



UNIVERSIDADE
DO PORTO
FACULDADE
DE DESPORTO

CENTRO
DE INVESTIGAÇÃO
FORMAÇÃO
INOVAÇÃO
E INTERVENÇÃO
EM DESPORTO
CIFI2D



SOBRECARGA FÍSICA, PERCEÇÃO VISUAL E DESEMPENHO TÁTICO DE FUTEBOLISTAS EM CONDIÇÕES *IN SITU*

MAICKEL BACH PADILHA

Porto, 2021



UNIVERSIDADE
DO PORTO
FACULDADE
DE DESPORTO

CENTRO
DE INVESTIGAÇÃO
FORMAÇÃO
INOVAÇÃO
E INTERVENÇÃO
EM DESPORTO
CIFI2D



MAICKEL BACH PADILHA

**SOBRECARGA FÍSICA, PERCEÇÃO VISUAL E
DESEMPENHO TÁTICO DE FUTEBOLISTAS EM
CONDIÇÕES *IN SITU***

Tese apresentada às provas para obtenção do grau de Doutor do Programa Doutoral em Ciências do Desporto, organizado pelo Centro de Investigação, Formação, Inovação e Intervenção em Desporto (CIFI2D) da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto nos termos do Decreto – Lei n.º 74/2006 de 24 de Março.

Orientador

Doutor Júlio Garganta

Coorientadores

Doutor Andrew Mark Williams

Doutor Filipe Casanova

Porto, 2021

Ficha de Catalogação:

Bach-Padilha, M. (2021). Sobrecarga física, percepção visual e desempenho tático de futebolistas em condições *in situ*. Tese de Doutoramento em Ciências do Desporto apresentada à Faculdade de Desporto, da Universidade do Porto.

Palavras-chave: Futebol, Tomada de Decisão, Habilidades Percetivo-cognitivas, Jogos Reduzidos e Condicionados, Fadiga.

À minha família, aos amigos e mestres, os
quais possibilitaram essa empreitada e
conquista.

Fundação

Este trabalho teve o suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) sob o processo 207200/2014-9.



AGRADECIMENTOS

Os sonhos e as conquistas não se fazem sozinhos. Nos caminhos da vida encontramos e temos o prazer em encontrar pessoas que deixam o caminho ainda mais prazeroso. A todos, a minha enorme GRATIDÃO!

Ao meu orientador, Júlio Garganta, por aceitar essa empreitada, pela constante disponibilidade, suporte, orientações académicas e direcionamento. Sobretudo pelas palavras de sabedoria, partilha sobre a vida e aprendizados, minha especial admiração.

Ao meu coorientador Professor Filipe Casanova, pelo incentivo e confiança para iniciar esse projeto. Pelo disponibilidade e partilha constante, pelo suporte e trocas de ideias, amizade e aprendizado.

Ao meu coorientador Professor Andrew Mark Williams, pela prontidão e disponibilidade em todos os momentos. Pelas orientações, incentivo, paciência e aprendizado.

Ao Professor José Maia, pela abertura, suporte, conversas académicas, profissionais e sobre a vida, pelo aprendizado e convivência diária e por me proporcionar estar próximo de pessoas que fizeram os meus dias especiais dentro do gabinete que coordena.

Ao Professor Fernando Tavares, pelo acolhimento e convívio diário no CEJD e no Porto.

Aos Professores José Guilherme e Daniel Barreira, pelo aprendizado, disponibilidade, suporte e confiança.

A todos os Professores da FADEUP que, de alguma forma, colaboraram com a minha formação e com a minha passagem nessa renomada instituição.

AO CNPq por ter me proporcionado e contemplado a bolsa para o Programa Doutoral.

A todos os funcionários e funcionárias, pelo atendimento, cuidado, carinho e atenção, em especial a Maria de Lurdes Domingues e Manuela Ávila.

Às colegas do Gabinete de Antropometria, por todos os momentos especiais: Sara, Carol, Thays, Carla, Marcos e demais colegas.

A todos que me deram o suporte para que o meu projeto fosse desenvolvido e realizado.

Aos amigos que fiz e que tive um grande suporte em minha caminhada, em conversas, convívios, angústias e alegrias, trabalhos ... Os amigos do Cafofo, Rafa, Matheus e Thomas e os que eu sempre pude contar de maneira especial, João, Sara, Vincenzo, Diogos, Luis, Lucas e Eder, pelos companheiros de surf e irmandade.

Aos amigos de Viçosa e do NUPEF e de minha primeira passagem pelo Porto, os quais tanto me ajudaram e me incentivaram.

Aos amigos do América Futebol Clube, Cauan, Gerson e Geraldo, pelo incentivo e amizade que muito me ajudaram na “reta final” de todo o processo.

