferecendo apoio e auxílio em todos os momentos, tanto acadêmicos quanto pessoais. Agradeço por essa parceria valiosa, que tem sido uma fonte constante de motivação e fortalecimento durante essa jornada” — Francieli Bernardo Ribeiro.

O passado já está escrito, mas você ainda pode ver o futuro. Enquanto houver um longo futuro pela frente, um dia o passado não passará de um pequeno galho na imensidão da floresta.

(Nahida, miHoYo, 2022)

## RESUMO

A neuroimagem tem progredido continuamente, desempenhando um papel crucial no diagnóstico preciso de diversas patologias e distúrbios cerebrais. No entanto, os avanços tecnológicos também podem acarretar efeitos adversos na sociedade, resultando em uma crescente dependência dessas ferramentas, como na dependência de jogos eletrônicos. Através da técnica de ressonância magnética (RM), torna-se possível visualizar e compreender as diversas alterações cerebrais que podem ocorrer como consequência desse distúrbio. Essa revisão integrativa teve por objetivo realizar um levantamento das principais alterações nas conexões cerebrais encontradas em exames de RM, em indivíduos com transtorno de jogos pela *internet* (IGD). O método utilizado para a coleta dos dados ocorreu por meio da busca dos termos “Imageamento por Ressonância Magnética”, “Dependência Psicológica” e “Transtorno de Adição à *Internet*” nas bases de dados “PubMed” e “Embase”. Optou-se por utilizar os artigos mais recentes nesta pesquisa, consistindo em estudos publicados entre os anos de 2020 a janeiro de 2023. Após uma análise manual, por meio do ambiente virtual criado no *software* “Rayyan”, foram compilados os resultados de 18 estudos científicos, tendo como principais resultados, achados de alterações significativas na conectividade funcional de certas estruturas cerebrais, tanto diminuições quanto aumentos. Não foram relatadas alterações relacionadas à diminuição da massa encefálica nos estudos selecionados. Também foi possível avaliar alguns impactos negativos do uso descontrolado dessas tecnologias na população jovem, como a perda de controle da inibição na tomada de decisões, tornando o lazer em vício. Pode-se observar que embora os dependentes dessas tecnologias compreendam os riscos e danos associados, eles enfrentam dificuldades para resistir ao impulso de parar de jogar, onde tal situação gera um alerta na sociedade, ressaltando a necessidade de mais estudos a longo prazo, que possam ser comparativos entre diferentes faixas etárias. Conclui-se que as regiões com maiores alterações em indivíduos com sintomas de IGD são no córtex pré-frontal, frontal-parietal, giro frontal, lobo da ínsula, córtex cingulado e corpo estriado. A falta de conhecimento abrangente sobre os efeitos da dependência de jogos eletrônicos em diferentes grupos etários é uma preocupação significativa. Para abordar essa lacuna, é fundamental realizar pesquisas que se estendam ao longo do tempo e avaliem o impacto dessas tecnologias em diversos estágios do desenvolvimento humano.

**Palavras-Chave:** Imagem de ressonância magnética. Transtorno de Dependência de Internet. Dependência Psicológica. Neuroimagem. Diagnóstico por Imagem.

## ABSTRACT

Neuroimaging has made continuous progress, playing a pivotal role in the precise diagnosis of various cerebral pathologies and disorders. However, technological advancements can also have adverse effects on society, leading to an increasing dependence on these tools, such as electronic gaming addiction. Through magnetic resonance imaging (MRI), it becomes possible to visualize and comprehend the diverse cerebral alterations that can occur as a result of this disorder. The objective of this integrative review was to conduct an overview of the main changes in brain connectivity found in MRI examinations of individuals with Internet Gaming Disorder (IGD). The data collection method involved searching the terms "Magnetic Resonance Imaging", "Psychological Dependence" and "Internet Addiction Disorder" in the "PubMed" and "Embase" databases. Recent articles between the years 2020 to January 2023 were selected for this study. After a thorough analysis through the software "Rayyan", the findings from 18 scientific studies were compiled, revealing significant alterations in the functional connectivity of specific brain structures, both decreases and increases. No alterations related to a reduction in brain mass were reported in the selected studies. Additionally, it was possible to evaluate some negative impacts of the unregulated use of these technologies among the young population, such as a loss of inhibitory control in decision-making, transforming leisure into addiction. It is evident that, although individuals suffering from this addiction comprehend the associated risks and damages, they encounter difficulties in resisting the impulse to cease gaming. This situation raises concerns within society and underscores the need for further long-term studies that can be comparative across different age groups. In conclusion, the regions exhibiting the most substantial alterations in individuals with IGD symptoms include the prefrontal cortex, frontal-parietal region, frontal gyrus, insula lobe, cingulate cortex, and striatum. The lack of comprehensive knowledge regarding the effects of electronic gaming addiction in different age cohorts is a significant concern. To address this gap, it is imperative to conduct research that spans an extended period and assesses the impact of these technologies at various stages of human development.

**Keywords:** Magnetic Resonance Imaging. Internet Addiction Disorder. Psychological Dependency. Neuroimaging. Diagnostic Imaging.

## LISTA DE QUADROS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| QUADRO 1 – Resumo dos principais achados.....                             | 21 |
| QUADRO 2 – Análise bibliométrica dos artigos utilizados nesse estudo..... | 23 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC — Córtex Cingulado Anterior

BOLD — *Blood Oxygenation Level Dependent* - baseada no contraste dependente do nível de oxigenação do sangue

Bil — Bilateral

CID — Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde

DLPFC — Córtex Pré-Frontal Dorsolateral

DMN — Rede Modo Padrão

dmPFC — Córtex Pré-Frontal Dorsomedial

DSM — *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, em português: Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais

FC — *Functional Connectivity*, em português: Conectividade Funcional

FPN — *Fronto-Parietal Network*, em português: Rede Fronto-Parietal

GLi — Giro Lingual

HC — Indivíduos Controle Saudáveis

IC — Córtex Insular

IFG — Giro Frontal Inferior

IFSC — Instituto Federal de Santa Catarina

IGD — *Internet Gaming Disorder*, em português: Transtorno de Jogo pela *Internet*

IRM — Imagem de Ressonância Magnética

IRMf — Imagem de Ressonância Magnética Funcional

MFG — Giro Frontal Médio

NAcc — Núcleo Accumbens

OMS — Organização Mundial da Saúde

PC — Córtex Pré-Cúneo

PFC — Córtex Pré-Frontal

PCG — Giro Pós Central

SFG — Giro Frontal Superior

vmPFC — Córtex Pré-Frontal Ventro Medial

VS — Estriado Ventral

VTA — Área Tegmental Ventral

## SUMÁRIO

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                  | <b>10</b> |
| <b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>         | <b>12</b> |
| <b>3 RESULTADOS.....</b>                  | <b>14</b> |
| 3.1 Relação tarefa ou estímulo.....       | 14        |
| 3.2 Regiões cerebrais com alterações..... | 16        |
| <b>4 DISCUSSÃO.....</b>                   | <b>21</b> |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>        | <b>24</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                   | <b>25</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A possibilidade de imersão em um mundo virtual pode ser considerada um modo de lazer, porém, se utilizada compulsivamente, cria uma nova demanda de atenção para a saúde mental do indivíduo que participa de jogos eletrônicos de forma patológica (CARVALHO *et al.*, 2022; GENTILE *et al.*, 2017).

