

A comunicação de atletas de bocha paralímpica com paralisia cerebral por meio do uso da visão computacional no Paraná, Brasil

The communication of boccia athletes with cerebral palsy through the use of computer vision in Paraná, Brazil

La comunicación de atletas paralímpicos de boccia con parálisis cerebral por el uso de la visión artificial en Paraná, Brasil

Recebido: 14/04/2022 | Revisado: 25/04/2022 | Aceito: 02/05/2022 | Publicado: 04/05/2022

Darlan França Ciesielski Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2896-3530>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: darlan.ciesielski@gmail.com

Anderson Paulo Scorsato

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3476-4773>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: andersonpscorsato@gmail.com

Adair José Pereira da Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3308-121X>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: adairbasquetecuritiba@gmail.com

Giovana Romano

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0959-3773>
Universidade de São Paulo, Brasil
E-mail: giovana.romano.rangel@alumni.usp.br

Valdomiro de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8709-8471>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: oliveirav457@gmail.com

Silvia Amélia Bim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8089-8284>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: andersonpscorsato@gmail.com

Adriana Maria Wan Stadnik

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3388-3017>
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
E-mail: andersonpscorsato@gmail.com

Resumo

A Bocha Paralímpica (BP) esporte que atende pessoas com deficiência física severa, entre elas pessoas com paralisia cerebral (PC), cujo convívio social e a comunicação, podem ser falhos. Neste esporte, os atletas com dificuldades na comunicação podem produzir um desempenho esportivo menor, por não conseguirem transmitir suas necessidades de forma clara. Para aumentar as vias de comunicação no jogo, propõe-se o uso de um sistema computacional não invasivo. Avaliar o uso do PGCA por atletas com dificuldades de comunicação, durante tarefas do jogo, foi o objetivo deste estudo. A pesquisa, dividida em duas fases, contou com a participação de 27 atletas de BP. Na Fase 1, 25 atletas, responderam a um formulário on-line, com 69 frases utilizadas para a comunicação no jogo. Na Fase 2, cinco atletas, dentre os quais três também participaram da Fase 1, utilizou-se o sistema PGCA. Os dados mostraram que as frases mais frequentes são as de saudação e despedida e algumas frases de discussão relacionadas ao jogo. Na Fase 2, o sistema PGCA construiu uma imagem, considerando a velocidade do gesto e o segmento corporal utilizado para a sua execução que foi interpretada e pronunciada a frase correspondente. Na etapa final da pesquisa, a eficácia de 22% no reconhecimento do gesto, a eficiência de 12,80s para o reconhecimento dos gestos e a boa usabilidade para o contexto do estudo, favorecem indícios para uma participação ativa com maior autonomia destes atletas, fornecendo também novas experiências de acessibilidade a BP, ao ensino pedagógico e ao paradesporto escolar.

Palavras-chave: Comunicação aumentativa e alternativa; Paradesporto escolar; Ensino, Bocha paralímpica; Tecnologia assistiva.

Abstract

Paralympic Boccia (BP) is a sport that assists people with severe physical disabilities, including people with cerebral palsy (CP), whose social interaction and communication may be flawed. In this sport, athletes with communication difficulties can produce a lower sports performance, as they are not able to convey their needs clearly. To increase communication channels during game tasks, was the objective of this study. The research, divided into two phases, had the participation of 27 BP athletes. In Phase 1, 25 athletes responded to an online form, with 69 phrases used by them to communicate in a game. In Phase 2, five athletes, among which three also participated in Phase 1, used the PGCA system. The data showed that the most frequent phrases are greeting and farewell phrases, and some discussion phrases related to the game. In Phase 2, the PGCA system built an image, considering the speed of the gesture and the body segment used for its execution, which was interpreted and the corresponding sentence was pronounced. In the final stage of the research, the effectiveness of 22% in gesture recognition, the efficiency of 12.80s for the system to recognize the gestures and pronounce the corresponding phrase and the good usability for the context of the study, favor indications for an active participation with greater autonomy of these athletes, providing also new experiences of accessibility to BP, pedagogical teaching and paralympic sports education.

Keywords: Augmentative and alternative communication; Paralympic sports education; Teaching, Boccia; Assistive technology.

Resumen

Paralympic Boccia (BP) es un deporte que atiende a personas con discapacidades físicas graves, incluidas las personas con parálisis cerebral (PC) cuya interacción social y comunicación pueden ser deficientes. En este deporte, los deportistas con dificultades de comunicación pueden producir un menor rendimiento deportivo, ya que no son capaces de transmitir con claridad sus necesidades. Para aumentar los canales de comunicación, se propone utilizar un sistema informático no invasivo. Evaluar el uso PGCA por atletas con dificultades de comunicación, durante tareas de juego, fue el objetivo del estudio. La investigación dividida en dos fases contó con la participación de 27 atletas. En la Fase 1, 25 atletas respondieron a un formulario on line, con 69 frases utilizadas para la comunicación en el juego. En la Fase 2, cinco atletas, utilizaron el sistema PGCA. Los datos mostraron que las frases más frecuentes son frases de saludo y despedida y algunas frases de discusión relacionadas con el juego. En la Fase 2, el sistema PGCA construyó una imagen, considerando la velocidad del gesto y el segmento del cuerpo utilizado para su ejecución, la cual fue interpretada y pronunciada la sentencia correspondiente. En la etapa final de la investigación, la efectividad del 22% en el reconocimiento, la eficiencia de 12.80s para que el sistema pronuncie la frase correspondiente y la buena usabilidad para el contexto de estudio, favorecen indicaciones para una participación activa de los deportistas, aportando también nuevas experiencias de accesibilidad, enseñanza pedagógica y deporte paralímpico educativo.

Palabras clave: Comunicación aumentativa y alternativa; Deporte paralímpico educativo; Enseñanza boccia; Tecnología de asistencia.

1. Introdução

Trata-se de uma pesquisa realizada em um contexto real, paradesportivo de uma das regiões que mais se investem nos esportes para pessoa com deficiência do Brasil, ficando atrás apenas da região sudeste do Brasil, pontualmente estado de São Paulo.

Ressalta-se que as outras regiões, principalmente as do Norte e Nordeste são pobres em projetos que incentivem o desenvolvimento paradesportivos, surdodesportivo e desportivo do País, já visto que existem formatos consolidados, hoje por meio do Ministério da Cidadania, formatos de conseguir recursos para oportunizar em qualquer região, qualquer tipo de modalidade olímpica e paralímpica Rocha et al., (2022).

Durante os Jogos Abertos Paradesportivos (PARAJAP's), em 2019, maior competição governamental do Paraná, Brasil, ocorreu um episódio na modalidade de bocha paralímpica (BP), fato que chamou a atenção dos presentes (técnicos, atletas, árbitros, gestores, público) pelas circunstâncias observadas referentes a forma de comunicar-se.

Um atleta da cidade de Curitiba, deixou de jogar as quatro últimas bolas do jogo na última parcial da final do campeonato, jogada essa, que se realizada, poderia ter alterado o placar de 5x1 para 5x6, fazendo com que o atleta vencesse a partida, o que não ocorreu por motivos que intrigaram os presentes, Paraná (2019).

Quando perguntado pelo seu técnico por que deixou de executar os lançamentos, ele tentou explicar, entretanto a dificuldade em comunicar-se, seja corporalmente, labialmente, sensitivamente ou de uma forma habitual como a fala, que devido a lesão neurológica presente neste atleta decorrente da Paralisia Cerebral (PC), tornou a resposta incompreensível.

Este episódio corrobora o estudo de Bonnike, Douglas e Stoner (2018) segundo o qual as pessoas com NCC experimentam limitações no desenvolvimento das relações com as outras pessoas e nas suas atividades de vida diárias, devido à falta de suporte adequado para estabelecer uma comunicação eficiente.

Na BP, são encontrados atletas com paralisia cerebral (PC) que possuem necessidades complexas de comunicação (NCC) que podem ocasionar um desempenho esportivo menor durante o jogo, por não conseguir transmitir adequada e precisamente uma informação estratégica, seja por uma dificuldade em fazer um questionamento pontual ou ainda pela própria inabilidade de controlar a respiração, para que a fala ocorra com mais clareza, como alerta Ichiba et al., (2020), o resultado no jogo pode ser prejudicado (Ande, 2019).

O mecanismo de produção da fala é ocasionado por uma complexa interação de subsistemas entre eles: a respiração, a fonação, a ressonância e a articulação dos fonemas que se ajustam e modulam o som, começando pelo controle da vibração das pregas vocais e passando pelo trato vocal, onde ocorre uma modificação específica, com aspectos ressonantes envolvidos para cada fonema produzido e dessa forma, o som ganha uma qualidade vocal (Tuma et al., 2005; Allison & Hustad, 2018; Portalete et al., 2019).

Indivíduos com PC podem ter, como sequela da lesão, a supramencionada disartria, ou seja, estas pessoas não têm habilidade de se comunicar utilizando recursos próprios, mas que com o advento da CAA podem compensar as dificuldades instaladas (Patel, 2002; Graham et al., 2019).

A disartria pode ser conceituada como uma soma de alterações no controle muscular da fala e seus mecanismos, resultante de uma lesão no sistema nervoso central ou periférico podendo comprometer a mecânica da fala em um ou vários de seus componentes (Fracassi et al., 2011; Reilly et al., 2020).

A BP assume um papel muito importante na vida social de atletas que a praticam, pois instiga o aprimoramento com vistas à competição e por consequência estimula o desejo de vitória sobre oponentes e sobre si mesmo(a), atuando também como ponte para ampliar vínculos sociais e conhecer novos lugares (Santos et al., 2017).

Desta forma, a comunicação de atletas de BP se faz fundamental para a correta transmissão de conhecimento, vontades e intenções de atletas com disartria reconhecendo com maior exatidão suas necessidades e contribuindo para a troca de informações para o correto aprimoramento técnico e tático elaborado pela equipe técnica.

Ao promover a comunicação de pessoas com NCC, melhoram-se as relações interpessoais e a efetividade na habilidade de se comunicar e amplia-se a satisfação em torno da comunicação de forma geral (Patel; Grigos, 2006).

A comunicação durante o jogo pode acontecer entre o árbitro e o atleta e se estabelecem-se alguns códigos na câmara de chamada, momentos antes de iniciar a partida.

Desta forma gestos específicos são combinados entre árbitro e atleta, como “Quantos pontos?”, “Meça por favor.” e “Quero ver o jogo.” e se houver algum problema, o atleta pode receber auxílio de seu assistente desportivo Boccia (2022) ou operador de rampa. Contudo a depender da complexidade da discussão, em alguns casos o assistente pode ter dificuldade em interpretar.