À cidade do Porto e Portugal, por todos os momentos que foram sonhados durante anos e vividos intensamente de maneira tão especial.

Em especial, ao meu irmão, irmã, pai e mãe, pelo amor incondicional, pela compreensão, suporte, torcida, incentivo e por tudo que me proporcionam na vida, a minha eterna gratidão. **AMO VOCÊS!!**

ÍNDICE

Lista de Figuras	X
Lista de Tabelas	XII
Resumo	XV
Abstract.....	XVII
CAPÍTULO I:	1
Introdução e Pertinência do Estudo	1
Nota introdutória.....	3
Problema e objetivos da dissertação	14
Estrutura da dissertação	15
CAPÍTULO II: ESTUDOS TEÓRICOS	25
ESTUDO I	25
Contributos Científicos no Domínio das Habilidades Percetivo-Cognitivas e da Expertise em Futebol	27
ESTUDO II:	57
Habilidades Percetivo-Cognitivas em Futebol: Uma Revisão Sistemática	59
ESTUDO III.....	85
Perceptual-Cognitive Skills in Soccer: A Systematic Review Based on Newell's Constraints-Led Framework	87
CAPÍTULO III: ESTUDO EMPÍRICOS	122
ESTUDO IV	122
The Gaze Behavior and Defensive Tactical Performance of Soccer Players During Small-sided Games: An <i>in situ</i> approach.....	124
ESTUDO V	144
The Effect of Physical Workload on Visual Search Behaviors Soccer Defenders Performance During 2vs1 Conditions In Situ.....	146
CAPÍTULO IV	164
Discussão Geral	166
Conclusões	178
Sugestões Para Futuros Estudos	179
Referências	180

Lista de Figuras

Introdução e pertinência do estudo

Figura 1 - Processamento da informação com base no modelo de antecipação e tomada de decisão no desporto (adaptado de Williams & Ward, 2007).....7

Figura 2 - Interação dos diferentes constrangimentos que guiam ou moldam o comportamento de procura visual durante o desempenho desportivo (adaptado de Williams et al., 2004). 9

Capítulo II - Estudos teóricos

Estudo I

Figura 1 - Modelo investigacional da excelência desportiva (adaptado de Williams & Ericsson, 2005).....32

Figura 2 - Dispositivo de registo do movimento ocular (*Eye-tracker Tobbi Pro Glasses 2*).....35

Figura 3 - Exemplo de oclusão de imagem (adaptado de Williams e Burwitz, 1993)...38

Figura 4 - Exemplo da técnica Ponto-de-Luz (adaptado de Williams et al., 2006).....39

Estudo II

Figura 1 - Fluxograma dos artigos incluídos com base no método PRISMA.....64

Estudo III

Figure 1 - Search strategy flow chart adapted from PRISMA.....90

Capítulo III – Estudos empíricos

Estudo IV

Figure 1a - The experimental trial and its representativeness Task (Gk+1vs2).....128

Figure 1b - Pitch dimensions and its representativeness (Gk+1vs2).....128

Figure 2a - Percentage view time for each Areas of Interest across moment.....133

Figure 2b - Mean of fixation duration spent for each fixation on the Areas of Interest across moments.....133

Estudo V

Figure 1 - Pitch dimensions and its representativeness (Gk+1vs2).....149

Figure 2 - Mean and Standard Deviation percentage of time spent viewing each fixation location across workload conditions for high-level and low-level players.....155

Lista de Tabelas

Introdução e pertinência do estudo

Tabela 1: Quadro sinótico dos estudos realizados na presente tese.....	16
---	----

Capítulo II – Estudos teóricos

Estudo II

Tabela 1 - Características metodológicas e variáveis utilizadas dos estudos selecionados que aplicaram situações Penáلتi.....	66
--	----

Tabela 2 - Características metodológicas e variáveis utilizadas dos estudos selecionados que aplicaram situações de Jogos Reduzidos e Condicionados.....	69
---	----

Tabela 3: Características metodológicas e variáveis utilizadas em estudos selecionados que aplicaram situações de Jogo Formal.....	71
---	----

Estudo III

Table 1 - Performer manipulating constraint studies and their characteristics.....	95
---	----

Table 2 - Task manipulating constraint studies and their characteristics.....	97
--	----

Table 3 - Environment manipulating constraint studies and their characteristics.....	100
---	-----

Table 4 - Interaction manipulating constraint studies and their characteristics.....	101
---	-----

Table 5 - Associative studies and their characteristics.....	103
---	-----

Capítulo III – Estudo empíricos

Estudo IV

Table 1 - Mean (m) and standard deviation ($\pm$ sd) of trials performed for the first and second moment of play.....	129
---	-----

Table 2 - Mean (m) and Standard Deviation ($\pm$ sd) for Percentage Defensive Tactical Performance accuracy.....	131
--	-----