Esse uso frequente e descontrolado de jogos eletrônicos aumenta o número de pessoas diagnosticadas com transtorno de jogos pela *internet* (IGD, do inglês: *Internet Gaming Disorder*) (SANTOS *et al.*, 2020; STEVANOVIC *et al.*, 2020). O IGD ocorre quando existe um uso descomedido e prolongado do uso de tais tecnologias, levando assim ao aparecimento de certos sintomas cognitivos e comportamentais. A terminologia faz menção aos jogos *online*, entretanto os jogos *offline* também podem gerar essas alterações ou diferenças de conduta no comportamento das pessoas com esse acometimento (ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA, 2014).

Imagens obtidas pela técnica de Ressonância Magnética (IRM) têm se mostrado uma importante ferramenta no diagnóstico de IGD. Com os atuais métodos por imagem para avaliação da função cerebral disponíveis, tem sido possível compreender melhor os aspectos fisiológicos e anatômicos das estruturas cerebrais, e principalmente compreender os diversos tipos de alterações cerebrais estruturais que podem ocorrer como consequência de quadros patológicos, tais como esquizofrenia, alzheimer, entre outras. Essas alterações cerebrais podem ser do tipo anatômicas e/ou fisiológicas, tais como aumento ou diminuição da conectividade funcional (FC, do inglês: *Functional Connectivity*) ou aumento e diminuição da massa encefálica; no caso do IGD, dependendo do estudo e/ou estímulo, há relato de diversas variações, como o exemplo do aumento da FC nas regiões do Córtex Pré-Frontal Dorsolateral (DLPFC), da ínsula, do corpo Estriado, além de regiões com menos FC, como o lobo frontal (WANG *et al.*, 2023).

A técnica de imageamento por ressonância magnética funcional (IRMf) é utilizada para avaliações das funções cerebrais, como a memória, linguagem e controle de motricidade. Podendo correlacionar as imagens funcionais com as imagens anatômicas ponderadas em T2, na qual é possível ter uma noção espacial melhorada, para um possível planejamento terapêutico, com a localização exata na região anatômica, permite-se que saiba qual função está sendo afetada, de acordo com cada função cerebral (MAZZOLA *et al.*, 2019).

Por meio da neurorradiologia, é possível avaliar imagens cerebrais baseadas na inspeção visual, entretanto ao combinar com a área da neuropsiquiatria, as avaliações são feitas de forma comparativa, entre pacientes e determinada média estatística. As comparações também podem ser entre pacientes que sofrem de um determinado transtorno *versus* um grupo de voluntários saudáveis, ou então, análises estatísticas nos padrões de imagem dos mesmos pacientes estudados, porém em diferentes condições ao longo do tempo (BUSATTO *et al.*, 2006).

É notável a ascensão do mercado brasileiro de jogos eletrônicos, onde somente no ano de 2019 foram contabilizados 81,2 milhões de jogadores no Brasil (WEUSTINK, 2020). Essa crescente prevalência no uso de mídia digital tem causado grande preocupação na população sobre os possíveis efeitos prejudiciais, incluindo a possibilidade de que os jogos de *videogame*, de fato,

desenvolvam sintomas disfuncionais quanto ao uso exagerado em alguns jogadores, tal como vem sido abordado em inúmeras referências literárias (GENTILE *et al.*, 2017).

O IGD foi incluído na versão 11 da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID-11), elaborada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), entrando em vigor no início do ano de 2022 (COMOLI, 2022). Entretanto, essa mesma patologia já era conhecida na quinta edição do Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA, 2014) desde o ano de 2014.

O objetivo principal dessa revisão integrativa consistiu em analisar quais são as alterações cerebrais funcionais, relatadas na literatura, em jogadores compulsivos de *videogames*, detectadas por meio do uso de imagens de ressonância magnética.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Adotando as seis etapas de construção propostas por Souza *et al.* (2010), foi decidido na realização de uma revisão integrativa, sendo essas etapas fundamentais para garantir a qualidade e a abrangência da revisão. A primeira etapa consistiu na elaboração da pergunta norteadora, “quais são as alterações cerebrais funcionais, relatadas na literatura, em jogadores dependentes de jogos eletrônicos, detectadas por meio do uso de imagens de ressonância magnética”, definindo assim, o escopo e a direção da revisão. Em seguida, iniciou-se a etapa de busca ou amostragem na literatura, sendo realizada a pesquisa nas bases de dados “BVS”, “PubMed”, “EMBASE” e “Scopus”, na qual incluiu estudos de IRM publicados nos anos de 2020 a fevereiro de 2023, combinando os seguintes termos com indicadores *booleanos* na estratégia de busca:

((“Imageamento por Ressonância Magnética” OR “Magnetic Resonance Imaging” OR “Imagem por Ressonância Magnética” OR “IRM Funcional” OR “IRMf” OR “Imageamento Contrastado por Transferência de Magnetização” OR “Imageamento de Ressonância Magnética” OR “Imageamento de Spin-Eco”) AND (“Transtorno de Adição à Internet” OR “Internet Addiction Disorder” OR “Trastorno de Adicción a Internet” OR “Ciberadição” OR “Ciberdependência” OR “Transtorno da Ciberdependência” OR “Dependência de Internet e de Jogos Eletrônicos” OR “Perturbação do Jogo pela Internet” OR “Transtorno de Dependência aos Jogos pela Internet” OR “Vício por Jogos Eletrônicos” OR “Vício por Jogos Eletrônicos”)).

Após a obtenção dos estudos, inicia-se a etapa de coleta de dados, na qual são extraídas as informações pertinentes de cada estudo, incluindo características, metodologia e resultados. A análise crítica dos estudos incluídos é uma etapa crucial, na qual os estudos são avaliados rigorosamente, considerando aspectos como a qualidade metodológica e a contribuição para a pergunta norteadora. As publicações encontradas foram filtradas por meio de critérios de inclusão, como estudos (1) escritos em inglês, português ou espanhol (2) publicados entre 2020 e fevereiro de 2023 e com (3) texto disponível na íntegra. Os critérios de exclusão foram estudos que consistem em (1) pesquisas que contenham estudos relacionados a dependentes químicos ou distúrbios neurológicos, com (2) métodos de aquisição de imagem que não sejam a ressonância magnética, com (3) revisão de literatura e com (4) textos com acesso restrito ou pagos. Além disso, foram excluídos estudos com pacientes em estado repouso, ou seja, onde não eram submetidos a qualquer estímulo ou tarefa durante a aquisição das imagens. Ainda foram removidos estudos sem descrição adequada das características relevantes e artigos duplicados. Na Figura 1 são apresentadas as etapas deste processo.

Foram encontrados 87 artigos no banco de dados da “EMBASE”, 80 artigos na “PubMed”, 80 artigos na plataforma “Scopus” e 72 artigos na “BVS”. Com a exportação de um relatório, no formato “.RIS”, dos resultados encontrados de cada uma das bases de dados, foi possível importar cada relatório para o *software* “Rayyan”. Esse *software* permite realizar uma