Para auxiliar as pessoas com NCC a se comunicarem melhor, a comunicação aumentativa e alternativa (CAA) surge como uma proposta de solução. Sendo parte da Tecnologia Assistiva um campo do conhecimento que atende pessoas com disfunções complexas na comunicação, apresentando dificuldades na produção da fala e/ou compreensão, incluindo os modos de fala e escrita utilizados para se comunicar, utiliza-se de uma variedade de técnicas e ferramentas (Asha, 2020).

Especificamente para as pessoas com PC, as tecnologias empregadas na comunicação ainda são limitadas e, caras e a produção das mensagens é lenta, com uma taxa de palavras por minuto pouco produtiva, tornando a comunicação demorada frustrante tanto para o usuário PC quanto para seu interlocutor (Reyes et al., 2020).

Devido ao rápido crescimento no campo da neuroreabilitação, impulsionado pelo crescimento do mercado, pelos avanços tecnológicos na área da saúde e pelas emergentes pesquisas na engenharia, as pessoas com PC têm sido beneficiadas com os auxílios tecnológicos na área da mobilidade, com assistência em suas atividades de vida diária e na comunicação otimizando seus recursos pessoais e melhorando assim o processo educacional (Reyes et al., 2020).

Elsahar et al., (2019) revisaram sistematicamente artigos no campo da CAA e seus recentes avanços, e citam que a IA está sendo bem empregada nos dispositivos de interface cérebro-computador e que as técnicas de rede neurais recorrentes e convencionais obtêm um desempenho melhor em relação aos métodos de classificação convencionais. A IA pode fornecer um grau de relacionamento com o ambiente mais propício para um sistema de CAA mais assertivo, produtivo e eficiente pois ao determinar a localização e/ou o volume do ruído no ambiente, pode-se sugerir mensagens ou modificar a amplitude do som do dispositivo gerador de fala assistindo assim de maneira mais produtiva as necessidades do usuário (Light et al., 2019).

Utilizando um dispositivo móvel com uma câmera embutida, é possível oportunizar a criação de uma forma de comunicação, utilizando imagens ou cenas visuais para descrever contextos, objetos ou atividades pessoais, facilitando o entendimento do contexto da pessoa com dificuldade na fala e o engajamento nas interações com outras pessoas (Beukelman et al., 2015).

Mauri et al. (2012) desenvolveram um sistema não invasivo, composto por microfones e visão computacional (VC), para analisar movimentos e sons produzidos por sete pessoas com PC severa em diferentes graus de comprometimento, como uma ferramenta que permite ao usuário final explorar, expressar, brincar e se divertir por conta própria, apresentando resultados favoráveis, e indicando uma interação com o sistema de forma prazerosa correlacionando o engajamento com o número de sorrisos durante as sessões da pesquisa.

O sistema *personal gesture communicator assistant* – assistente pessoal de comunicação gestual (PGCA) é um sistema de VC que se utiliza de gestos personalizados do usuário para interagir com o programa, sendo adaptável, de baixo custo e de livre acesso (Ascari; Silva; Pereira, 2019). Por conta destas características foi o sistema escolhido para ser utilizado nesta pesquisa.

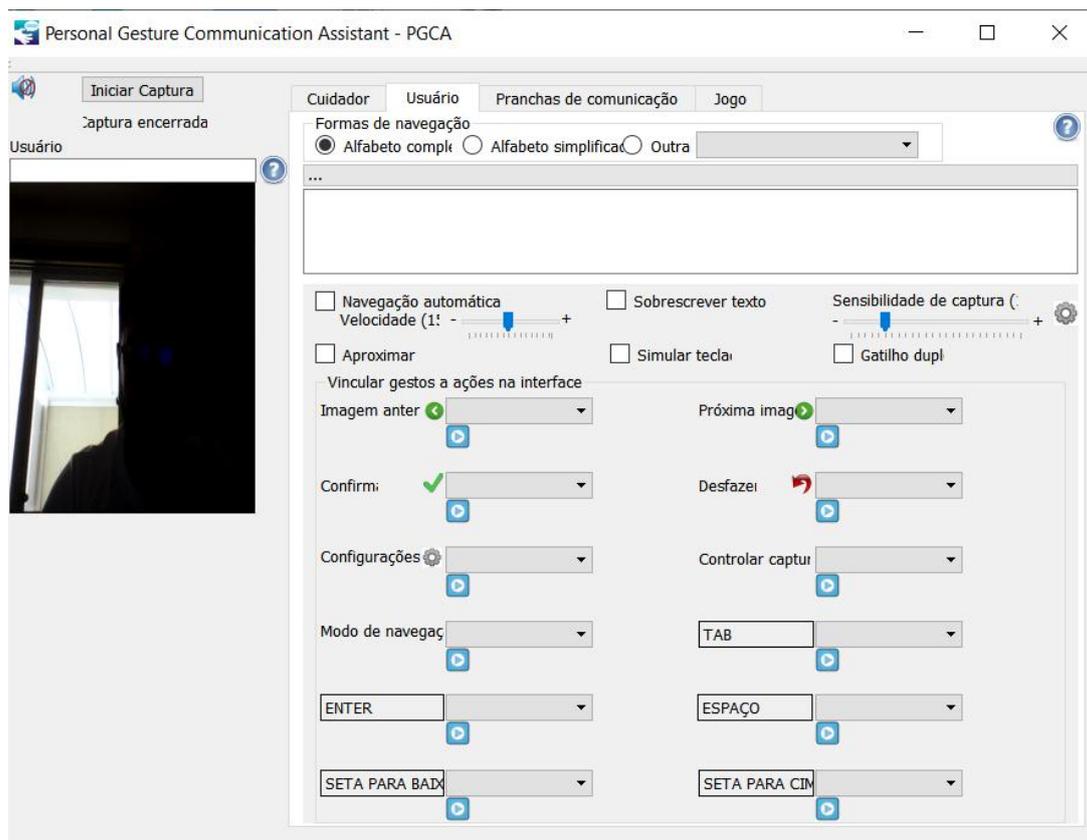
O sistema consiste em transformar os dados captados pela câmera do computador em uma imagem de um gesto motor específico. Este programa utiliza a técnica de *Optical Flow-based Motion History Image* (OF-MHI), que transforma o movimento em uma descrição temporal deste incluindo informações de velocidade por meio do fluxo óptico, atribuindo uma intensidade de pixels que indica o histórico da velocidade do movimento no tempo em que ele foi gerado naquele pixel (Ascari, 2020).

O reconhecimento do gesto e sua informação a ser transmitida são efetuados pelo sistema, o qual ao reconhece-lo, apresenta a informação tanto na fala quanto na escrita no campo apropriado para esta informação na tela do computador. Nesta aba também é possível configurar a resposta dos gestos reconhecidos para comandos específicos como pode ser observado na Figura 1.

Quando o sistema não reconhece o gesto executado, ele mostra uma borda amarela indicando que a figura gerada pelo movimento em frente à câmera do computador, não foi semelhante a nenhuma imagem armazenada que tenha sido treinada pelo sistema. Contudo, quando há o reconhecimento do gesto executado, o sistema mostra uma borda verde e o código referente àquele gesto, como pode ser notado na Figura 2.

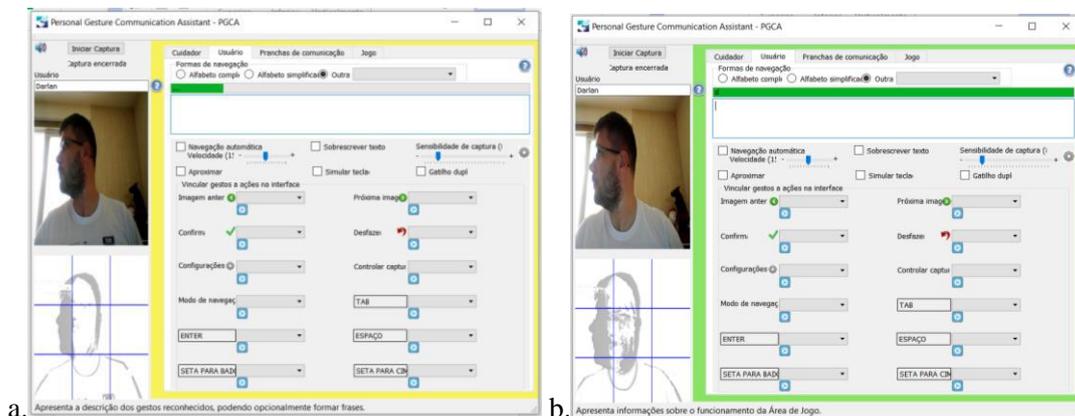
Devido a todas essas características e facilidades do sistema PGCA, este foi então escolhido para a execução desta pesquisa com o público da BP, atletas estes que possuem um grande comprometimento motor (Bisfed, 2018) alguns dos quais com NCC, como afirmam Santos et al. (2017), escolhidos para utilizar o sistema, sendo o objetivo deste trabalho avaliar o uso de um sistema computacional denominado PGCA por atletas com Necessidades Complexas de Comunicação, durante tarefas do jogo de Bocha Paralímpica conforme os passos metodológicos apresentados a seguir.

Figura 1 – Aba usuário com as configurações dos gestos para gerar comandos próprios.



Fonte: Sistema PGCA (2021).

Figura 2 – Telas do sistema de acordo com o do gesto executado.



a. Movimento não reconhecido. b. Movimento reconhecido. Fonte: Sistema PGCA (2021).

2. Metodologia

O presente estudo é de natureza aplicada, baseada no método científico hipotético-dedutivo, sendo o objetivo do estudo analisado de forma descritiva, tendo como procedimento técnico uma pesquisa experimental de abordagem quantitativa e qualitativa, no qual fornece informações sobre as características do evento investigado num determinado grupo de participantes (Prodanov & Freitas, 2013; Pereira, 2018; Marconi & Lakatos, 2019).

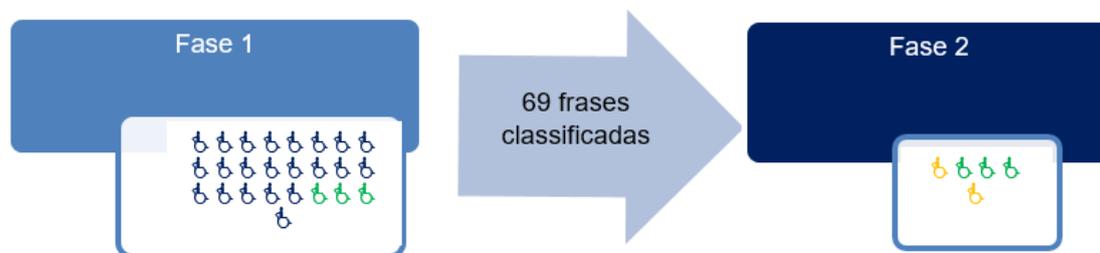
Este estudo considerou as recomendações éticas previstas na Resolução CNS no 466/12, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, sob o número CAEE: 31701520.0.0000.5547, em 01 de outubro de 2020.