Table 3 - Mean (m) and Standard Deviation ($\pm$ sd) for Rating Scale of Mental Effort (RSME) and Borg scales of rate perception exertion.....	132
--	-----

Table 4 - Mean (m) and Standard Deviation ($\pm$ sd) of Fixation Duration, Number Fixation and Number Fixation Location for each moment.....132

Estudo V

Table 1 - Mean (m) and standard deviation ($\pm$ sd) for RPE across workload conditions.....153

Table 2 - Mean (m) and standard deviation ($\pm$ sd) of visual search rate measures per trials across.....154

Resumo

Introdução: Os comportamentos dos futebolistas realizados em campo são condicionados pelas interações dos distintos constrangimentos presentes no contexto do desempenho, sejam eles relativos às influências do ambiente, da tarefa ou do indivíduo. Tais constrangimentos têm sido manipulados pelos investigadores, objetivando compreender o efeito das habilidades perceptivo-cognitivas no desempenho desportivo. No presente estudo pretendeu-se investigar o efeito da manipulação do constrangimento centrada no indivíduo com recurso a sobrecarga física sobre o comportamento visual de futebolistas em situações de desempenho tático em jogos reduzidos e condicionados. Estabeleceu-se os seguintes objetivos: i) explicitar vias de investigação, metodologias utilizadas e contributos científicos acerca das habilidades perceptivo-cognitivas no Futebol; ii) identificar de que modo as investigações têm avaliado as habilidades perceptivo-cognitivas no respeito ao delineamentos dos estudos, categorizando os constrangimentos da tarefa relacionados com o treino e o jogo de Futebol; iii) indagar como a manipulação de constrangimento tem sido delineada e quais são os respetivos efeitos sobre as habilidades perceptivo-cognitivas de futebolistas; iv) analisar a percepção visual em condições *in situ*, em jogos reduzidos e condicionados; v) examinar o efeito da sobrecarga física sobre o comportamento da procura visual de grupos de diferentes níveis de desempenho tático defensivo.). **Métodos:** O estudo IV examinou 10 sujeitos universitários com experiência na modalidade. Foi aplicada uma situação de 2vs1 + guarda-redes, em dois momentos de 1'40" de duração. No estudo V foram avaliados 22 futebolistas durante 24 situações de 2vs1 + guarda-redes, subdivididas em dois momentos distintos. Previamente a cada momento, foi aplicado um teste de sobrecarga física, sendo que, no primeiro, o objetivo era alcançar 60% da FCmáx. Previamente ao segundo momento, foi aplicado o mesmo teste objetivando que os futebolistas alcançassem um valor superior a 90% FCmáx. No final de cada momento foram recolhidos a Percepção Subjetiva de Esforço, em ambos os estudos. Foram avaliadas a desempenho tático defensivo com base nos princípios táticos do futebol e o comportamento da procura visual relativos às áreas de interesse em cada estudo. **Resultados:** No primeiro estudo, os participantes apresentaram um decréscimo no desempenho tático defensivo, do primeiro para o segundo momento, para além de revelarem escores mais altos de esforços percebidos no segundo momento do jogo. Com relação ao comportamento da procura visual, houve alterações quanto aos valores totais para ambos os momentos. O estudo V mostrou diferenças no desempenho tático defensivo entre os grupos, quando estes foram submetidos a uma baixa sobrecarga física previamente a tarefa. Por outro lado, quando os participantes foram submetidos a uma alta sobrecarga física, o grupo de alto desempenho apresentou valores mais baixos para o desempenho tático defensivo, quando comparada com a da primeira condição. Apesar de ambos os grupos terem mostrado alterações em seus comportamentos da procura visual, não ocorreram diferenças entre os grupos. No entanto, os futebolistas utilizaram diferentes estratégias visuais quando observados os valores entre grupos e condições de sobrecarga física. **Conclusão:** A presente tese mostrou que situações de jogos reduzidos e condicionados, nomeadamente, 2vs1 + guarda-redes, quando aplicadas em dois momentos distintos, podem influenciar o desempenho tático defensivo de jogadores de futebol, para além de serem suscetíveis de alterar a estratégia de procura visual, no que diz respeito ao tempo destinado em direcionar o foco atencional para locais distintos. Os resultados sugerem também que a sobrecarga física prévia à tarefa (2vs1 + Gr) parece condicionar na diminuição do desempenho tático defensivo e as estratégias de procura visual, nomeadamente as respeitantes a locais como o espaço na frente do portador da bola e o espaço do portador da bola. Os resultados apresentados podem suportar o processo de treino acerca da compreensão dos comportamentos dos defensores em situações de inferioridade numérica e uma sobrecarga física, haja vista no auxílio dos treinadores para um melhor desempenho em temporizar as ações e controlar a distância dos oponentes com e sem a bola. Ou seja, a leitura e compreensão da movimentação do oponente e a distância na condução de bola, juntamente com o foco de atenção na orientação postural do oponente, compreende pistas e informações importantes que os defensores podem utilizar para antecipar ações e apresentar um desempenho superior.