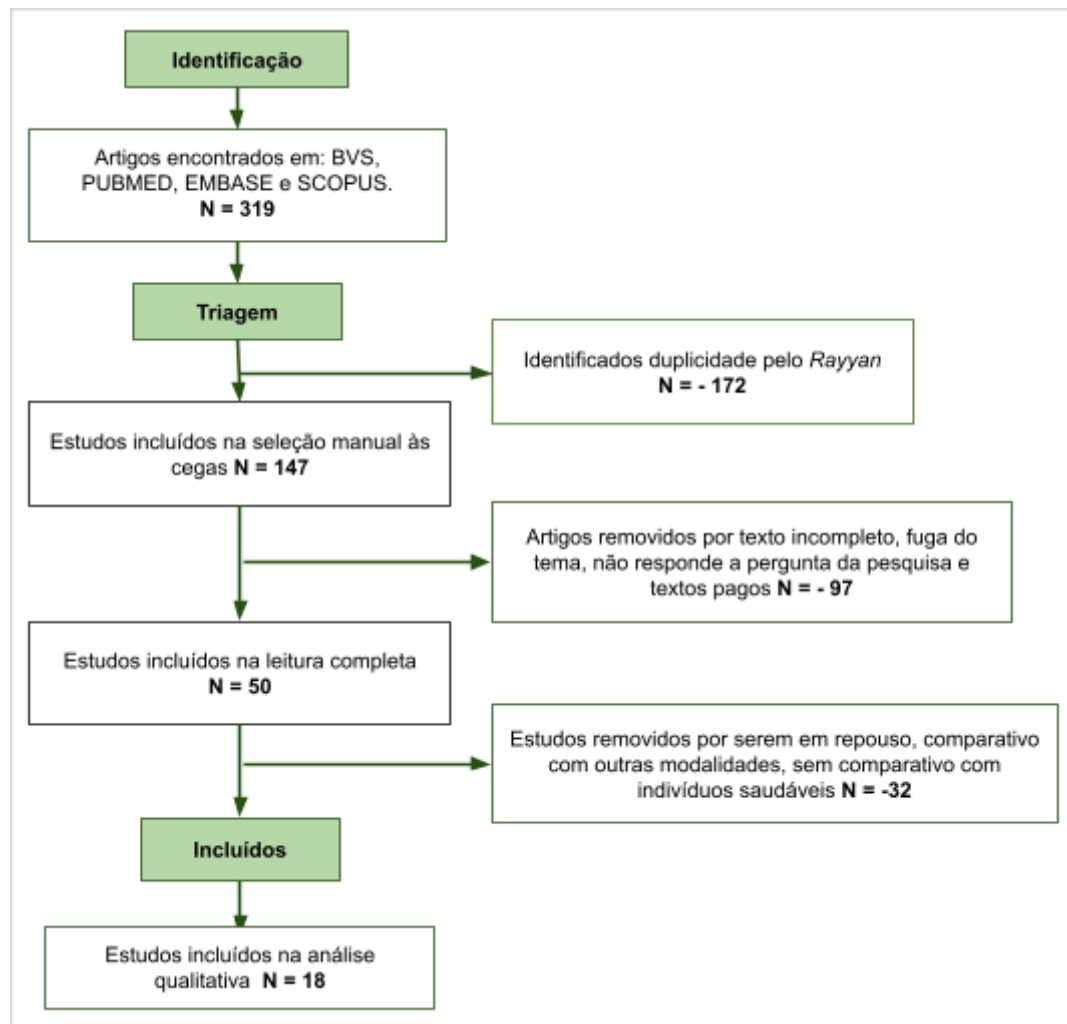
verificação *online* dos artigos, manualmente, no qual com a criação desse ambiente virtual, cada membro incluído pode atribuir as *tags* “*included* (em português: incluído)” para artigos que se enquadram no tema desta pesquisa, “*excluded* (em português: excluído)” para artigos que serão descartados devido aos critérios de exclusão elaborados, e “*maybe* (em português: talvez)” para artigos nos quais o membro da equipe não tem certeza se o artigo deve ou não ser incluído nesta pesquisa. A categorização por meio de *tags* foi realizada “às cegas”, ou seja, sem a exibição das escolhas dos envolvidos, deste modo, a escolha de algum dos membros da equipe sobre cada artigo não influenciaria na decisão dos demais. O próprio *software* consegue esconder a escolha dos membros até que a função de exibir os resultados seja habilitada. Durante a etapa de atribuição de *tags*, o próprio *software* identifica um certo nível de duplicidade dos artigos encontrados nas quatro bases de dados. Com a leitura e conferimento manual dessa duplicidade, foram retirados 172 artigos duplicados, finalizando com um total de 147 artigos. Iniciou-se então a seleção manual dos artigos por meio das categorizações em forma de *tags*, com base nos critérios de inclusão, no qual cada membro da equipe realizou a avaliação dos dados dos 147 artigos, sem a influência dos demais. Com a finalização da etapa de categorização dos artigos, houve a habilitação dos resultados de cada membro da equipe para os demais, gerando assim um relatório final: no qual foi evidenciado 60 exclusões de vontade mútua, 19 conflitos e 18 possíveis exclusões, em que por meio de uma reunião, foi decidido manter apenas 50 artigos.

Após a pré-seleção dos 50 artigos, houve um refino adicional, excluindo artigos pagos, revisões de literatura, estudos comparativos com outros tipos de vícios ou patologias, estudos que não haviam comparativo com um grupo saudável, e estudos realizados por meio de IRMf no estado de repouso, ou seja, sem nenhum estímulo durante as aquisições. Em seguida, resultaram 18 artigos para a composição desta revisão, onde 4 artigos eram da base de dados “Embase” e 14 da “Pubmed”.

A etapa seguinte é a discussão dos resultados, na qual os achados dos estudos são sintetizados, interpretados e comparados, buscando identificar padrões, divergências e lacunas de conhecimento. Por fim, ocorre a apresentação da revisão integrativa, na qual os principais resultados e conclusões são organizados e comunicados de maneira clara e concisa.

Essas seis etapas fornecem um arcabouço metodológico abrangente para a condução da revisão integrativa, permitindo a construção de uma análise crítica da literatura, o surgimento de percepções para futuras pesquisas e a identificação de lacunas no conhecimento científico sobre o tema investigado.

**Figura 1** — Representação esquemática do processo de inclusão e exclusão dos artigos.



Fonte: Elaboração própria (2023).

### 3 RESULTADOS

Inicialmente foram selecionados 50 artigos para a leitura completa, dos quais todos os estudos foram realizados no continente asiático. Após essa etapa, foi realizado um refino manual, por meio da leitura dos mesmos, sendo excluídos os artigos sem acesso gratuito, revisões de literatura, estudos comparativos com outros tipos de vícios ou patologias, estudos que não haviam comparativo com um grupo saudável e estudos realizados por meio de ressonância magnética funcional em estado de repouso, ou seja, sem nenhum estímulo prévio.

Essa segunda análise resultou na seleção de 18 artigos para a composição desta revisão, sendo quatro artigos originários da base de dados Embase e 14 da PubMed.

Na análise bibliométrica realizada nos 18 artigos selecionados constatou-se que os anos de publicação identificados foram: oito publicados em 2020, seis publicados em 2021, três publicados em 2022, e um publicado em 2023. Desse total, os autores mais recorrentes foram: Jialin Zhang *et al.*, (2020a, 2020b, 2020c), e Lingxiao Wang *et al.*, (2021a, 2021b, 2022), e o autor Ziliang Wang *et al.*, (2022b, 2023).

Dos artigos selecionados, dois periódicos se destacaram por terem quatro publicações: o periódico *Addiction Biology* e o periódico *Journal of Behavioral Addictions* (Quadro 1).

Cada artigo selecionado descreve alterações na FC dos participantes com sintomas de IGD, sendo essas alterações evidenciadas por meio da atribuição da execução de tarefas ou estímulos aos participantes. Deste modo, os artigos selecionados foram agrupados em duas principais categorias temáticas, devido aos padrões encontrados nos 18 artigos: relação tarefa ou estímulo atribuídos aos participantes durante a aquisição das imagens, e regiões cerebrais com alterações da FC.

#### 3.1 Relação tarefa ou estímulo

Os artigos foram divididos em três subcategorias em relação à tarefa-estímulo imposta durante a aquisição das imagens. São as subcategorias de tarefa ou estímulo: reatividade ou adivinhação, além de outros que não se incluem nas mencionadas anteriormente.