O estudo foi dividido em duas fases e contou com a participação total de 27 atletas de BP. Como critério de inclusão para a Fase 1 considerou-se atletas de BP de 18 a 51 anos com mais de dois anos de experiência de qualquer classe funcional, com e sem PC. Como critério de exclusão: atletas que utilizavam dispositivo gerador de fala durante a competição.

Na Fase 1 participaram 25 atletas, que responderam a um formulário on-line, com o objetivo de investigar a frequência de uso de 69 frases utilizadas por eles para se comunicar em um jogo. Para a Fase 2 adotou-se como critério de inclusão: atletas de BP de 18 a 51 anos com mais de dois anos de experiência de qualquer classe funcional, com PC e com NCC, sem doenças que impedissem a sua participação no estudo. Como critério de exclusão: atletas que utilizavam dispositivo gerador de fala durante a competição, com deficiência visual grave, elevado grau de depressão ou deficiência intelectual moderada à grave.

Na Fase 2 participaram cinco atletas, dos quais três estavam presentes na Fase 1. A Fase 2 foi executada de forma presencial e tratou-se da customização individualizada do sistema PGCA, a partir da utilização das frases, encontradas na Fase 1, em situações simuladas de jogo de BP. A relação entre as fases da pesquisa poderá ser observada na Figura 3.

Figura 3 – Relação entre as fases da pesquisa.



♿ - Atletas que participaram somente da Fase 1; ♿ - Atletas que participaram somente da Fase 2; ♿ - Atletas que participaram das duas fases. Fonte: Ciesielski et al., (2022)

Para a coleta de dados da Fase 1, os 25 atletas, responderam a um formulário on-line, construído na plataforma Google Forms, contendo 20 perguntas além da identificação dos atletas, tendo sido formulados três blocos de perguntas principais, criando um espectro de frases classificadas de acordo com sua frequência de uso.

A frequência de utilização das frases foi classificada pelos atletas dentro de cinco categorias, utilizando uma escala Likert de cinco pontos citado por Beukelman et al. (2015): “sempre” [5], “muitas vezes” [4], “às vezes” [3], “raramente” [2] ou “nunca” [1], para a sua classificação, exposta no Apêndice B.

Três grupos de diálogo distintos com os quais os atletas da amostra identificaram a frequência de frases foram introduzidos conforme a regra da modalidade: Árbitros e Árbitro Chefe; Colegas de Equipe; e Adversários e seus Assistentes Desportivos. A escolha desses grupos com os quais os atletas de BP dialogam foi baseada nos atores dentro de um jogo que exercem influência direta no contexto, entre eles, os oficiais de quadra chamados de árbitros, os colegas de equipe nas disputas coletivas da modalidade e o seu oponente durante o jogo considerado como adversário (Boccia, 2022).

A construção do conteúdo das frases foi estabelecida de acordo com a experiência de 18 anos de atividade profissional na modalidade de BP, criando um espectro de frases que já foram utilizadas em momentos específicos do jogo, de acordo com a regra da modalidade e/ou baseado nas histórias dos atletas de BP durante as suas participações em competições.

O experimento então consistiu em customizar o sistema PGCA para que ele apresentasse as frases escolhidas pelos atletas de acordo com sua relevância, frente à cinco situações de jogo oriundas do banco de imagens da ADFP, apresentadas em tela simulando as ocorrências reais de jogo, em que o atleta precisasse se expressar para resolver os problemas encontrados, com base nas análises da Fase 1 desta pesquisa.

Para a customização, uso e avaliação do sistema PGCA dentro do contexto da BP, usou-se a proposta de Holyfield, Caron e Light (2019), que é apoiada na abordagem *just in time* (JIT) e composta de seis passos: 1. contextualizando a interação; 2. capturando momentos envolventes; 3. mapa de vocabulário; 4. modelo imediato; 5. revisitar repetidamente; e 6. resposta em conformidade.

Para complementar a proposta anterior na utilização do sistema por parte dos atletas, lançou-se mão da abordagem de Swinehart-Jones e Heller (2009) que adicionou à abordagem JIT três etapas: a) Etapa de Linha de Base (LB); b) Etapa de Intervenção (EI) e c) Etapa de Avaliação Final (AF). Desta forma, a abordagem JIT serviu de alicerce para o significado das ações, enquanto que as Etapas deram o sentido prático da pesquisa. A soma das duas metodologias compôs o método utilizado na Fase 2, com seu detalhamento explicado a seguir.

Considerou-se neste trabalho a palavra “movimento” para qualquer movimento corporal ou produzido pelo atleta e “gesto” ou “gesto motor específico” como o movimento corporal que foi utilizado para que o sistema reconhecesse uma mensagem.

A LB do estudo ocorreu nas sessões de três a cinco, verificando a consistência do gesto executado pelo atleta, com o valor percentual correspondente gerado pelo próprio sistema. Na LB, a coleta de dados referente ao treinamento do sistema PGCA, foi feita no mesmo dia, com a mesma roupa, sendo que nessas sessões nenhuma intervenção foi feita, ou seja, o gesto do atleta não foi treinado, o que foi treinado foi o sistema computacional.

A EI ocorreu entre as sessões seis a 10, em que o atleta treinou seu gesto em frente ao equipamento com o sistema instalado, e cada gesto foi treinado pelo atleta em um computador com sistema operacional Windows 10, processador Intel® Core™ i3-7020U CPU @ 2.30GHz, com 4G de memória RAM, Webcam integrada de 480p, 4x3, 30fps e filmado com uma câmera Nikon D5100, em uma sessão específica, sendo considerado treinado, o gesto que atingiu o quantitativo de 20 execuções na sessão.

Dentro desta etapa, cada frase é revisitada se já tiver sido treinada, ou explorada quando o gesto ainda será treinado nas sessões posteriores, por uma vez por sessão, como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Dinâmica de execução das frases dentro das sessões de intervenção.

| Frases | Sessão 6 | Sessão 7 | Sessão 8 | Sessão 9 | Sessão 10 |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Frase 1 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Frase 2 | 1 | 20 | 1 | 1 | 1 |
| Frase 3 | 1 | 1 | 20 | 1 | 1 |
| Frase 4 | 1 | 1 | 1 | 20 | 1 |
| Frase 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 |

Fonte: Ciesielski et al. (2022).

Ao final de cada sessão o(a) atleta respondeu, de acordo com as suas possibilidades, a um questionário com três perguntas referentes à satisfação, avaliando-a de 1 (completamente insatisfeito) a 10 (completamente satisfeito), e duas questões abertas: (a) “Conte-nos sobre a sua experiência ao usar o sistema.”; e (b) “Você gostaria de nos contar algo que melhorasse o sistema?”, utilizadas para que fosse relatado algum comentário referente à experiência do usuário e ao aprimoramento do sistema para o uso em condições reais do jogo, sendo este uma adaptação do modelo utilizado por (Bryen et al., 2010).

Os comentários dos atletas desta fase, bem como dos familiares presentes, foram anotados e posteriormente confirmados com o autor deste trabalho aproveitando as informações e os desejos deles em contribuir com a pesquisa.

Na AF, realizou-se a simulação das situações problemas na sessão 11, por meio de uma apresentação textual e fotográfica em slides no programa Powerpoint, em que foi utilizado o sistema PGCA para executar as falas que resolvessem

àquela determinada situação. Ao final da sessão perguntou-se a ele (a) se gostaria de refazer e, em caso de resposta negativa, perguntou-se acerca dos dados contidos na Avaliação Final do Uso do Sistema PGCA na BP, contendo a Escala SUS e uma questão aberta: “Você gostaria de nos contar algo sobre o sistema PGCA na bocha paralímpica?”, para que tanto o atleta como o familiar que o acompanhou pudessem tecer comentários que contribuíssem na pesquisa.

A situação problema foi executada com uma breve descrição e narrada para o fácil entendimento do(a) atleta, e os slides com a foto relacionada à situação problema foram mostrados quando este(a) respondeu à pergunta “Você entendeu o que será proposto?” com uma resposta afirmativa. Por exemplo: a situação problema relacionada à frase que o atleta treinou foi a de: um árbitro indo cumprimentá-lo logo após o final do jogo. A frase que o atleta deveria gesticular para que o sistema falasse por ele seria: “Parabéns pelo jogo!”. Caso houvesse uma resposta negativa, era então perguntado o que não havia sido entendido e esclarecida a dúvida verbalmente pelo autor.

O Quadro 2 mostra a relação entre os passos da abordagem JIT, as sessões e etapas correspondentes.

Quadro 2 – Relação entre as etapas, passos e as sessões.

| Descrição da Etapa | JIT | Tempo médio | Sessões |
|--|---|-----------------|---------|
| Apresentação e convite | 1.Contextualizando a interação | 30 min | 1 |
| Triagem, escolha das frases para cada situação a ser apresentada e exploração dos gestos | 2.Capturando momentos envolventes | 30 min | 2 |
| Linha de Base (LB) | 3.Mapa de vocabulário | 30 min / sessão | 2 a 5 |
| Etapa de Intervenção (EI) | 4.Modelo imediato 5.Revisitar repetidamente | 30 min / sessão | 6 a 10 |
| Avaliação Final (AF) | 6.Resposta em conformidade | 15 min | 11 |

Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Os dados da Fase 1 foram analisados levando-se em conta a média, o desvio padrão e a frequência dos dados quantitativos da escala Likert Beukelman et al., (2015). O teste Qui-quadrado ($p < 0,05$) foi utilizado para determinar se alguma classe tinha prevalência sobre as demais. Na Fase 2 a média e o desvio padrão foram utilizados para as análises das variáveis quantitativas, e utilizadas tabelas de frequência para as variáveis qualitativas.

Para a comparação do percentual de acertos utilizou-se o teste binomial. O teste de igualdade de proporções, e posteriormente a correção de Bonferroni, foram utilizados para analisar as diferenças nos percentuais de acertos nas seguintes variáveis: Atleta, Classe funcional e Classe econômica. O Teste de Kappa ($p < 0,05$) para as análises de concordância, entre o bloco de frases e a interpretação do gesto do atleta pelo sistema (Landis & Koch, 1977). A análise dos dados frente à escala SUS, utilizou-se o Teste de Wilcoxon ($p < 0,05$) para testar se os resultados eram iguais a 68, valor mínimo para considerar um sistema com boa usabilidade (Brooke, 1996; Lewis, 2018).