PALAVRAS-CHAVE: Futebol, Tomada de Decisão, Habilidades Perceptivo-cognitivas, Jogos Reduzidos e Condicionados, Fadiga.

Abstract

Introduction: The players' behaviors performed on field are conditioned according to the interactions of the different constraints in the context of performance, whether they are related to the influences of the environment, the task performed, or the characteristics and responses inherent to the individual's behaviors. Such constraints have been manipulated by the researchers, aiming to understand the importance and, subsequently, the effect of the perceptual-cognitive skills on sports performance. **Aim:** To examine the effect of the physical workload demand on visual perceptual behaviour of soccer players in situations of tactical performance in small-sided and conditioned games. Specific objectives: i) to clarify some of the research routes, methodologies used and scientific contributions about perceptual-cognitive skills in soccer; ii) to identify how the studies have evaluated the perceptual-cognitive skills underlying the decision-making with regards the experimental designs, categorizing the task constraints according to the soccer game; iii) how the different constraints the researchers have manipulated influence the manner in different perceptual-cognitive skills are used to guide anticipation and decision-making in soccer; iv) to examine the defending players' visual search behaviour and their rating perception of effort spent during tactical performance in 2vs1 plus goalkeeper task constraint, in two moments of play; v) to examine the effect of physical workload demand on gaze behaviour during defensive tactical performance in 2vs1 + goalkeeper task constraint in situ condition for different performance groups. **Methods:** This thesis is composed by III theoretical studies and II empirical studies. Study IV examined 10 university students with experience in the modality. The 2vs1 + goalkeeper task constraint was applied in two moments of 1'40 "of duration. For the study V 22 soccer players were evaluated in two moments (12 trials each) in a situation of 2vs1 + goalkeeper. Before each moment, a physical workload demand test was applied. In the first moment the objective was to reach 60% from their HRmax. After the accomplishment of the task and before the second moment the same test was applied aiming that soccer players reached more than 90% from their HRmax. Subsequently the task performed was collected the values of subjective effort perception in both studies. The defensive tactical performance was evaluated based on defensive tactical principles of soccer. Visual search data was evaluated in respect to different areas of interest **Results:** The results showed that participants showed a defensive tactical performance decrease from the first to second moment. Also, they achieved higher scores of perceived efforts in the second moment of play. Moreover, participants presented changes in the visual search measures when observed the total values from both moments. This study may serve as a basis for encouraging further researchers to investigate visual search behaviour *in situ* conditions. For study V the defensive tactical performance groups displayed differences in low-workload conditions. The top performance group decreased their values from the low-workload to high-workload. Despite both groups have showed changes in their visual search behaviours, there were differences between groups. Yet, players explored different visual strategies between groups and conditions. **Conclusion:** In summary, this thesis presented through a pilot study that SSCG, specifically 2vs1 + goalkeeper applied at two different moments influenced the participants' tactical defensive performance, besides presenting changes in the visual search strategy when compared the areas of interest for both moments. Posteriorly, it was possible to observe that when players are submitted under physical workload demand prior to the task (2vs1 + Gr), their defensive tactical performance and visual search strategies show changes, namely in places such as space in front of the ball bearer and the space of the bearer of the ball. The results can support the training process regarding understanding the defenders' behaviors in numerical inferiority situations and physical overload situations, considering the better performance in actions involving control the distance from the opponents with and without the ball. That is, the reading and understanding of the opponent's movement and the distance in the ball conduction, together with the focus of attention on the opponent's postural orientation, comprises clues and essential information that the defenders can use to anticipate actions and present a superior performance.

KEY-WORDS: Soccer, Decision Making, Perceptual-cognitive Skills, Small-sided and conditioned games, Fatigue.

CAPÍTULO I:

INTRODUÇÃO E PERTINÊNCIA DO ESTUDO

Nota introdutória

O presente capítulo apresenta um breve enquadramento acerca das habilidades perceptivo-cognitivas no domínio do Futebol.

A literatura tem disponibilizado resultados relevantes para se entender o desempenho desportivo, no que respeita ao suporte das habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão e sua interação com os demais indicadores de desempenho, tais como os comportamentos tático-técnicos e as respostas fisiológicas, entre outros. Neste sentido, têm sido utilizados diferentes delineamentos amostrais e metodológicos, recorrendo-se a distintos indicadores de desempenho e das habilidades perceptivo-cognitivas, nomeadamente o comportamento da procura visual.