Dos estudos selecionados, 14 foram realizados com tarefas baseadas em reatividade para análise das regiões cerebrais. As tarefas de reatividade podem ser observadas por conter um padrão: a análise da conectividade funcional dos indivíduos perante a indução de reações a estímulos externos. Os estudos desta subcategoria de tarefa propuseram aos participantes atividades durante o processo de aquisição de imagem, sendo estas: responder o mais rápido e precisamente possível com o dedo indicador a cada apresentação do estímulo visual proposto (YOU *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2020a; MA *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2021a; WANG *et al.*, 2020a; WANG *et al.*, 2021b; ZHOU *et al.*, 2021b). Apenas um artigo implementou o uso de memória operacional (ZHOU *et al.*, 2021b), no qual os participantes realizaram uma tarefa de aprendizagem instrumental, desenvolvida para diferenciar o controle dirigido por objetivos e aprendizagem habitual. Além disso, alguns autores implementaram estímulos sensoriais combinados com a atividade de pressionar

botões corretamente, como cliques de áudio contendo *feedback* negativo sobre o uso de jogos, juntamente com *feedback* neutro sobre as atividades diárias (YOU *et al.*, 2020), imagens relacionadas a jogos mescladas com imagens relacionadas a digitação, onde os participantes deveriam responder rapidamente se existia algum rosto na imagem (ZHANG *et al.*, 2020a; ZHOU *et al.*, 2021a; WANG *et al.*, 2020a). Um artigo optou exclusivamente pela autoavaliação emocional dos participantes durante a exibição das imagens, no qual os participantes foram instruídos a observar uma imagem negativa ou neutra, e em seguida, os participantes avaliaram sua emoção negativa atual com a seguinte pergunta: “quão mal você se sente?” indicando um valor entre 0 e 4 (0 - nada mal a 4 - muito mal). (ZHANG *et al.*, 2020b).

Um estudo utilizou estímulo monetário com os participantes, onde para ganhar (ou evitar perder) dinheiro em cada tentativa, os participantes deveriam responder pressionando um único botão antes do desaparecimento do alvo (YAO *et al.*, 2020). E, se imaginar participando das cenas sendo exibidas, sendo essas divididas em séries de teor consistente do cotidiano ou relacionadas ao uso de jogos (KIM *et al.*, 202). Também foi proposto realizar uma autoavaliação durante a aquisição, sobre a probabilidade de terem atribuído o acontecimento a si (WANG *et al.*, 2020b). Dois dos autores apresentaram aos participantes vídeos durante a aquisição das imagens, sendo estes com conteúdo de jogo ou conteúdo mundano (WANG *et al.*, 2022b; TUREL *et al.*, 2022).

Nos quatro artigos relacionados a tarefas de “adivinhação”, os participantes foram instruídos a realizarem tarefas similares às de reatividade, porém, utilizando botões de comando para escolher dentre as alternativas apresentadas. As tarefas subcategorizadas em adivinhação foram realizadas da seguinte maneira: aquisição de imagem durante um jogo de adivinhação de cartas, onde os participantes eram instruídos a selecionar a carta à esquerda ou à direita pressionando botões, ao encontrarem a carta vermelha, venceriam o jogo (ZHANG *et al.*, 2020c) e uma tarefa de roleta, onde os participantes foram instruídos a decidir entre duas roletas para indicar se deveriam apostar certo número de fichas (WANG *et al.*, 2021a).

Os outros dois artigos da subcategoria “adivinhação” utilizaram estímulo monetário para a realização das aquisições de imagem, como oferecer a opção aos participantes de escolherem por meio de um toque de botão entre uma quantia fixa de dinheiro ou escolher o dinheiro probabilístico que apareceria na tela. Após isso, o participante selecionava então uma carta dentre várias, com duas cores (vermelho e preto) refletindo a probabilidade de receber o dinheiro (WANG *et al.*, 2022a). Outra atividade foi realizada com uma matriz de oito caixas (nas quais sete caixas continham moedas que os participantes ganhariam, e uma das caixas continha uma miniatura simbolizando um demônio, que caso selecionada, todas as moedas coletadas seriam perdidas) e que por meio de um pressionar de botões, os participantes indicaram se queriam abrir a próxima caixa ou parar e coletar as moedas adquiridas. Se escolhesse parar e pegar as moedas, a posição real da miniatura era revelada, informando assim aos participantes o número de moedas que eles haviam coletado e o número de moedas perdidas (LIU *et al.*, 2021).

Por fim, apenas um artigo não menciona como foram realizadas as tarefas, apenas mencionando terem sido atribuídas atividades de “reatividade” em conjunto com atividades de “adivinhação” (WANG *et al.*, 2023).

### 3.2 Regiões cerebrais com alterações

Foram evidenciadas alterações em diversas regiões do encéfalo, sendo algumas delas avaliadas em apenas um único estudo, como as regiões da Amígdala (WANG *et al.*, 2023), Claustro (ZHANG *et al.*, 2020b), Cerebelo (WANG *et al.*, 2022b) e Tálamo (WANG *et al.*, 2022b; KIM *et al.*, 2022; LIU *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2021b). Outras regiões foram avaliadas em mais de três estudos, permitindo assim uma análise comparativa, e a criação de uma nova subcategoria na qual os agrupamentos contém os achados em regiões do neocórtex e do sistema límbico.

No neocórtex, na região do lobo frontal, foram totalizadas 10 avaliações, nas quais seis destes estudos referiram-se as diminuições nas regiões do córtex pré-frontal, frontal-parietal e giro frontal (TUREL *et al.*, 2020; MA *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2021a; WANG *et al.*, 2022b; WANG *et al.*, 2020a; WANG *et al.*, 2021b). Os quatro estudos restantes referiram-se ao aumento do giro frontal e pré-frontal (ZHANG *et al.*, 2020c; WANG *et al.*, 2020b; WANG *et al.*, 2022a; LIU *et al.*, 2021).

Na região do córtex pré-frontal dorsolateral (DLPFC) foram evidenciados três focos de aumentos da FC (WANG *et al.*, 2023; YOU *et al.*, 2020; KIM *et al.*, 2022) e dois focos de redução, um pela FC (TUREL *et al.*, 2020) e outro pelo contraste *BOLD* (ZHANG *et al.*, 2020a). Em relação ao Lobo da Ínsula, foram evidenciados, uma diminuição, no qual foi descrita como bilateral (WANG *et al.*, 2021b) e cada um dos outros dois estudos evidenciou aumento somente ou no lado esquerdo (TUREL *et al.*, 2020) ou no lado direito (ZHANG *et al.*, 2020b).

No sistema límbico, seis estudos evidenciaram alterações na região do Cíngulo, nos quais, três foram evidenciados o aumento da conectividade funcional (FC) nas regiões anteriores e bilaterais (ZHANG *et al.*, 2020b; ZHANG *et al.*, 2020c; WANG *et al.*, 2022a). Outros três estudos referiram-se à diminuição da FC no lado direito (WANG *et al.*, 2021b), uma ao lado esquerdo (WANG *et al.*, 2020b) e outra pelo contraste *BOLD* (ZHANG *et al.*, 2020a).

Por seguinte, na região do corpo Estriado, foram encontrados quatro estudos, nos quais três referiram-se ao aumento da FC na região ventral, dorsal e na lateralidade direita (YOU *et al.*, 2020; TUREL *et al.*, 2020; LIU *et al.*, 2021) e um estudo referiu-se a diminuição da conectividade em geral do corpo estriado (WANG *et al.*, 2023). Foram evidenciadas três menções dos Núcleos da Base, pelos quais referem ao aumento na região em si (ZHANG *et al.*, 2020c; YAO *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2021a). Na região do Putâmen, foram localizados dois estudos, onde ambos referiram-se ao aumento da FC na região dorsal (WANG *et al.*, 2020a; WANG *et al.*, 2022a).