3. Resultados e Discussão

Dos 25 atletas participantes da pesquisa na Fase 1, 14 eram do sexo masculino e 11 do sexo feminino. Suas idades variaram entre 20 anos, o mais jovem e 51, o mais velho, com média de 32,12 anos \pm 8,82.

A média de anos de experiência com a BP dos respondentes foi de 8,76 \pm 4,13 anos. A experiência variou de dois anos, o menos experiente, a 22 o mais experiente.

A distribuição dos atletas entre as quatro classes funcionais foi: BC1, 24% (seis atletas); BC2, 36% (nove atletas); BC3, 24% (seis atletas); e BC4, 16% (quatro atletas).

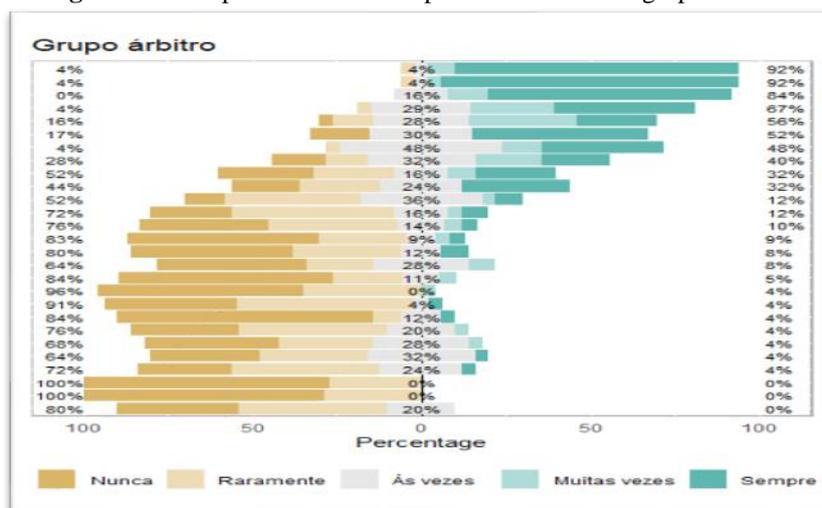
Quanto ao tipo de deficiência física envolvida na amostra, pode-se observar a prevalência da PC com 80% (20 atletas), seguida de distrofia muscular e poliomielite, com 8% (dois atletas) cada, e 4% de atrofia muscular espinhal do tipo 2 (um atleta). Daqueles com PC, que é a deficiência física geralmente envolvida com a dificuldade na fala, apenas dois relataram utilizar sinais e gestos para comunicar suas intenções e desejos, representando 10% da amostra com PC e 8% da amostra total.

Dividiu-se todas as respostas frente às 69 frases compostas no formulário on-line em três clusters: cluster a) frases classificadas como “nunca” e “raramente” utilizadas; cluster b) frases que são utilizadas “às vezes” e cluster; c) frases que são “muitas vezes” e “sempre” utilizadas. Desta forma, encontrou-se um predomínio de respostas no cluster a) com 729 indicações, em relação às respostas no cluster b) com 310 indicações e no cluster c) com 526 respostas.

Para classificar as respostas dos participantes da pesquisa nos três grupos de diálogos, utilizou-se o teste Qui-quadrado, com intervalo de confiança de 5% ($p < 0,05$) para cada frase com a finalidade de encontrar diferenças estatisticamente significativas em relação a todas as respostas obtidas para a mesma pergunta, para que o grau de probabilidade das respostas dadas não fosse atribuído ao acaso. Alguns atletas não classificaram todas as 69 frases do estudo, como lhes foi permitido, contudo verificou-se que isso não afetou as análises estatísticas.

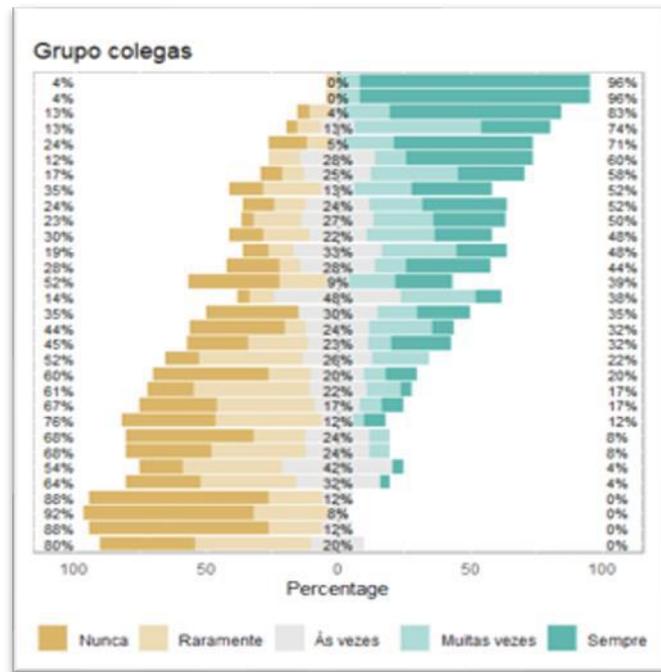
Os três grupos de diálogos que ocorrem na BP estudados nesta pesquisa foram: Grupo Árbitros, Grupo Colegas e o Grupo Adversário e pode-se observar o comportamento das respostas nas Figura 4 a 6.

Figura 4 – Comportamento das respostas referentes ao grupo árbitros.



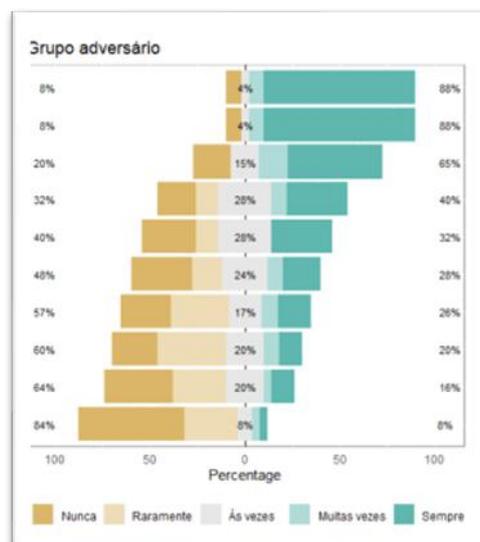
Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Figura 5 – Comportamento das respostas referentes ao grupo colegas.



Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Figura 6 – Comportamento das respostas referentes ao grupo adversários.



Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Observa-se que o predomínio de respostas negativas (nunca e raramente utilizadas) em comparação com as respostas positivas (muitas vezes e sempre) ocorre nos três grupos de diálogos estudados. Contudo nenhuma frase foi desconsiderada para a Fase 2 devido ao fato de que nenhuma delas recebeu a classificação nunca pelos 25 respondentes, o que demonstra a ocorrência, mesmo que remota, das frases estudadas nesta pesquisa pelos atletas de BP.

Após a coleta e análise dos dados da Fase 1, entrou-se em contato com todos os atletas de BP da ADFP/Curitiba, para que pudessem tomar conhecimento da presente pesquisa na sessão 1. Desta maneira deu-se início à fase prática, Fase 2, de

forma on-line, evitando o contato presencial, uma vez que a pandemia originada pelo vírus SARS-Cov-2 estava acometendo muitas pessoas no momento da pesquisa.

Após a abordagem anterior, cinco atletas demonstraram interesse em participar da pesquisa. Para a realização do estudo, o pesquisador responsável dirigiu-se até as casas dos voluntários para a realização do trabalho.

Para a segurança dos voluntários da pesquisa, foram seguidos todos os protocolos de higiene e segurança, orientados pela Prefeitura Municipal de Curitiba e outras recomendações (Curitiba, 2020; Dantas et al., 2020; Mezzadri; Schmitt, 2020).

A Fase 2 composta por cinco atletas da ADFP, foi conduzida com os atletas que possuíam PC, sendo quatro espástica e um atetose, com patologias associadas na fala (disartria), com $32,00 \pm 4,42$ anos e das classes econômicas C2 (1), C1 (1) e B2 (3) com $10,00 \pm 2,07$ anos de experiência na BP, como pode ser observado na Tabela 1. Os atletas foram identificados por uma codificação que tem o seguinte acrônimo: F2AT1 – significando Fase 2 (F2), atleta 1 (AT1), a partir do exemplo do atleta número um e assim sucessivamente até o atleta 5.

Tabela 1 – Caracterização da amostra da Fase 2.

| Atleta | Sexo | ID | Exp. | CF | DF | FC | PA | QCB |
|--------|------|----|------|-----|----------------|------------|-----------|-----|
| F2AT1 | M | 32 | 8 | BC3 | PC (espástica) | Não fala | Disartria | C2 |
| F2AT2 | F | 35 | 9 | BC3 | PC (atetose) | Indistinta | Disartria | B2 |
| F2AT3 | M. | 32 | 12 | BC3 | PC (espástica) | Não fala | Disartria | C1 |
| F2AT4 | M. | 27 | 10 | BC1 | PC (espástica) | Indistinta | Disartria | B2 |
| F2AT5 | M. | 24 | 13 | BC2 | PC (espástica) | Indistinta | Disartria | B2 |

ID: Idade; Exp.: Experiência (anos); CF: Classificação Funcional; DF: Deficiência Física; FC: Forma de comunicação; PA: Patologia Associada; QCB: Questionário Critério Brasil. Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Para a Fase 2, as situações de jogo, que foram escolhidas pelos atletas, situaram-se dentro do seguinte grupo de ocorrências: três frases de despedida, duas frases de saudação e 20 frases de discussão.

A Tabela 2 apresenta os dados relativos a quantidade de erros coletados na EI e AF para os cinco atletas da amostra.

Tabela 2 – Quantidade de erros de reconhecimento do sistema PGCA na EI e AF.

| Atleta | Sessões de Intervenção | | | Avaliação final | | |
|--------|------------------------|-------------------|------------|-----------------|-------------------|------------|
| | Erros totais | Gestos executados | % de erros | Erros totais | Gestos executados | % de erros |
| F2AT1 | 73 | 120 | 60,8 | 2 | 7 | 28,6 |
| F2AT2 | 70 | 120 | 58,3 | 25 | 28 | 89,3 |
| F2AT3 | 66 | 120 | 55,0 | 14 | 18 | 77,8 |
| F2AT4 | 43 | 120 | 35,8 | 22 | 25 | 88,0 |
| F2AT5 | 24 | 120 | 20,0 | 13 | 17 | 76,5 |

Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Pelo Teste de Coeficiente de Kappa, o reconhecimento dos gestos pelo sistema PGCA, foi encontrado um índice de 25% para F2AT2 e 70% para F2AT5 ambos os extremos da amostra, com p-valor estatisticamente significativo ($p < 0,01$).