Distintamente do que ocorre em um contexto laboratorial, e no intuito de aproximar a realidade do jogo e do treino, buscou-se examinar a resposta das habilidades perceptivo-cognitivas dos futebolistas durante o desempenho em condições *in situ*. Nesta condição, os comportamentos são condicionados em consequência das interações dos distintos constrangimentos presentes no contexto do desempenho, sejam eles relativos às influências do ambiente, à tarefa realizada, ou às características e respostas inerentes aos comportamentos do indivíduo. Tais constrangimentos têm sido manipulados pelos investigadores, objetivando compreender a importância e, subsequentemente, o efeito das habilidades perceptivo-cognitivas no desempenho desportivo. Com base na literatura, justifica-se ampliar as propostas de investigação, em particular as respostas perceptivo-cognitivas quando manipulado o constrangimento do indivíduo, nomeadamente no que respeita à influência da sobrecarga físico-fisiológica em situações de desempenho tático com recurso aos jogos reduzidos e condicionados, em condições *in situ*.

O contexto do jogo no domínio do Futebol

A diversidade de tarefas que caracterizam um jogo de Futebol requer dos praticantes uma elevada prontidão desportiva, de modo a compatibilizar os níveis físicos, técnicos, táticos e/ou psicológicos (e.g., decisional), em busca de soluções para

os problemas emergentes no decorrer das partidas (Belling, Suss, & Ward, 2015; Broadbent, Causer, Williams, & Ford, 2014; Casanova et al., 2013; Garganta, 2009).

As tarefas impostas aos futebolistas, ao longo de uma partida, são influenciadas pela interação de comportamentos que se expressam em diferentes escalas de complexidade, mediante situações táticas coletivas, grupais e individuais, respeitantes às sucessivas fases do jogo (Casanova, Oliveira, Williams, & Garganta, 2009b; Garganta, 2009). Deste modo, as ações ofensivas e defensivas exigem dos praticantes comportamentos táticos adequados, variadas demandas físico-fisiológicas específicas e habilidades perceptivo-cognitivas que devem ser ajustadas às particularidades situacionais (Gonçalves et al., 2017; Ometto et al., 2018; Sarmiento et al., 2018).

Durante as ações ofensivas, os futebolistas procuram adotar comportamentos que lhes permitam criar situações vantajosas e que favoreçam as suas ações, em termos espaciais, temporais e numéricos, facilitando a criação de espaços, o manuseio do objeto de jogo, i.e., a bola, que favoreçam a sua condução até ao gol adversário. Por outro lado, os comportamentos defensivos requerem dos futebolistas um conjunto de ações que induzam a diminuição de espaço entre os jogadores, bem como encurtem o tempo para o adversário executar suas ações, dificultando a sua progressão pelo campo. Concomitantemente, torna-se necessário interpretar eficaz e eficientemente alguns indicadores-chave do desempenho defensivo, tais como, os movimentos do portador da bola e dos demais oponentes, quer estejam posicionados longe quer estejam perto do centro de jogo, perceber e compreender o tempo, espaço e relação numérica para que se recupere a posse de bola (Garganta, 2005; Gréhaigne, Godbout, & Zerai, 2011; Williams, 2009).

Neste âmbito, quando se trata de situações de jogo à escala grupal, especificamente em desigualdade numérica, tais como 2vs1 e 3vs2, a extração de informações relevantes da postura corporal do portador da bola e das áreas circundantes do jogo, revela-se decisiva para suportar os processos de tomada de decisão dos futebolistas (Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn, & Philippaerts, 2007). Tal, permite-lhes perceber, identificar e antecipar as ações do oponente, quando comparadas com ações que se realizam num espaço mais amplo, como aquelas que ocorrem em um jogo formal - 11vs11 (cf., Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2013a; Williams, Janelle, & Davids, 2004).

Objetivando o aumento da eficácia nessas situações com um menor número de jogadores, os jogos reduzidos e condicionados têm constituído um meio de treinamento que permite recorrer às movimentações ofensivas e defensivas individuais e grupais, sendo assim considerados “ferramentas” de treino indispensáveis que auxiliam o desenvolvimento dos futebolistas no que concerne à avaliação e à compreensão dos comportamentos tático-técnicos, às demandas físicas e às habilidades perceptivo-cognitivas que são requisitadas durante a prática (Ometto et al., 2018; Teoldo, Guilherme, & Garganta, 2015).