Nos Quadros 1 e 2 são apresentados os principais resultados, bem como a bibliometria dos artigos utilizados neste estudo.

**QUADRO 1. Resumo dos principais achados**

| <b>Autor - Ano</b>         | <b>Objetivo</b>                                                                                                                                                             | <b>Tarefa</b>                                | <b>Principais alterações funcionais</b>                                                                |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kim <i>et al.</i> (2022)   | Investigar os efeitos de imagens de jogos e atividades alternativas de lazer na conectividade funcional durante os estados durante e pós-tarefa em pacientes com IGD.       | Tarefa de reatividade                        | ↑ FC NAcc com dmPFC; ↑ FC Giro Supramarginal D; ↓ FC em VTA com o fusiforme giro D-tálamo; ↑ FC DLPFC; |
| Liu <i>et al.</i> (2021)   | Investigar a relação entre as respostas a oportunidades perdidas e comportamentos de risco em indivíduos com IGD.                                                           | Tarefa de adivinhação com estímulo monetário | ↑ FC VS-Tálamo; ↑ FC VS; ↑ FC SFG;                                                                     |
| Ma <i>et al.</i> (2021)    | Evidenciar se os indivíduos com IGD estão comprometidos no controle proativo ou no ajuste comportamental aprendendo com os contextos em mudança.                            | Tarefa de reatividade                        | ↓ FC FPN;                                                                                              |
| Turel <i>et al.</i> (2020) | Examinar sua etiologia neural com ênfase no papel da ínsula.                                                                                                                | Tarefa de reatividade com estímulo visual    | ↓ FC DLPFC D; ↑ FC IC E; ↑ FC estriado; ↓ FC pré frontal;                                              |
| Wang <i>et al.</i> (2020a) | Identificar um desvio no padrão de conexão entre os sistemas neurais implicados nos comportamentos problemáticos em IGD.                                                    | Tarefa de reatividade com estímulo visual    | ↓ FC MFG; ↑ FC Putâmen-MFG-insula;                                                                     |
| Wang <i>et al.</i> (2020b) | Identificar o viés de autoatendimento e seus correlatos neurais subjacentes entre indivíduos com IGD.                                                                       | Tarefa de reatividade                        | ↓ FC PC; ↑ FC vmPFC; ↓ FC Cíngulo Posterior;                                                           |
| Wang <i>et al.</i> (2021a) | Fornecer informações sobre a etiologia da IGD sobre quais fases do processamento de recompensa são diferentes entre indivíduos com IGD e HC.                                | Tarefa de adivinhação                        | ↑ FC NAcc e Caudado;                                                                                   |
| Wang <i>et al.</i> (2021b) | Investigar se o controle cognitivo é alterado, e os correlatos neurais subjacentes em universitários com IGD.                                                               | Tarefa de reatividade                        | ↑ FC VS-Tálamo; ↓ Córtex Motor Primário; ↓ FC IC D; ↓ FC IFG D; ↓ ACC E;                               |
| Wang <i>et al.</i> (2022a) | Investigar as características neurais específicas de cada sexo que fundamentam o fator de risco central da IGD para ajudar na compreensão das vulnerabilidades específicas. | Tarefa de adivinhação com estímulo monetário | ↓ FC IFG; ↑ FC vmPFC; ↑ FC ACC; ↑ FC Putâmen E;                                                        |
| Wang <i>et al.</i> (2022b) | Compreender os fundamentos neurobiológicos do IGD.                                                                                                                          | Tarefa de reatividade                        | ↓ FC Giro Supramarginal; ↓ FC Lobo Anterior do Cerebelo; ↓ FC PCG E; ↓ FC MFG e SFG;                   |

| Autor - Ano                 | Objetivo                                                                                                                                                                                                         | Tarefa                                                | Principais alterações funcionais                                                                                                               |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wang <i>et al.</i> (2023)   | Identificar subgrupos de pessoas com IGD com base na conectividade funcional do estado de repouso relacionada ao vício, e como esses subgrupos mostram diferentes correlatos clínicos e respostas ao tratamento. | Tarefa de reatividade e adivinhação                   | ↓ FC Amígdala-PFC; ↑ FC DLPFC; ↓ FC Estriado;                                                                                                  |
| Yao <i>et al.</i> (2020)    | Examinar alterações neurais relacionadas ao processamento de recompensa monetária em pacientes com IGD.                                                                                                          | Tarefa de reatividade com estímulo monetário          | ↑ FC Núcleo Caudado D;                                                                                                                         |
| You <i>et al.</i> (2020)    | Investigar as influências emocionais na inibição da resposta em situações com diferentes demandas cognitivas.                                                                                                    | Tarefa de reatividade com estímulo auditivo           | ↑ FC DLPFC; ↑ FC VS;                                                                                                                           |
| Zhang <i>et al.</i> (2020a) | Explorar as características do cérebro durante uma tarefa de reatividade ao estímulo no IGD, quando os participantes foram forçados a interromper seus comportamentos de jogo.                                   | Tarefa de reatividade com estímulo visual e emocional | ↓ BOLD Giro parahipocampal; ↓ BOLD DLPFC; ↓ BOLD NAcc;                                                                                         |
| Zhang <i>et al.</i> (2020b) | Identificar o mecanismo neural de regulação emocional para IGD.                                                                                                                                                  | Tarefa de reatividade com estímulo visual e emocional | ↑ FC Claustro E; ↑ FC IC bilateral; ↑ FC ACC Bil;                                                                                              |
| Zhang <i>et al.</i> (2020c) | Explorar se o processamento de recompensa/perda entre gêneros diferentes com IGD pode ajudar na compreensão do mecanismo neural subjacente da IGD.                                                               | Tarefa de adivinhação                                 | ↑ FC GLi E; ↑ FC PC bilateral; ↑ FC Giro Occipital Médio D; ↑ FC MFG D; ↑ FC Giro Cingulado bilateral e Anterior rostral; ↑ FC Núcleo Caudado; |
| Zhou <i>et al.</i> (2021a)  | Identificar as organizações da rede cerebral em indivíduos com IGD durante uma tarefa de desejo por sugestão e a relação entre essa organização de rede e a gravidade da IGD.                                    | Tarefa de reatividade com estímulo visual             | ↓ FC DMN; ↓ FC FPN;                                                                                                                            |
| Zhou <i>et al.</i> (2021b)  | Investigar se o circuito tálamo-cortical foi interrompido e como eles afetam os comportamentos direcionados a objetivos e habituais em pacientes com IGD.                                                        | Tarefa de reatividade com uso de memória operacional  | ↑ FC PCG D;                                                                                                                                    |

Fonte: Elaboração própria (2023).