Para todos os atletas da amostra, desconsiderou-se os gestos que não foram reconhecidos pelo sistema, para adotar somente aqueles que tiveram uma resposta sonora do sistema sobre o gesto executado frente a câmera, demonstrando que houve um tipo de reconhecimento, mesmo que errôneo.

Um dado considerado relevante é o que foi encontrado na atleta F2AT2 quanto ao terceiro gesto gerado para comunicar a frase “Pode chamar o árbitro chefe, por favor?”. Este gesto teve uma consistência máxima de 33% atribuída pelo sistema PGCA e obteve um valor de 85% de reconhecimento durante a EI. Para este comando, o sistema o reconheceu em mais de 53% de todos os gestos reconhecidos e analisados durante as cinco sessões EI.

Na AF, a eficácia obteve uma mediana de 22% no reconhecimento do gesto produzido pelos atletas e a eficiência em torno de 12,80s até que o sistema reconhecesse os gestos e pronunciasse a frase correspondente nesta etapa.

A satisfação, medida por meio de respostas a três perguntas com variação de 1 a 10, sendo 1 completamente insatisfeito e 10 completamente satisfeito: “Como um todo, quanto fácil foi utilizar o sistema? ”; “Como você se sentiu usando o sistema? ”, e “Como você se sentiu treinando o uso do sistema? ” foi alta para todos os atletas, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Dados de usabilidade final do sistema PGCA na BP.

| Atleta | Eficácia | Eficiência (s) | Satisfação Média e ± DP |
|---------|----------|----------------|-------------------------|
| F2AT1 | 71,40% | 06,43 | 10,00 ± 0,26 |
| F2AT2 | 10,70% | 31,98 | 10,00 ± 0,00 |
| F2AT3 | 22,22% | 13,65 | 10,00 ± 0,26 |
| F2AT4 | 12,00% | 09,47 | 08,50 ± 2,26 |
| F2AT5 | 24,00% | 12,80 | 10,00 ± 0,00 |
| Mediana | 22,22% | 12,80 | 10,00 ± 0,45 |

Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Na AF, a avaliação SUS aplicada resultou nas respostas encontradas na Tabela 4, com questões ímpares consideradas positivas do ponto de vista da usabilidade e as questões pares consideradas negativas, isto é, aquelas afirmações que desqualificavam o sistema.

Tabela 4 – Valores das respostas dos atletas na AF.

| Atleta | Q1 | Q2* | Q3 | Q4* | Q5 | Q6* | Q7 | Q8* | Q9 | Q10* | Escala SUS | Percepção de Aprendizagem |
|--------|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|------|------------|---------------------------|
| F2AT1 | 4 | 0 | 4 | 0 | 4 | 4 | 0 | 3 | 4 | 0 | 57,50 | 0,00 |
| F2AT2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 75,00 | 100,00 |
| F2AT3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 0 | 70,00 | 50,00 |
| F2AT4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 35,00 | 50,00 |
| F2AT5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 87,50 | 87,50 |

*Questões negativas. Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Nas duas últimas colunas, na Tabela 4, é encontrado o resultado referente ao produto da soma das respostas dos atletas multiplicado por 2,5 para a escala SUS, sendo o maior valor obtido da ordem de 87,5 para F2AT5 e o menor de 35 para F2AT4, bem como os valores obtidos na subescala de Aprendizagem, multiplicando os valores encontrados nas questões 7 e 10 por 12,5 (Lewis; Sauro, 2009; Lewis, 2018).

Dentro do critério de 68 pontos, considerado como o mínimo para que o produto possa ser classificado como tendo boa usabilidade, a mediana dos valores encontrada na amostra analisada foi de 70 pontos, refletindo que o sistema atingiu o patamar necessário para esta amostra de atletas de BP. Pelo Teste de Wilcoxon para uma amostra, não é possível rejeitar a hipótese nula, hipótese de igualdade, uma vez que a mediana dos valores foi de 70 ($p = 0,999$).

Comparando os resultados atleta por atleta, quanto ao reconhecimento do gesto pelo sistema PGCA, foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa de acordo com o teste de Igualdade de Proporções ($p < 0,01$), atribuído ao fato de que os resultados não foram iguais, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Comparações estatísticas entre os atletas da amostra.

| Atleta | Acertos | Erros | Acertos (%) | Erros (%) | Hipótese | p-valor |
|--------|---------|-------|-------------|-----------|--|---------|
| F2AT1 | 40 | 80 | 33,3% | 66,7% | H0: F2AT1 = F2AT2 = F2AT3 = F2AT4 = F2AT5 H1: F2AT1 ≠ F2AT2 ≠ F2AT3 ≠ F2AT4 ≠ F2AT5 | <0,01* |
| F2AT2 | 43 | 77 | 35,8% | 64,2% | | |
| F2AT3 | 40 | 80 | 33,3% | 66,7% | | |
| F2AT4 | 67 | 53 | 55,8% | 44,2% | | |
| F2AT5 | 84 | 36 | 70,0% | 30,0% | | |

*Teste de igualdade de proporções ($p < 0,01$). Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Utilizando a correção de Bonferroni, ajustada para 0,05 neste caso, verificou-se que os dados encontrados nos atletas F2AT4 e F2AT5 foram diferentes estatisticamente aos atletas F2AT1, F2AT2 e F2AT3.

Um outro dado importante de se destacar é em relação à classificação funcional, porque encontrou-se diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) quando foram comparados os resultados alcançados e a classe funcional dos atletas, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparação dos resultados entre as classes funcionais.

| Classe funcional | Acertos | Erros | Acertos (%) | Erros (%) | Hipótese | p-valor |
|------------------|---------|-------|-------------|-----------|--|---------|
| BC1 | 67 | 53 | 55,8% | 44,2% | H0: bc2 = bc1 = bc3 H1: bc2 ≠ bc1 ≠ bc3 | <0,001* |
| BC2 | 84 | 36 | 70,0% | 30,0% | | |
| BC3 | 123 | 237 | 34,2% | 65,8% | | |

*Teste de igualdade de proporções ($p < 0,05$). Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Apesar de haver mais atletas da classe BC3 (três) e apenas um atleta da classe BC1 e um da classe BC2, com a Correção de Bonferroni ajustada para 1,67% encontrou-se que para os atletas da classe BC3, estes apresentaram índices menores na ordem de 34,2% de reconhecimento dos gestos, em relação ao atleta da classe BC1, que obteve 55,8%, e de 34,2% para 70% com o atleta da classe BC2.

Relacionando os valores encontrados com o Questionário Critério Brasil de classificação econômica, encontrou-se uma proporção diferente entre os achados para os atletas da classe B2 e os atletas das classes C1 e C2. O nível de acertos foi estatisticamente maior para os atletas da classe econômica B2, como observa-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação entre a classe econômica e os resultados alcançados.

| Classe econômica | Acertos | Erros | Acertos (%) | Erros (%) | Hipótese | p-valor |
|------------------|---------|-------|-------------|-----------|--------------------------------------|---------|
| B2 | 194 | 166 | 53,9% | 46,1% | H0: b2 = c1 = c2 H1: b2 ≠ c1 ≠ c2 | <0,001* |
| C1 | 40 | 80 | 33,3% | 66,7% | | |
| C2 | 40 | 80 | 33,3% | 66,7% | | |

*Teste de igualdade de proporções ($p < 0,05$). Fonte: Ciesielski et al., (2022).

Utilizando a correção de Bonferroni, o nível de significância corrigido para esta análise foi de 0,0167 e comparando-se individualmente as classes econômicas B2 – C1 e B2 e C2, nota-se diferenças significativas mas entre as classes C1 e C2 o mesmo não ocorre.

Durante a EI, sessões seis a 10, conforme avançavam os domínios perante o sistema, foi perguntado aos atletas quais as melhorias que eles achavam que poderiam ser implementadas. O atleta F2AT1 comentou, na sétima e na nona sessão, que

deixar o sistema mais rápido seria uma melhoria. O mesmo atleta, na oitava sessão, comentou que melhorar o reconhecimento do sistema seria uma melhoria importante, justamente nesta sessão ele deu nota nove para a pergunta “Como você se sentiu treinando o uso do sistema?” e obteve a maior média de tempo no uso do sistema com $8,63s \pm 2,05$ e 35% de aproveitamento, totalizando 13 erros.

A atleta F2AT2, por sua vez, não comentou nenhuma melhoria durante todo o procedimento na EI.

O atleta F2AT3 não comentou nenhuma melhoria nas sessões seis e nove, porém sugeriu a implantação de uma voz masculina na sessão oito e nas sessões sete e 10, comentando que queria melhorar o próprio gesto para que o sistema reconhecesse com maior facilidade.

Para o atleta F2AT4 a melhoria mais importante e comentada em todas as cinco sessões de intervenção foi a de melhorar o reconhecimento do gesto motor.

Para o atleta F2AT5 as sugestões mais importantes são: deixar o sistema mais inteligente reconhecendo melhor o gesto executado pelo atleta; a implementação de um sistema de reconhecimento de voz e movimento junto a este sistema; e deixar o sistema portátil para que possa ser utilizado em smartphones;

Quanto aos comentários abertos oferecidos aos atletas após as 11 sessões, o atleta F2AT1 salientou que utilizaria o sistema dentro do contexto da BP e a atleta F2AT2 falou que para os atletas que não falam é legal para usar. O atleta F2AT3 comentou que “mesmo com erros eu achei positivo”. Já o atleta F2AT4 disse que gostou, achou diferente e acredita que será útil à sua utilização na BP. Por fim, o atleta F2AT5 considerou a experiência boa porque conseguiu executar todos os gestos em que o sistema os reconheceu corretamente.

Quanto aos familiares que acompanharam as 11 sessões programadas do estudo nesta Fase, estes acabaram por se envolver no estudo, mesmo que, a priori, não tivessem sido incluídos. Por exemplo, a mãe do atleta F2AT3 comentou que o sistema pode ajudar o Assistente Desportivo de BC3, a entender melhor o atleta e com isso ocupar-se com maior atenção dos procedimentos que o equipamento desportivo necessita. O pai do atleta F2AT3 também comentou que apesar das dificuldades encontradas em termos de reconhecimento do gesto motor do atleta pelo sistema PGCA, este poderia ser mais preciso, salientando a importância de um sistema de CAA para o desenvolvimento do atleta no jogo de BP.

A mãe do atleta F2AT1 complementou a importância de deixar que o atleta emita suas necessidades e pensamentos com clareza e autonomia, sem que se possa haver uma interpretação algumas vezes equivocada dos cuidadores e familiares. Outro ponto importante observado pela mãe do atleta F2AT1 foi que o sistema é totalmente em língua portuguesa o que facilita o acesso e gera orgulho por utilizar um produto nacional.