Ao longo dos jogos e/ou dos treinamentos, os futebolistas são expostos a uma sobrecarga de estímulos físico-motores e cognitivos, que influenciam os seus comportamentos e a eficácia do desempenho, sejam de natureza física, e.g., as acelerações e desacelerações, mudanças de direção e ritmo (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011), ou de âmbito termos estratégico-táticos e perceptivo-cognitivos, e.g., o posicionamento, a gestão dos espaços no campo de jogo, requisitando o suporte do comportamento visual e o processamento da informação na “leitura” da situação em função da bola, dos colegas e dos adversários (Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2011; Teoldo, Garganta, Greco, & Mesquita, 2009). Assim, a capacidade para seleccionar e interpretar as informações relevantes do contexto de jogo, associada à “escolha” apropriada da resposta motora, permitem a realização eficaz e eficiente das habilidades tático-técnicas, por meio de comportamentos motores específicos requeridos pelas situações (Casanova et al., 2009b; Gréhaigne, Godbout, & Bouthier, 2001).

É nesse ambiente complexo do jogo que as emergentes e imprevisíveis ações inerentes às interações das equipas exigem dos futebolistas a continuada mobilização de capacidades relacionadas com a “inteligência do jogo”, com implicação das habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão (Casanova, 2012; Afonso, Garganta, McRobert, Williams, & Mesquita, 2012b; Broadbent et al., 2014; Stratton, 2004; Williams, Ford, Eccles, & Ward, 2011).

As habilidades perceptivo-cognitivas no domínio do Futebol

As habilidades perceptivo-cognitivas reportam-se à capacidade de procurar, captar, identificar e processar pistas relevantes do ambiente de jogo, a fim de seleccionar

as respostas motoras ou ações comportamentais apropriadas que o momento presente requisita (Marteniuk, 1976). O recrutamento destas habilidades por parte dos praticantes ocorre por meio da interpretação e utilização antecipada de indicadores visuais, do padrão de recordar e reconhecer, do comportamento da procura visual e do conhecimento das probabilidades situacionais (Casanova, Oliveira, Williams, & Garganta, 2009a; Williams et al., 2011). Essas habilidades têm sido investigadas em diferentes modalidades desportivas, tais como o Voleibol (Afonso et al., 2012b), o Tênis (Broadbent, Causer, Ford, & Williams, 2015) e o Futebol (Roca et al., 2011), entre outras (Panchuk & Vickers, 2006; Williams & Elliott, 1999).

Em um estudo pioneiro, dado a conhecer no final da década de 1970, Bard e Fleury (1976) aplicaram representações de situações ofensivas do jogo de Basquetebol com recurso a cenários estáticos, objetivando comparar a procura visual e o tempo de resposta entre atletas peritos e novatos. Desde então, a literatura tem destacado que o nível de conhecimento dos praticantes e a perícia na realização de uma tarefa, estão diretamente relacionadas com a especificidade e particularidades inerentes à modalidade (Oppici, Panchuk, Serpiello, & Farrow, 2017).

Em um dos primeiros estudos relacionados no âmbito do Futebol, Helsen e Pauwels (1993) compararam as habilidades perceptivo-cognitivas entre futebolistas peritos e novatos em uma variedade de tarefas realizadas durante a projeção de simulações ofensivas em três diferentes situações: i) jogos reduzidos e condicionados (e.g., 2vs2, 3vs3); ii) fragmentos de jogo (e.g., tiros livres diretos); e iii) situações de natureza não específica da modalidade. Os investigadores constataram que os peritos se mostraram significativamente mais rápidos no tempo de resposta motora quanto a iniciarem os seus movimentos, bem como mais eficientes estrategicamente, no que respeita à utilização da procura visual, denotando também melhor precisão em suas decisões.

Desde então têm sido utilizados diferentes delineamentos amostrais e metodológicos, recorrendo-se a distintos indicadores de desempenho, de procura visual e processamento da informação, para além de se cruzar dados com protocolos que identificam variáveis motoras, fisiológicas e psicológicas (Afonso, Garganta, McRobert, Williams, & Mesquita, 2012a; Casanova et al., 2013; Roca et al., 2013a; Travassos et al., 2013).

Face a isso, Williams e Ward (2007) ilustraram de maneira simplificada como o modelo de processamento da informação relaciona os principais agentes à luz da antecipação e tomada de decisão (ver Figura 1).