Legenda: ↑ = Aumento; ↓ = Diminuição; SFG = Giro Frontal Superior; MFG = Giro Frontal Médio; IFG = Giro Frontal Inferior; PCG = Giro Pós Central; GLi = Giro Lingual; FPN = Fronto-Parietal Network; NAcc = Núcleo Accumbens; vmPFC = Córtex Pré-Frontal Ventro Medial; dmPFC = Córtex Pré-Frontal Dorsomedial; DLPFC = Córtex Pré-Frontal Dorsolateral; DMN = Rede Modo Padrão; ACC = Córtex Cingulado Anterior; IC = Córtex Insular; PC = Córtex Pré-Cúneo; PFC = Córtex Pré-Frontal; VTA = Área Tegmental Ventral; VS = Estriado Ventral; IGD = Internet Gaming Disorder; HC = Indivíduos Controle Saudáveis

QUADRO 2. Análise bibliométrica dos artigos utilizados nesse estudo.

| Autor, ano - Artigo                                                                                                                                                                 | Periódico                               | Qualis CAPES 2017-2020 | Fator De Impacto - JCR (FI) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Kim et al. (2022) - <i>Brain functional connectivity during and after imagery of gaming and alternative leisure activities in patients with internet gaming disorder</i>            | <i>Neuroscience Letters</i>             | B1                     | 3.197                       |
| Liu et al. (2021) - <i>Altered neural responses to missed chance contribute to the risk-taking behaviour in individuals with Internet gaming disorder.</i>                          | <i>Addiction Biology</i>                | A1                     | 4.093                       |
| Ma et al. (2021) - <i>Altered functional network activities for behavioral adjustments and Bayesian learning in young men with Internet gaming disorder.</i>                        | <i>Journal Of Behavioral Addictions</i> | A1                     | 7.772                       |
| Turel et al. (2020) - <i>The role of the insula in internet gaming disorder</i>                                                                                                     | <i>Addiction Biology</i>                | A1                     | 4.093                       |
| Wang et al. (2020)a - <i>Inhibitory neuromodulation of the putamen to the prefrontal cortex in Internet gaming disorder: How addiction impairs executive control.</i>               | <i>Journal Of Behavioral Addictions</i> | A1                     | 7.772                       |
| Wang et al. (2020)b - <i>Attenuated self-serving bias in people with internet gaming disorder is related to altered neural activity in subcortical-cortical midline structures.</i> | <i>BMC psychiatry</i>                   | A2                     | 4.144                       |
| Wang et al. (2021)a - <i>Enhanced neural responses in specific phases of reward processing in individuals with Internet gaming disorder</i>                                         | <i>Journal Of Behavioral Addictions</i> | A1                     | 7.772                       |
| Wang et al. (2021)b - <i>Neural substrates of deficient cognitive control in individuals with severe internet gaming disorder</i>                                                   | <i>NeuroImage-Clinical</i>              | A2                     | 4.891                       |
| Wang et al. (2022)a - <i>Sex differences in neural substrates of risk taking: Implications for sex-specific vulnerabilities to internet gaming disorder</i>                         | <i>Journal Of Behavioral Addictions</i> | A1                     | 7.772                       |
| Wang et al. (2022)b - <i>Neural classification of internet gaming disorder and prediction of treatment response using a cue-reactivity fMRI task in young men.</i>                  | <i>Journal of Psychiatric Research</i>  | A2                     | 5.250                       |
| Wang et al. (2023) - <i>Subgroups of internet gaming disorder based on addiction-related resting-state functional connectivity</i>                                                  | <i>Addiction Biology</i>                | A1                     | 4.093                       |
| Yao et al. (2020) - <i>Is monetary reward processing altered in drug-naïve youth with a behavioral addiction? Findings from internet gaming disorder.</i>                           | <i>NeuroImage-Clinical</i>              | A2                     | 4.891                       |

| <b>Autor, ano - Artigo</b>                                                                                                                                                                    | <b>Periódico</b>                                                        | <b>Qualis CAPES<br/>2017-2020</b> | <b>Fator De Impacto<br/>- JCR (FI)</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| You et al. (2020) - <i>A neural mechanism of the relationship between impulsivity and emotion dysregulation in patients with Internet gaming disorder</i>                                     | <i>Addiction Biology</i>                                                | A1                                | 4.093                                  |
| Zhang et al. (2020)a - <i>Altered brain activities associated with cue reactivity during forced break in subjects with Internet gaming disorder.</i>                                          | <i>Addictive Behaviors</i>                                              | A2                                | 4.591                                  |
| Zhang et al. (2020)b - <i>Altered neural processing of negative stimuli in people with internet gaming disorder: fMRI evidence from the comparison with recreational game users</i>           | <i>Journal of Affective Disorders</i>                                   | A1                                | 6.533                                  |
| Zhang et al. (2020)c - <i>Males are more sensitive to reward and less sensitive to loss than females among people with internet gaming disorder: fMRI evidence from a card-guessing task.</i> | <i>BMC psychiatry</i>                                                   | A2                                | 4.144                                  |
| Zhou et al. (2021)a - <i>Altered modular segregation of brain networks during the cue-craving task contributes to the disrupted executive functions in internet gaming disorder.</i>          | <i>Progress In Neuro-Psychopharmacology &amp; Biological Psychiatry</i> | A2                                | 5.201                                  |
| Zhou et al. (2021)b - <i>The imbalance between goal-directed and habitual systems in internet gaming disorder: Results from the disturbed thalamocortical communications</i>                  | <i>Journal of Psychiatric Research</i>                                  | A2                                | 5.250                                  |

Fonte: Elaboração própria (2023).

## 4 DISCUSSÃO

Por meio deste estudo, levantou-se achados de artigos que relatam o uso da técnica de IRMf, baseados em tarefas impostas nos participantes durante a aquisição de imagens, focando nas alterações funcionais encontradas no público dependente de jogos eletrônicos, em comparação com um público saudável.

A classificação dos participantes como dependentes de jogos eletrônicos ou não, foi aplicada pelos autores de cada artigo, nos quais em 14 estudos, foi utilizado como critério a obtenção de 50 pontos ou mais dos participantes no teste de dependência de *Internet* (IAT, em inglês: *Internet Addiction Test*) (YOUNG, 2017), além de atender pelo menos cinco dos critérios do DSM-5 (ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA, 2014), sendo este o meio preferido pelos autores para realizar essa categorização dos participantes (YOU *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2020a; MA *et al.*, 2021; ZHOU *et al.*, 2021a; ZHANG *et al.*, 2020b; LIU *et al.*, 2021; WANG *et al.*, 2020a; WANG *et al.*, 2021a; WANG *et al.*, 2020b; YAO *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2020c; WANG *et al.*, 2022a; WANG *et al.*, 2021b; ZHOU *et al.*, 2021b). Após essa classificação, houve a análise comparativa entre indivíduos com os sintomas do transtorno e indivíduos considerados saudáveis, apresentando o indicativo de alterações cerebrais a níveis de conectividade funcional nos indivíduos com características IGD.

Em relação às alterações no DLPFC, os pacientes com IGD exibiram maior ativação da FC do que os pacientes do grupo controle durante tarefas que exigiam uma alta demanda na memória operacional (YOU *et al.*, 2020). Ainda conforme o estudo de You *et al.* (2020), essa região tem importante papel no desempenho nas funções de ordem superior, fundamentais na identificação da patologia do vício, na qual o controle executivo existe de forma vulnerável, além de controlar a inibição sob a seleção impulsiva de escolha.

Para Wang *et al.* (2023), o DLPFC é uma região central no comando das redes de preocupação, acionada por atividades de reatividade e recompensa. You *et al.* (2020), também afirmam que o controle executivo pode ser prejudicado, levando um foco primário para o tratamento desses comportamentos. Entretanto, de acordo com Turel *et al.* (2020), houve relato de uma diminuição da FC, mostrando uma sensibilização do cérebro para uma automação e desassociação de motivos por um prazo maior, que por sua vez vai de encontro com o pensamento de Zhang *et al.* (2020a), que avaliado por meio de uma parada abrupta da tarefa, relatou uma menor FC da região, podendo estar associada também a alta incidência de recaídas, refutando que o indivíduos com IGD perdem o controle dos desejos e o controle executivo das tarefas, quando há menor conectividade nesta região.