A mãe do atleta F2AT4 concordou com o atleta que o sistema vai ajudar aqueles que não falam a expressar melhor seus desejos e necessidades durante o jogo. No mesmo conceito, a mãe do atleta F2AT5 complementou que até mesmo no dia a dia das pessoas que não falam o sistema pode atender as necessidades desses atletas, ajudando-os a comunicar-se de forma mais precisa.

Na Fase 01 da pesquisa, a amostra acompanhou a característica de prevalência masculina encontrada nos dados estatísticos do relatório da Ande (2019b), sendo que dos 523 atletas ativos 365 eram homens e 158 mulheres, 69,79% e 30,21% respectivamente, enquanto que nesta pesquisa dos 25 respondentes 14 eram do sexo masculino e 11 do sexo feminino, 56% e 44% respectivamente, refletindo a mesma tendência de atletas do sexo masculino, porém com mais equilíbrio entre os sexos.

Quanto à importância da comunicação no jogo, 76% (19 atletas) classificou como “É muito importante”, corroborando os trabalhos de (Santos, Fouraux & Oliveira 2017; Elshahar et al., 2019; Fager et al., 2019; Haines et al., 2019), que discorrem sobre a CAA e sua importância no contexto das pessoas com NCC.

Embora tenha-se encontrado alguns dados que demonstram uma baixa necessidade em utilizar um sistema de CAA na BP, como apresentado por dois atletas da amostra da Fase 1, representando 8,33% da amostra inicial deste estudo, é importante

destacar que todas as frases utilizadas neste trabalho (69) já foram utilizadas de alguma maneira pelos atletas investigados, como constata-se nos resultados encontrados, em que nenhuma delas recebeu a classificação “nunca” por todos os 25 atletas da amostra.

O tempo de experiência dos participantes, de $8,76 \pm 4,13$ anos na modalidade, pode ter favorecido as respostas quanto à frequência de utilização das frases para que nenhuma tivesse sido classificada como “nunca” utilizada. Certamente, quanto maior é o tempo de prática, maior é a oportunidade de vivenciar diferentes situações sociais e de jogo, por exemplo, que são os momentos vividos pelos atletas, como salientam Camirand et al., (2005), o que pode ter contribuído para atingir estes resultados.

As frases mais frequentes utilizadas pelos atletas da amostra, foram as frases de despedida e saudação, em todos os grupos de interlocução estudados. Este dado apresenta, de uma maneira geral, a importância das relações sociais também aos atletas de BP que possuem NCC, que podem ser ainda mais facilitadas pelos recursos de CAA, reduzindo o seu isolamento e a marginalização da sociedade (Romski; Sevcik, 2005; Brunner et al., 2017; Light et al., 2019;).

A partir da análise dos resultados desta fase da pesquisa, foi possível identificar que este tipo de investigação transcende a fronteira estatística em virtude da preocupação com o desempenho de cada atleta, visto que o nível de estresse ocasionado pela dificuldade na comunicação, pode aumentar os níveis de tensão psicoemocional e ocasionar com isso uma piora no potencial de energia, como citam Drozdovski et al., (2012), que pode influir na tomada de decisão para o jogo de BP.

Como nenhuma das 69 frases apresentadas recebeu a classificação “nunca” por todos os atletas da amostra, refletiu-se que este dado pode indicar uma necessidade, mesmo que remota, para a utilização de determinada frase dentro de um sistema de CAA, aplicado ao jogo de BP, e pode ser considerado uma das razões que salientam a importância de sistemas de CAA serem customizados para o usuário final (Myrden et al., 2014; Guisen; Marco, 2017; Subrahmaniyan; Higginbotham e Bisantz, 2018; Deng et al., 2019; Elsahar et al., 2019).

A Fase 2 foi composta por cinco atletas de BP, todos com disartria e com mais de oito anos de experiência. O número de participantes desta amostra seguiu uma tendência observada nos estudos que deram origem a esta pesquisa, ou seja, devido às particularidades do trabalho envolvendo pessoas com PC, é bastante comum que as pesquisas com esse grupo de participantes sejam compostas por grupos relativamente pequenos.

Por exemplo Bianquin, Sacchi & Besio (2018) fizeram uma revisão sistemática no período de 2007 a 2017, com o objetivo de encontrar o uso de tecnologias para CAA em pessoas de 0 a 18 anos com NCC relacionadas a comprometimentos motores. Os autores observaram sete estudos, dentre os quais três eram quantitativos, três qualitativos e um quanti e qualitativo, com um (1 estudo), dois (1), três (2), quatro (1), 25 (1) e não especificou a quantidade de participantes (1), e concluem que estudos com esta população são qualitativos e limitados devido ao número reduzido da amostra (Bianquin; Sacchi; Besio, 2018).

O sistema PGCA foi originalmente concebido para atender as pessoas com deficiência física que possuem NCC, tal como a amostra da Fase 2. De acordo com os resultados encontrados em termos de usabilidade, o sistema PGCA foi considerado um sistema promissor em auxiliar as pessoas com NCC na BP, em um contexto efetivo no qual a CAA pode ser avaliada, como concluem Ascari, Silva & Pereira (2019).

Adicionalmente, a escala SUS foi considerada neste estudo uma boa alternativa para avaliar a usabilidade percebida de sistemas, assim como confirmado no estudo de Lewis (2018), que revisou a escala SUS a partir de trabalhos publicados de 1984 a 2007 e concluiu que é a mais amplamente utilizada para medir a percepção de usabilidade, uma avaliação sem custo, com questionário flexível o bastante para permitir mudanças culturais sem impacto no seu significado, sendo por esta razão traduzido para mais de cinco línguas, recomendando-se fortemente o uso da escala SUS para medir a usabilidade percebida.

O sistema PGCA também possui as características de flexibilidade e de baixo custo (Sevcik, 2005; Hornero et al., 2015; Myrden et al., 2014; Romski), permitindo utilizar o mesmo sistema para diferentes atletas com diferentes características funcionais e aplicadas a diferentes gestos motores, necessários para atender de forma personalizada, como afirmam (Myrden et al., 2014; Leo et al., 2017), usuários com PC, e Mauri et al., (2006) que concluem que sistemas de interação baseados em visão computacional são uma tecnologia com boa usabilidade, efetiva e acessível.

Em relação à classificação econômica, a análise do Critério Brasil com os atletas da Fase 2, revelou que houve uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) estabelecida pelo Teste de Igualdade de Proporções entre aqueles da classe B2 e os das classes C1 e C2. Utilizando a Correção de Bonferroni, com nível de significância corrigido para $p < 0,0167$, obteve-se a indicação que atletas das classes C1 e C2 tiveram maiores dificuldades no reconhecimento dos gestos motores executados frente ao sistema ($p < 0,001$).

A avaliação econômica é discutida por Leo et al., (2017), que salientam que esta análise aborda aspectos tanto éticos quanto práticos associados com alguns possíveis custos e benefícios, como o aumento da qualidade de vida, e uso de novas ou abandonadas tecnologias assistivas (TA), mas que é importante calcular os custos e avaliar os benefícios. Ou seja, quando se busca avaliar as condições econômicas das pessoas que necessitam de dispositivos de TA, é necessário ter cautela para interpretar corretamente este dado a fim de evitar oferecer um produto adequado pelo aspecto funcional, porém com custos elevados de aquisição e manutenção que possam inibir a utilização a longo prazo. O sistema PGCA é de livre acesso e, embora haja a necessidade de um computador portátil para o seu funcionamento, de modo a utilizar a BP, um dispositivo portátil e dedicado a este sistema deve ser projetado.

Relativamente à utilização do sistema PGCA em si, quando o sistema foi calibrado na LB, os gestos motores provenientes dos atletas tornaram-se figuras que o sistema PGCA comparou com os gestos realizados em frente ao computador. Esta ação possibilitou que se observasse a importância e a necessidade da autonomia para os atletas de BP, atenuando as NCC, em particular a disartria como apresenta Ascari (2020), pois no momento do jogo, o auxílio ao atleta de BP é restrito apenas aos comandos deste para com o assistente desportivo e nunca o contrário, como orienta Boccia (2022). A utilização do sistema PGCA possibilitou essa comunicação direta do atleta e não apenas a partir de seu assistente.

A interação dos atletas ao longo da EI com o sistema, ocasionou uma diminuição gradativa do número de erros no reconhecimento dos gestos dos atletas, como aconteceu no trabalho de Saturno et al., (2015), que estudaram um dispositivo acionador adaptado para ser utilizado no computador, com um sistema de PCA, em que também foi encontrada uma redução no número de erros no decorrer da pesquisa, assim como o ocorrido nesta pesquisa.

Quando comparados os resultados obtidos e a classificação funcional do atleta, é fornecida pelo nível de comprometimento motor, encontrou-se valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$), mostrando que quanto maior o comprometimento, mais difícil foi o reconhecimento do gesto motor efetuado pelos atletas pelo sistema PGCA.

Algumas conclusões de trabalhos que corroboram estes resultados são: (a)-devido ao acentuado comprometimento motor, que afeta a coordenação do movimento, condição capaz de ter contribuído para as falhas no reconhecimento dos gestos como mostra Russo et al. (2019), que estudaram o impacto que a deficiência motora apresenta no auto cuidado de crianças com PC; e (b)-Reina et al. (2018) constataram que o baixo desempenho nos movimentos de atletas de BP é maior em jogadores com maior comprometimento motor.

O sistema PGCA demonstrou um potencial de ampliação da comunicação dos atletas de BP com NCC na medida em que para cada atleta o sistema foi independentemente configurado e atendeu aos requisitos de satisfação e usabilidade, como observado por meio dos dados coletados nos questionários de satisfação ao final de cada sessão da EI e na AF, respectivamente, refutando uma das conclusões de Graham et al., (2016), que afirmam que equipamentos geradores de fala são

complicados de se programar, o que não foi observado nesta pesquisa, e que representam um desafio especialmente àquelas pessoas com acentuado comprometimento motor (Graham et al., 2016), como os participantes desta pesquisa.

Os atletas F2AT1 e F2AT3, ambos com PC e com NCC e que utilizam sinais e gestos para se comunicar, relataram preferir o sistema PGCA na comunicação e gostaram de utilizá-lo, como observado por meio das sugestões fornecidas pelos próprios atletas nas questões abertas. Isto pode explicar porque o uso do sistema computacional PGCA, como uma forma de comunicação para estes atletas, apresentou uma satisfação alta ao utilizarem o sistema, substituindo a sua fala natural, principalmente para os atletas da amostra que não falam, e também como comentado pelos atletas F2AT2, F2AT4 e F2AT5.

Os atletas F2AT1 e F2AT3, ambos com PC e com NCC e que utilizam sinais e gestos para se comunicar, relataram preferir o sistema PGCA na comunicação e gostaram de utilizá-lo, como observado por meio das sugestões fornecidas pelos próprios atletas nas questões abertas.