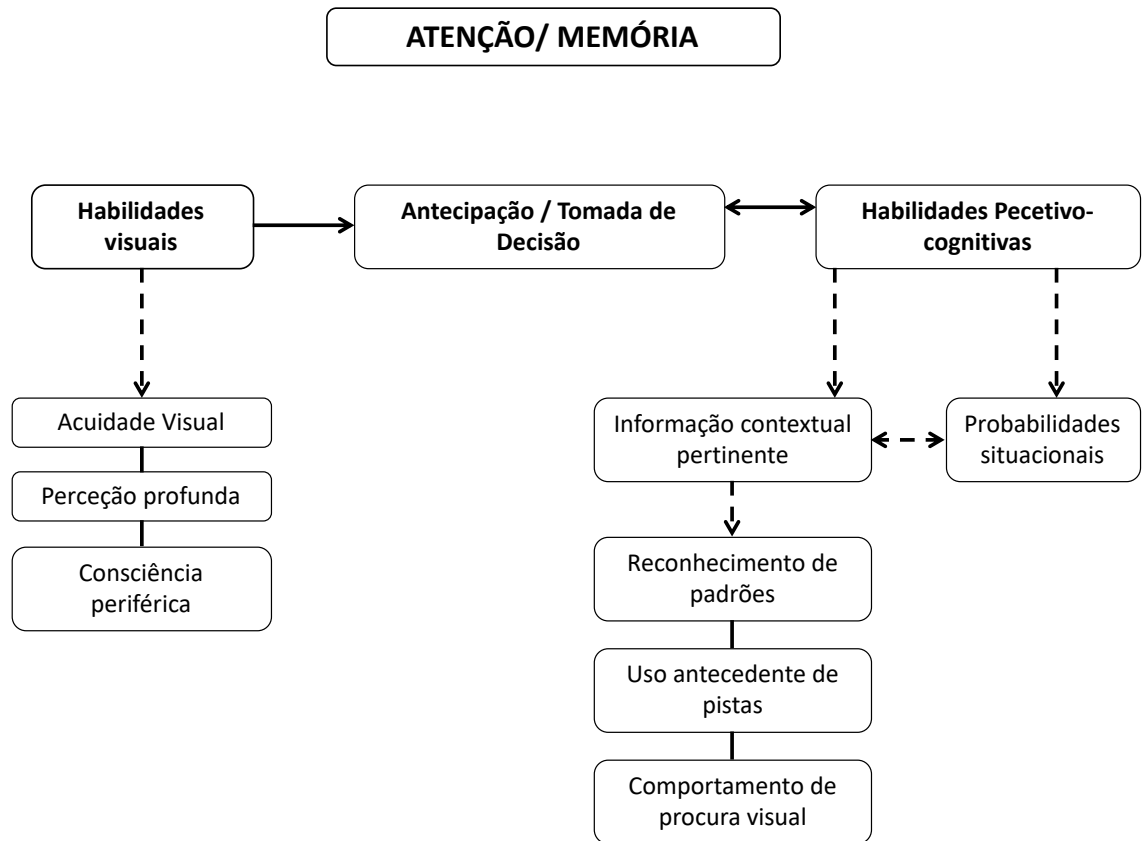


Figura 1: Processamento da informação com base no modelo de antecipação e tomada de decisão no desporto (adaptado de Williams & Ward, 2007).

Assim, a capacidade antecipatória e a tomada de decisão são influenciadas pela interação dinâmica das habilidades perceptivo-cognitivas, como é o caso dos locais de fixação do foco atencional (Casanova et al., 2009b), auxiliando na seleção das informações relevantes para a resposta motora mais adequada (Casanova et al., 2013; Roca & Williams, 2016; Ward & Williams, 2003). Essa habilidade estratégica de procura e seleção das pistas e de padrões de jogo pode ser aferida por medidas relativas ao movimento ocular, nomeadamente do foco foveal ou central, e à visão parafoveal ou periférica, que se enquadram no denominado comportamento da procura visual (Williams, 2000; Williams et al., 2011).

A procura visual com recurso à visão central tem sido avaliada com o suporte do instrumento de análise denominado *eye-tracker*, o qual fornece informações acerca do rastreamento visual dos sujeitos avaliados (cf. Estudo I). Nesta direção as pesquisas centradas nas habilidades perceptivo-cognitivas têm buscado representar a realidade do jogo, de forma a estimular os futebolistas e a utilização dos processos que influenciam a TD. As diferentes metodologias têm requisitado, principalmente, estímulos de imagens estáticas e dinâmicas projetadas com cenas simuladas do jogo formal (i.e., 11vs11), em configurações utilizadas em jogos reduzidos e condicionados ou situações de fragmentos de jogo (e.g., penáltis) em situações ofensivas e/ou defensivas, na perspectiva de ação da primeira e/ou terceira pessoa, em condições laboratoriais (Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007; Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1993). Ainda, alguns estudos têm explorado a combinação de testes de campo e em laboratório para melhor se compreender a associação desses indicadores com o desempenho do futebolista (Maarseveen, Oudejans, Mann, & Savelsbergh, 2016).

A condição *in situ* tem vindo a ser adotada em delineamentos de estudos que investigam as habilidades perceptivas, maioritariamente em tarefas relativas às marcações de penáltis, seja por análise comportamental do guarda-redes e/ou do marcador (Button, Dicks, Haines, Barker, & Davids, 2011; Kurz, Hegele, & Munzert, 2018). Não obstante, a influência dos comportamentos de seus companheiros e dos seus adversários, as diferentes feições que o treino e/ou o jogo vão tomando (Casanova et al., 2013; Greco, 2006), a utilização das habilidades perceptivo-cognitivas permanentemente solicitadas durante o jogo de Futebol e o aproveitamento eficaz destas habilidades por parte dos futebolistas apresentam respostas distintas quando expostos a diferentes contextos situacionais (Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2013b; Casanova et al., 2009a; Mcpherson, 1994; Williams, Davids, & Williams, 1993).