Em relação à região do córtex frontal, Liu *et al.* (2021) refere que a ativação da FC do SFG, está relacionada ao comportamento de risco quando se existe a chance de ocorrer alguma adversidade, como a chance da perda de pontos durante a realização da tarefa de reatividade. Na comparação com indivíduos saudáveis, ficou evidente que os indivíduos com sintomas de IGD precisam de maior esforço de recursos cognitivos, refutando o pensamento de que mesmo ciente dos riscos envolvidos, os indivíduos ainda continuam jogando.

Já a ativação do MFG nesta área para Zhang *et al.* (2020c), está diretamente relacionado aos jogadores masculinos que tem um aumento da motivação e impulso para recompensas. A maior ativação descrita pelo Wang *et al.* (2020b), do vmPFC, pode estar associada a um tempo maior para mensurar até quando os avaliados observam os eventos negativos oriundos de suas ações. Logo, quando se trata da diminuição da conectividade, Turel *et al.* (2020) refere que os pacientes com IGD identificam uma falha na interdição da resposta, onde essa região está diretamente relacionada a tomada de decisão, inibição de resposta, comportamento direcionado a objetivos e mudança de configuração de atenção.

Segundo Wang *et al.* (2021b), os participantes com IGD demonstram menor ativação da FC no IFG, quando relacionado ao controle inibitório de resposta. Zhou *et al.* (2021a) ainda acrescenta que há diminuição na ativação da FC do FPN, mencionando que essa região é ativada durante a realização de tarefas cognitivas, na qual quando há o uso persistente e exagerado de jogos, essa região não consegue se ativar por completo, levando a reconfiguração da mesma por meio da neuroplasticidade intrínseca do cérebro. Deste modo, os autores reforçam que o desejo, induzido por tarefas relacionadas ao jogo, instiga uma maior demanda cognitiva dos indivíduos com IGD na realização de tarefas cotidianas.

Em relação à conectividade do corpo estriado, segundo You *et al.* (2020), existe um aumento considerável da FC no momento em que o indivíduo com IGD realiza uma tarefa com alta demanda de MO, necessitando assim, de um maior desempenho cognitivo no sistema de inibição de respostas, algo que não foi observado no grupo controle. Com esse evidente aumento da FC do corpo estriado, é possível desenhar uma ligação entre a impulsividade e a desregulação emocional presente nestes indivíduos. Liu *et al.* (2021) ainda acrescenta que a ativação maior no corpo estriado ventral, tem como principal desencadeamento uma resposta emotiva mais forte quanto a possíveis adversidades, no qual descrevem que essa área está diretamente relacionada ao sistema de recompensa cerebral. Em contrapartida, Wang *et al.* (2023) indica que houve uma redução da FC nessa região, correlacionando-a com a capacidade de moderar os desejos de jogos, que podem ser fracas.

Referente a região do Cíngulo, Zhang *et al.* (2020a), afirma que os indivíduos do sexo masculino com sintomas de IGD apresentaram sinais *BOLD* hiperativos no giro cingulado bilateralmente, devido à ação dessa região ser responsável pela entrega de dopamina, onde também é usada para fortalecer as expectativas com relação à recompensa, bem como na avaliação de valor. Já Zhang *et al.* (2020c), afirma que uma maior ativação da FC no córtex cingulado anterior em sua porção dorsal (dACC) esquerda, é responsável pela capacidade de regular as respostas a estímulos negativos. Wang *et al.* (2022a), afirma que o giro do cíngulo é uma região na qual está associada diretamente com a avaliação de riscos para obter recompensas, visto que nos participantes homens deste estudo, houve um aumento considerável da FC nesta região, comprovando que homens têm maior tendência a comportamentos de riscos quando buscam obter recompensas. Entretanto, Wang *et al.* (2020b), refere uma diminuição da FC nessa região para o público IGD, para quando os eventos são positivos, e Zhang *et al.* (2020a), relata que essa diminuição se dá ao ter uma pausa forçada do vício, tendo uma FC diminuída na região.

Corroborando, Wang *et al.* (2021a) refere que o ACC está implicado no monitoramento de conflitos e controle cognitivo, com a FC diminuída.

Nos Núcleos da Base, Zhang *et al.* (2020b) relata que essa região tem como uma das funções o processo de recompensa. Logo, neste estudo foi evidenciado que quando os participantes sofrem com algum tipo de adversidade durante o processo de aquisição por meio das tarefas implementadas, a região dos Núcleos da Base reage de modo com que haja um aumento exagerado da FC no local. Além disso, essa região também é uma área cerebral crucial para a entrega de dopamina, sendo usada para fortalecer as expectativas de recompensa. Já Wang *et al.* (2021b) e Yao *et al.* (2020) demonstram que essa ativação maior existe em relação à tendência de assumir riscos, tendo um aumento da ativação da FC no local.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo foi analisar as alterações cerebrais funcionais relatadas na literatura em jogadores compulsivos de videogames, utilizando imagens de ressonância magnética funcional. Os resultados dos estudos revisados mostraram que as principais alterações cerebrais em indivíduos com IGD, identificadas por ressonância magnética funcional, foram principalmente alterações na conectividade funcional de algumas estruturas cerebrais. Não foram observadas alterações relacionadas à diminuição da massa encefálica nos estudos analisados.

Além disso, o presente estudo observou os impactos negativos do uso desregulado de tecnologias na população jovem, destacando que essas tecnologias podem ser prejudiciais quando utilizadas inadequadamente. Um dos impactos negativos identificados foi a perda de controle da inibição da escolha, levando à dependência. Mesmo que os indivíduos dependentes dessas tecnologias tenham consciência dos riscos e danos envolvidos, eles enfrentam dificuldades em resistir ao desejo de continuar jogando. Essa situação ressalta a necessidade de mais estudos de longo prazo e comparativos entre diferentes faixas etárias.