O atleta F2AT1 salientou a importância de um sistema mais eficaz fornecendo uma resposta mais rápida. Este atleta teve o melhor índice de eficiência na AF com apenas dois erros em sete gestos.

O atleta F2AT3 ficou preocupado com a destreza do seu gesto motor e ao sugerir uma voz masculina para o sistema, acabou por revelar um dado que apresenta uma preocupação com a customização frente à necessidade particular deste atleta, como afirmam (Myrden et al., 2014; Leo et al., 2017) e que ressaltam a importância de sistemas de CAA em atender as características singulares dos usuários finais, e como encontrado nesta pesquisa de obter inclusive uma característica masculina para a sua voz.

Diante deste fato, refletiu-se que as vozes femininas são um padrão na área da computação, a exemplo das vozes de assistentes virtuais, presentes em alguns dispositivos, tais como, Alexa (Amazon); Siri (Apple); Cortana (Windows); Bia (Banco Bradesco). Esse assunto começou, inclusive, a ser refletido pela UNESCO. Por exemplo, em 2019, em seu artigo *"I'd blush if I could"* (Eu ficaria envergonhada se pudesse), a instituição provoca uma reflexão sobre o papel feminino, considerado secundário em sistemas de assistência virtual (West; Kraut; Chew, 2019). Portanto, talvez a necessidade de mais vozes, e da inclusão de vozes masculinas para sistemas que buscam substituir a fala das pessoas com NCC deva ser considerada.

Para não deixar margem de dúvida sobre as intenções e desejos dos atletas, o sistema conseguiu mostrar que é possível promover a autonomia do atleta quanto à comunicação com seus interlocutores, como salientam Graham et al., (2016), Light et al., (2019) Parizotto & Alves (2020) e favorece também a geração de uma comunicação mais rica, diversificada e confiante, como afirmam, Prior, Waller e Kroll (2013) Bortoli et al., 2014; Smith 2018).

Quando oportunizou-se aos assistentes desportivos que acompanharam o experimento relatar suas observações, foi comentado que ao dar autonomia ao atleta para se comunicar eles poderiam dar mais atenção aos equipamentos de jogo, corroborando a tese de Ascari (2020) que desenvolveu o sistema PGCA para a promoção da autonomia de pessoas com dificuldades motoras e da fala e, confirmando a hipótese deste estudo.

Ao oportunizar a habilidade de comunicar suas intenções e desejos, os atletas podem ampliar suas relações sociais, inclusive com estranhos, como afirmam (Hidecker et al., 2011; Bonnike, Douglas & Stoner 2018; Smith 2018). Desta forma, é possível que o atleta F2AT1, por exemplo, que não se comunica, talvez conseguisse ampliar seus vínculos sociais e consequentemente obter uma maior qualidade de vida ao ter facilitada a sua comunicação com estranhos por meio do sistema PGCA.

Sistemas de alta tecnologia, como o PGCA, são favoráveis quanto ao uso a longo prazo. Na BP este sistema seria utilizado tanto nas sessões de treinamento como durante uma partida, para ser utilizado em situações em que o atleta precisasse comunicar as frases com maior utilidade.

Esta necessidade de uso mais frequente do sistema pode evitar assim o abandono de equipamentos de CAA, por aumentar o engajamento do usuário ao utilizar o sistema com maior frequência, como alertam (Myrden et al., 2014;

Subrahmaniyan, Higginbotham & Bisantz, 2018; Waller 2019; Elshahar et al., 2019; Fager et al., 2019; Reyes, Niedzwecki e Gaebler-Spira 2020).

4. Conclusão

Todos os objetivos da pesquisa foram atingidos e os dados analisados e discutidos, interpretados com vários desfechos de possível interesse a comunidade científica, oportunizando conhecer o fenômeno, levando a diferentes formas de interpretação.

As evidências geradas indicam que é possível facilitar a comunicação de atletas de BP durante um jogo, oferecendo uma maior quantidade de frases para serem ditas pelos atletas, além dos sinais e códigos já utilizados. Desta forma, favorecendo a participação ativa com maior autonomia dos atletas e fornecendo também novas experiências de acessibilidade, contribuindo para os conhecimentos da área de IHC e CAA.

A Fase 1 foi importante para os atletas da Fase 2 no tocante à orientação dos exemplos de frases que poderiam ser adotadas. Entretanto, as frases mais úteis elencadas pelos atletas da Fase 2 foram muito diversas, demonstrando a importância de se respeitar os desejos e anseios dos atletas com NCC e PC, pois cada atleta demonstrou uma demanda prioritária dentro da escolha das cinco frases utilizadas.

O índice de satisfação atribuído ao final de cada sessão da EI, com relação à experiência do usuário, atingiu a nota $10 \pm 0,45$. Na AF a usabilidade atingiu a mediana de 70. Esses resultados indicam que o sistema PGCA possui boa usabilidade para o contexto do estudo.

Contudo, apesar dos números indicarem boa usabilidade e uma percepção positiva de cada atleta ao interagir com o sistema PGCA, apenas 22% dos gestos executados foram reconhecidos, e o tempo necessário para produzir as frases utilizadas pelos atletas foi em média $12,80s \pm 25,01$, valor considerado muito alto. Isso demonstra que o sistema precisa ser melhorado para ações de simulação de ocorrências reais do jogo.

Identifica-se também que há algumas demandas na construção e customização para que um sistema de CAA possa ser utilizado na BP: (a) o equipamento usado pelos atletas no contexto de treino e jogo deve ser portátil, com câmera, sistema sonoro (para emitir a mensagem completa do atleta e também para captar determinados sons que os atletas produzem) e capacidade de processamento similar ao PGCA; (b) para as etapas de configuração é necessário o uso de uma câmera, um sistema sonoro, teclado e mouse; (c) o sistema deve permitir customização individual; (d) o sistema deve oferecer opções de vozes masculinas e femininas; (e) o sistema deve usar outros sensores para melhorar o reconhecimento dos gestos.

Sugere-se a outros pesquisadores que desenvolvam instrumentos que possam analisar o processo de comunicação dos atletas com PC, sejam eles quantitativos ou qualitativos, seja necessário incluir em seu escopo de trabalho, uma análise global que facilitem a leitura de todos os dados para serem claramente compreendidos, tanto no campo do meio ambiente quanto no campo da biologia dos sistemas sensoriais de cada indivíduo.

Acredita-se que esse estudo pode apresentar um impacto científico e sócio-educativo positivo primeiramente para as pessoas com PC com NCC no meio paralímpico e no meio educacional no Paraná, no Brasil e no Mundo, trazendo-lhes uma possibilidade de autonomia em relação à comunicação durante um jogo de BP e, adicionalmente, em outros contextos sociais e principalmente os educacionais.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – código de financiamento 001 e à Associação dos Deficientes Físicos do Paraná.

Referências

- Allison, K. M., & Hustad, K. C. (2018.). Data-driven classification of dysarthria profiles in children with cerebral palsy. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 61(12), 2837-2853. doi:https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-S-17-0356
- Ande, A. N. (20 de abril de 2022). *Boletim Final Campeonato Brasileiro de Bocha Paralímpica*. Fonte: Site da ANDE: <http://ande.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Boletim-Final-BRASILEIRO-DE-BOCHA-2019.pdf>
- Ascari, R. E. (2020). Metodologia Baseada em Visão Computacional e Aprendizado de Máquina para guiar o Projeto de Sistemas de Comunicação Aumentativa e Alternativa usando Interação Gestual Personalizada. Fonte: <https://hdl.handle.net/1884/69184>
- Ascari, R. E., Silva, L., & Pereira, R. (outubro de 2019). Personalized interactive gesture recognition assistive technology. In: Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. *ACM digital library home*(38), 1-12. doi:<https://doi.org/10.1145/3357155.3358442>
- ASHA. (30 de abril de 2022). Fonte: American Speech Language Hearing Association : <https://www.asha.org/public/speech/disorders/aac/>
- Beukelman, D. R. (5 de junho de 2015). Using visual scene displays as communication support options for people with chronic, severe aphasia: A summary of AAC research and future research directions. *Augmentative and Al*. doi:<https://doi.org/10.3109/07434618.2015.1052152>
- Bianquin, N. S. (4 de junho de 2018). Enhancing communication and participation using AAC technologies for children with motor impairments: a systematic review. *Education Sciences & Society*, 9. Fonte: <https://journals.francoangeli.it/index.php/ess/article/view/6012/291>
- Bisfed, I. (30 de abril de 2022). *Classification Rules* . Fonte: Boccia Classification Rules : <https://www.worldboccia.com/wp-content/uploads/2021/01/Boccia-Classification-Rules-4th-Edition-October-2018.pdf>
- Boccia, W. (30 de abril de 2022). *World Boccia © 2022. All Rights Reserved*. (World Boccia) Acesso em 30 de abril de 2022, disponível em World Boccia: <https://www.worldboccia.com/>
- Bonnike, D. R. (2018). Social Positioning: Increasing the Nonsymbolic and Symbolic Communication of Students with Complex Communication Needs. *International Journal of Special Education*, 33(1), 152-170. Fonte: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1184081>
- Bortoli, T. A.-K. (10 de março de 2014). Speech-language pathologists' perceptions of implementing communication intervention with students with multiple and severe disabilities. *Augmentative and Alternative Communication*, . doi:<https://doi.org/10.3109/07434618.2014.881916>
- Brooke, J. (1996). *Sus: a "quick and dirty" usability. Usability evaluation in industry*, (P. W. Jordan, Ed.) USA: Taylor & Francis.
- Brunner, M., Hemsley, B., Thoger, L., & Stuart, P. (04 de maio de 2017). Technology and its role in rehabilitation for people with cognitive- communication disability following a Traumatic Brain Injury (TBI). *Taylor & Francis Online*, 31(8), 1028 –1043. doi:<https://doi.org/10.1080/02699052.2017.1292429>
- Bryen, N. D., Heak, G., Semenuk, A., & Mary, S. (03 de março de 2010). Improving Web Access for Individuals who Rely on Augmentative and Alternative Communication. *Taylor & Francis Online*, 26. doi:<https://doi.org/10.3109/07434610903561654>
- Camirand, M. e. (27 de março de 2020). © 2022 *Boccia Canada. All Rights Reserved*. Acesso em 30 de abril de 2022, disponível em Boccia Canada: <https://boccianada.ca/en/wp-content/uploads/files/ltad%20english.pdf>
- Curitiba, P. M. (30 de abril de 2022). *Protocolo de Curitiba contra o Coronavírus (covid-19) para academias e congêneres*. Fonte: Curitiba Contra o Corna Vírus : <https://coronavirus.curitiba.pr.gov.br/>
- Dantas, B. J., Dantas, S. F., Junior, D. J., Neto, O. d., & Gorla, I. J. (10 de maio de 2020). COVID-19: Considerations for the disabled athlete. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 19(2), 30-34. doi:<https://doi.org/10.33233/rbfe.v19i2.4023>
- Deng Minzhi, R. C. (31 de agosto de 2017). Interface Design for Boccia Robot Considering Operation Characteristic. 382-394. doi:DOI: 10.1007/978-3-030-30033-3_30
- Drozdoski, Alexander, I. I. (05 de dezembro de 2012). Express-evaluation of the psycho-physiological condition of Paralympic athletes. *National Library of Medicine*, 215-222. doi:10.2147/OAJSM.S35888
- Elsahar, Y. S. H.-M. (22 de abril de 2019). Augmentative and Alternative Communication (AAC) Advances: A Review of Configurations for Individuals with a Speech Disability. *MDPI*.
- Fager, S. K., Fried-Oken, M., Jakobs, T., & Beukelman, D. R. (21 de janeiro de 2019). New and emerging access technologies for adults with complex communication needs and severe motor impairments: State of the science. *Augmentative and Alternative Communication*, 1-13. doi:<https://doi.org/10.1080/07434618.2018.1556730>
- Fracassi, A. R. (1056-1065 de dezembro de 2011). Adaptação para a Língua Portuguesa e Aplicação de Protocolo de Avaliação das Disartrias de Origem Central em Pacientes com doença de parkinson. *CEFAC*. Fonte: <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/4MnckVjdSHrydM96CFLcnBj/?format=pdf&lang=pt>
- Graham H. Kerr, P. R.-P.-S. (28 de janeiro de 2016). Cerebral palsy. *Nature Reviews Disease Primers*, 2. doi:<https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.5>
- Graham, D., Paget, S. P., & Wimalasundera, N. (2019). Current thinking in the health care management of children with cerebral palsy. *Medical Journal of Australia*, 210, 129-135. Fonte: <https://www.mja.com.au/system/files/2019-02/mja212106.pdf>
- Haines Nathaniel, M. W.-Y. (7 de março de 2019). Using computer-vision and machine learning to automate facial coding of positive and negative affect intensity. *PLOS ONE* 14(3), p. e0211735. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211735>

- Hidecker, C. J., Paneth, N., Rosenbaum, P. L., Kent, R. D., Lillie, J., Eulenberg, J. B., . . . Michalsen, L. (27 de junho de 2011). Developing and validating the Communication Function Classification System for individuals with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 53, 704-710. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04035.x>
- Holyfield, C., Caron, J., & Light, J. (02 de dezembro de 2019). Programing AAC just-in-time for beginning communicators: the process. *Augmentative and Alternative Communication*, 35, 309-318. doi: <https://doi.org/10.1080/07434618.2019.1686538>
- Hornero, G., Conde, D., Quílez, M., Domingo, S., Rodríguez, M. P., & Rom, B. (7 de agosto de 2015). A Wireless Augmentative and Alternative Communication System for People With Speech Disabilities. *IEEE Access*, 3, 1288 - 1297. doi: [10.1109/ACCESS.2015.2466110](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2466110)
- Ichiba, T., Kuniharu, O., Tetsuo, M., Masataka, K., & Kousuke, Y. (2020). Relationship between pulmonary function, throw distance, and psychological competitive ability of elite highly trained Japanese boccia players via correlation analysis. *Heliyon*, 6, p. e03581. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03581>
- Landis, Koch, J. R. (março de 1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Published By: International Biometric Society*, 159-174. doi: <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Leo, M., G. M., T. K., & G. M. F. (janeiro de 2017). Computer vision for assistive technologies. *Computer Vision and Image Understanding*, 154, 1-15. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2016.09.001>
- Lewis, J. R. Sauro, J. (2009). The Factor Structure of the System Usability Scale. *International conference on human centered design*, 5619, 94-103. Fonte: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-02806-9_12
- Lewis, J. R. (30 de março de 2018). The System Usability Scale: Past, Present, and Future. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34(7), 577-590. doi: <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>
- Light, J., McNaughton, D., Beukelman, D., Fager, S. K., & Fried-Oken, M. (16 de janeiro de 2019). Challenges and opportunities in augmentative and alternative communication: Research and technology development to enhance communication and participation for individuals with complex communication needs. *Augmentative and Alternative Communication*, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1080/07434618.2018.1556732>
- Marconi, M. d., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica* (5 ed.). São Paulo, São Paulo, Brasil: Atlas. Fonte: <https://asfiles.com/26g8o-pdfviewer>
- Mauri, C., Granollers, T., Lorés, J., & García, M. (2006). Computer vision interaction for people with severe movement restrictions. *Human Technology*, 2, 38-54. doi: <https://doi.org/10.17011/ht/urn.2006158>
- Mezzadri, F. M., & Schmitt, P. M. (7 de julho de 2020). *Recomendações e Orientações Gerais para o Esporte Brasileiro frente à COVID-19*. Curitiba, PR: [s.n.]. Prefeitura de Curitiba: [http://www.cbc.esp.br/arquivos/Recomendacoes IE Esporte Covid19 Mezzadri Schmitt.pdf](http://www.cbc.esp.br/arquivos/Recomendacoes%20IE%20Esporte%20Covid19%20Mezzadri%20Schmitt.pdf)
- Myrden, A., Schudlo, L., & Weyand, S. (11 de maio de 2014). Trends in Communicative Access Solutions for Children With Cerebral Palsy. *Journal of child neurology*, 29, 1108-1118. doi: <https://doi.org/10.1177/0883073814534320>
- Paraná, G. D. E. Bocha adaptada. Londrina: [s.n.]. http://www.jogosabertos.pr.gov.br/modules/fase_final/uploads/2019_pj_ldna_coletanea_bocha_adaptada_.pdf
- Parizotto, S. R., Michael, A. D., & Ramirez, A. R. (15 de julho de 2020). A low-cost alternative communication interface based on eye tracking for people with motor and communication disorders. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1-3. doi: [10.23919/CISTI49556.2020.9140818](https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140818)
- Patel, R., & I. Grigos, M. (10 de outubro de 2006). Acoustic characterization of the question-statement contrast in 4, 7 and 11 year-old children. 48, 1308-1318. doi: <https://doi.org/10.1016/j.specom.2006.06.007>
- Patel, Rupal. (12 de julho de 2002). Phonatory control in adults with cerebral palsy and severe dysarthria. *Augmentative and Alternative Communication*, 18, 2-10. doi: <https://doi.org/10.1080/aac.18.1.2.10>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Retrieved May 1, 2022, from: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf
- Portalete, C. R., Urrutia Karina, G. A., Pagliarin, C., & Keske-Soares, M. (2019). Tratamento motor da fala na disartria flácida: um estudo de caso. *Communication Research*, 24. doi: <https://doi.org/10.1590/2317-6431-2018-2118>
- Prior, S., Waller, A., & Kroll, T. (26 de abril de 2011). Focus groups as a requirements gathering method with adults with severe speech and physical impairments. *Behaviour & Information Technology*, 32, 752-760. doi: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2011.566939>
- Prodanov, C. C., & De Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico* (2 ed.). Editora Feevale. Fonte: encurtador.com.br/mpJ05
- Reilly, C., S., Bickerton, M., Mensah, F., Turner, S., Kumaranayagam, D., . . . Morgan, A. T. (26 de junho de 2020). REILLY, S. et al. Speech in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v. 62, p. 1374-1382, 2020. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 62(12), 1374-1382. doi: <https://doi.org/10.1111/dmcn.14592>
- Reina, Raul, M., Domínguez-Díez, T., & Urbán, A. Roldán. (outubro de 2018). Throwing distance constraints regarding kinematics and accuracy in high-level boccia players. Effets des contraintes de la distance de tir sur la cinématique et la précision des joueurs de boccia. *Science & Sports*, 33, 299-306. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.03.078>
- Reyes, F., Niedzwecki, C., & Gaebler-Spira, D. (2020). Technological Advancements in Cerebral Palsy Rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 31, 117-129. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2019.09.002>

- Romski, M., & Sevcik, R. A. (julho de 2005). Augmentative Communication and Early Intervention. *Infants & Young Children*, 18(3), 174-185. Fonte: https://journals.lww.com/iyjournal/Fulltext/2005/07000/Augmentative_Communication_and_Early_Intervention_00002.aspx
- Russo, R. N., Skuza, P. P., Sandelance, M., & Flett, P. (18 de fevereiro de 2019). Upper limb impairments, process skills, and outcome in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 61(9), 1080-1086. doi:<https://doi.org/10.1111/dmcn.14185>
- Santos, Fourax, D., Oliveira, A. R. (02 de junho de 2016). Narrativa de um atleta de bocha paralímpica: ouvindo os que não falam. *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*. Fonte: <https://tede.ufrj.br/handle/jspui/1605>
- Sanz, C. V., Artola, V., Guisen, A., Marco, J., Cerezo, E., & Baldassarri Santalucía, S. (28 de outubro de 2017). Shortages and Challenges in Augmentative Communication through Tangible Interaction Using a User-centered Design and Assessment Process. *Journal of Universal Computer Science*, 23. doi:<https://doi.org/10.3217/jucs-023-10-0992>
- Saturno, C. E., Ramirez, A. R., Conte, M. J., & Farhat, M. (25 de março de 2015). An augmentative and alternative communication tool for children and adolescents with cerebral palsy. *Behaviour & Information Technology*, 34, 632-645. doi:<https://doi.org/10.1080/0144929X.2015.1019567>
- Smith, M. M. (abril de 2018). Constructing and Navigating Cultural Borderlands Using Augmentative and Alternative Communication. *Topics in Language Disorders*, 98, 96-107. doi:<https://doi.org/10.1097/TLD.0000000000000148>
- Subrahmaniyan, N., & Higginbotham, D. J. (17 de agosto de 2018). Using Personas to Support Augmentative Alternative Communication Device Design: A Validation and Evaluation Study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 34, 84-97. doi:<https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1330802>
- Swinehart-Jones, D., & Heller, K. W. (6 de junho de 2009). *43*(3), 131-144. doi:<https://doi.org/10.1177/0022466908314945>
- Tuma, J., Brasil, O. O., Pontes, P. A., & Yasaki, R. K. (outubro de 2005). Configuração das pregas vestibulares em laringes de pacientes com nódulo vocal. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 71, 576-581. doi:<https://doi.org/10.1590/S0034-72992005000500006>
- Waller, A. (30 de dezembro de 2018). Telling tales: unlocking the potential of AAC technologies. *54*, 159-169. doi: <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12449>
- West, M.; Kraut, R.; Chew, H. E. I'd blush if I could. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367416.page=1>. Acesso em: 22 ago. 2021