Estudos adicionais são cruciais para ampliar o entendimento sobre os efeitos da dependência de jogos eletrônicos e suas implicações ao longo do tempo. Compreender os impactos em diferentes faixas etárias permitirá a identificação de fatores de risco e proteção específicos para cada grupo, bem como o desenvolvimento de estratégias de prevenção e intervenção adequadas. Além disso, é fundamental que esses estudos futuros considerem uma variedade de faixas etárias, incluindo jovens adultos, adolescentes e crianças em idade escolar, a fim de abordar de forma abrangente os efeitos do uso desregulado de jogos eletrônicos nas diferentes fases do desenvolvimento. A compreensão desses impactos permitirá a implementação de medidas efetivas para minimizar os riscos associados à dependência e promover um uso saudável e equilibrado dessas tecnologias.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE PSIQUIATRIA (Estados Unidos da América). **Manual de Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais**. 5. ed. Arlington, Va: Artmed Editora Ltda., 2014. 795 p. Tradução: Maria Inês Corrêa Nascimento *et al.* Título original: Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition. Disponível em: <https://www.institutopebioetica.com.br/documentos/manual-diagnostico-e-estatistico-de-transtornos-mentais-dsm-5.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2022.
- BUSATTO, Geraldo *et al.* Correlatos anatômico-funcionais das emoções mapeados com técnicas de neuroimagem funcional. **Psicologia USP**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 135 – 157, 2006. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/psup/a/w3s5sFKffF4svDVSCQthdqR>. Acesso em: 06 jun. 2022.
- CARVALHO, Mayhara D’Arc S. *et al.* A influência dos jogos eletrônicos na saúde de adolescentes usuários de um ambulatório de saúde mental. **Health Residencies Journal - HRJ**, [S. l.], v. 3, n. 15, p. 167–201, 2022. DOI: 10.51723/hrj.v3i15.457. Disponível em: <https://escsresidencias.emnuvens.com.br/hrj/article/view/457>. Acesso em: 10 set. 2022.
- COMOLI, Eliane. **Games podem gerar dependência e estados de angústia**: transtorno do jogo foi incluído na classificação estatística internacional de doenças elaborada pela OMS. 2022. Disponível em: <https://www.comciencia.br/games-podem-gerar-dependencia-e-estados-de-angustia/>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- GENTILE, Douglas A. *et al.* Internet Gaming Disorder in Children and Adolescents. **Pediatrics**, [S.L.], v. 140, n. 2, p. 81 – 85, 1 nov. 2017. American Academy of Pediatrics (AAP). Disponível em: [https://publications.aap.org/pediatrics/article/140/Supplement\\_2/S81/34175/Internet-Gaming-Disorder-in-Children-and-Adolescents](https://publications.aap.org/pediatrics/article/140/Supplement_2/S81/34175/Internet-Gaming-Disorder-in-Children-and-Adolescents). Acesso em: 06 jun. 2022.
- KIM, Soo-Jeong *et al.* Brain functional connectivity during and after imagery of gaming and alternative leisure activities in patients with internet gaming disorder. **Neuroscience Letters**, [S.L.], v. 772, p. 136 – 451, fev. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394022000088>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- LIU, Zhiyuan *et al.* Altered neural responses to missed chance contribute to the risk-taking behaviour in individuals with Internet gaming disorder. **Addiction Biology**, [S.L.], v. 27, n. 2, 11 dez. 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/adb.13124>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- MA, Shan-Shan *et al.* Altered functional network activities for behavioral adjustments and Bayesian learning in young men with Internet gaming disorder. **Journal Of Behavioral Addictions**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 112 – 122, 16 abr. 2021. Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/2006/10/1/article-p112.xml>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- MAZZOLA, A. A. *et al.* (2019). Segurança em Imagem por Ressonância Magnética. **Revista Brasileira De Física Médica**, 13(1), 76–91. <https://doi.org/10.29384/rbfm.2019.v13.n1.p76-91>. Acesso em: 06 jun. 2022.
- SANTOS, Marcelo Henrique, *et al.* **Transtorno de jogos eletrônicos: problema de saúde pública do novo século**. E-book IV CONBRACIS... Campina Grande: Realize Editora, 2020. p. 298 – 315. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/73789>. Acesso em: 20 de setembro de 2022
- SHIN, Yu-Bin *et al.* A neural mechanism of the relationship between impulsivity and emotion dysregulation in patients with Internet gaming disorder. **Addiction Biology**, [S.L.], v. 26, n. 3, 4 maio de 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/adb.12916>. Acesso em: 28 fev. 2023.
- SOUZA, Marcela Tavares de *et al.* Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein** (São Paulo)

2010; 8(1): 102 – 106. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx>. Acesso em: 20 de junho de 2022

STEVANOVIC, Dejan; *et al.* Assessing the symptoms of Internet Gaming Disorder among college/university students: an international validation study of a self-report. **Psihologija**, [S.L.], v. 53, n. 1, p. 43-63, 2020. National Library of Serbia. <http://dx.doi.org/10.2298/psi190421015s>. Acesso em: 06 Jun. 2022.

TUREL, Ofir *et al.* The role of the insula in internet gaming disorder. **Addiction Biology**, [S.L.], v. 26, n. 2, 8 mar. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/adb.12894>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WANG, Lingxiao *et al.* Enhanced neural responses in specific phases of reward processing in individuals with Internet gaming disorder. **Journal Of Behavioral Addictions**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 99-111, 16 abr. 2021(a). Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/2006/10/1/article-p99.xml>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WANG, Lingxiao *et al.* Neural substrates of deficient cognitive control in individuals with severe internet gaming disorder. **Neuroimage: Clinical**, [S.L.], v. 32, p. 102-828, 20 set. 2021(b). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213158221002722>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WANG, Lingxiao *et al.* Sex differences in neural substrates of risk taking: implications for sex-specific vulnerabilities to internet gaming disorder. **Journal Of Behavioral Addictions**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 778-795, 26 set. 2022(a). Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/2006/11/3/article-p778.xml>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WANG, Min *et al.* Inhibitory neuromodulation of the putamen to the prefrontal cortex in Internet gaming disorder: how addiction impairs executive control. **Journal Of Behavioral Addictions**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 312-324, jun. 2020(a). Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/2006/9/2/article-p312.xml>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WANG, Yifan *et al.* Attenuated self-serving bias in people with internet gaming disorder is related to altered neural activity in subcortical-cortical midline structures. **BMC Psychiatry**, [S.L.], v. 20, n. 1, 20 out. 2020(b). Disponível em: <https://bmcp psychiatry.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12888-020-02914-4>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WANG, Zi-Liang *et al.* Neural classification of internet gaming disorder and prediction of treatment response using a cue-reactivity fMRI task in young men. **Journal Of Psychiatric Research**, [S.L.], v. 145, p. 309-316, jan. 2022(b). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022395620310736>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WANG, Zi-Liang *et al.* Subgroups of internet gaming disorder based on addiction-related resting-state functional connectivity. **Addiction Biology**, [S.L.], v. 118, n. 2, p. 327-339, 02 de janeiro. 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/add.16047>. Acesso em: 28 fev. 2023.

WEUSTINK, Jorik. **Brazilian Games Market Consumer Insights: Brazil's Mobile Players Are Likelier to Play Competitive & Midcore Games**. 2020. Disponível em: <https://newzoo.com/insights/articles/brazilian-games-market-consumer-insights-brazils-mobile-player-s-are-likelier-to-play-competitive-midcore-games>. Acesso em: 10 jun. 2022.

YAO, Yuan-Wei *et al.* Is monetary reward processing altered in drug-naïve youth with a behavioral addiction? Findings from internet gaming disorder. **Neuroimage: Clinical**, [S.L.], v. 26, p. 102-202, 4 fev. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213158220300395>. Acesso em: 28 fev. 2023.

YOUNG, Kimberly S. **The Center for Internet Addiction: Internet Addiction Test (IAT)**. 2017. Disponível em: <https://netaddiction.com/internet-addiction-test/>. Acesso em: 14 maio 2023.

ZHANG, Jialin *et al.* Altered brain activities associated with cue reactivity during forced break in subjects with Internet gaming disorder. **Addictive Behaviors**, [S.L.], v. 102, p. 106-203, mar. 2020(a). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306460319300061>. Acesso em: 28 fev. 2023.

ZHANG, Jialin *et al.* Altered neural processing of negative stimuli in people with internet gaming disorder: fmri evidence from the comparison with recreational game users. **Journal Of Affective Disorders**, [S.L.], v. 264, p. 324-332, mar. 2020(b). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165032719323249>. Acesso em: 28 fev. 2023.

ZHANG, Jialin *et al.* Males are more sensitive to reward and less sensitive to loss than females among people with internet gaming disorder: fmri evidence from a card-guessing task. **Bmc Psychiatry**, [S.L.], v. 20, n. 1, 7 jul. 2020(c). Disponível em: <https://bmcpsy psychiatry.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12888-020-02771-1>. Acesso em: 28 fev. 2023.

ZHOU, Weiran *et al.* The imbalance between goal-directed and habitual systems in internet gaming disorder: results from the disturbed thalamocortical communications. **Journal Of Psychiatric Research**, [S.L.], v. 134, p. 121-128, fev. 2021(b). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022395620311663>. Acesso em: 28 fev. 2023.

ZHOU, Wei-Ran *et al.* Altered modular segregation of brain networks during the cue-craving task contributes to the disrupted executive functions in internet gaming disorder. **Progress In Neuro-Psychopharmacology And Biological Psychiatry**, [S.L.], v. 107, p. 110-256, abr. 2021(a). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278584621000154>. Acesso em: 28 fev. 2023.