Independentemente do contexto enfrentado pelo futebolista, o respetivo desempenho é afetado pela interação de diferentes constrangimentos, sejam eles ambientais, relativos à tarefa ou ao próprio indivíduo (Williams et al., 2004; Newell, 1986). Quando manipulados, tais constrangimentos podem exercer efeitos variados sobre os comportamentos dos futebolistas, em diferentes facetas que influenciam o desempenho competitivo (Williams et al., 2004).

A manipulação de constrangimentos enquanto condicionante das habilidades perceptivas e do desempenho

Com o objetivo de desenvolver a proficiência do comportamento da procura visual em tarefas desportivas, Williams et al. (2004) propuseram um paradigma investigacional baseado em Newell (1986). Neste âmbito considera-se que os diferentes modos de manipular os constrangimentos, sejam relativos à *Ambiente*, a *Tarefa*, e/ou ao *Indivíduo*, afetam o comportamento da procura visual ao longo do desempenho do atleta (Rienhoff, Tirp, Strauß, Baker, & Schorer, 2016; Roca & Williams, 2016).

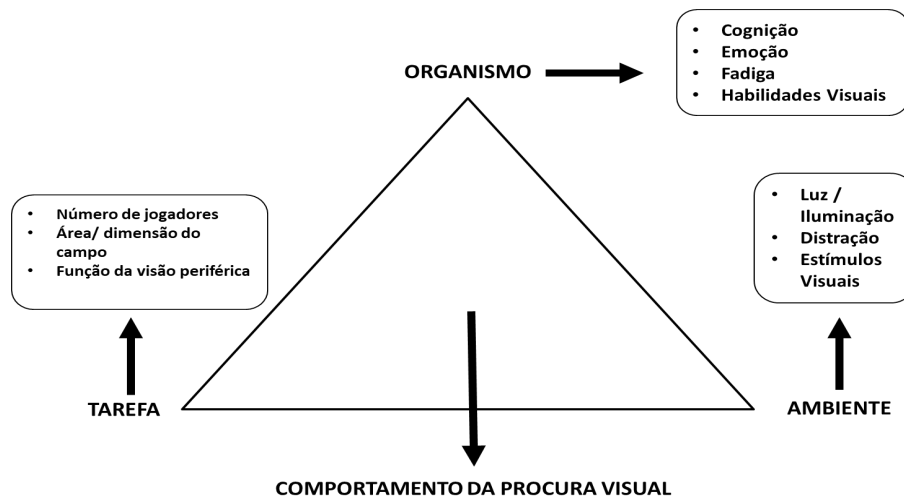


Figura 2: Interação dos diferentes constrangimentos que guiam ou moldam o comportamento da procura visual durante o desempenho desportivo (adaptado de Williams et al., 2004).

Desta forma, nos estudos que recorrem a constrangimentos relativos ao *Ambiente*, tem-se exposto os sujeitos a diferentes estímulos externos, tais como a extração de informações a partir de diferentes estímulos de apresentação, por exemplo, comparando as mesmas tarefas com base em vídeo-simulado, ou na projeção de cenários estáticos (Helsen & Pauwels, 1993). Também, as habilidades perceptivo-cognitivas têm sido comparadas em diferentes perspectivas de ação, e.g., na perspectiva da primeira pessoa e na perspectiva da terceira pessoa, (Mann, Farrow, Shuttleworth, & Hopwood, 2009), bem como sob o efeito da utilização de técnicas como o Ponto-De-Luz (North, Williams, Hodges, Ward, & Ericsson, 2009).

Já no que concerne à manipulação dos constrangimentos relativos à *Tarefa*, os delineamentos têm explorado, por exemplo, os jogos reduzidos e condicionados em

diferentes relações numéricas de participantes (Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn, & Philippaerts, 2007), durante situações de 1vs1 nas quais os defensores são confrontados com diferentes tipos de dribles realizados pelo atacante (Krzepota, Stępiński, & Zwierko, 2016), bem como situações de jogo formal, tendo em conta a distância espacial do centro de jogo (Roca et al., 2013a), de entre outros.

Nos estudos em que são manipulados constrangimentos inerentes ao *Indivíduo*, tem-se recorrido a diferentes estímulos que influenciam fatores e respostas internas, aplicando técnicas de instrução e feedback, tais como o direcionamento do olhar (e.g., centro da baliza) ou submetendo o avaliado a diferentes estados de ansiedade, de sobrecarga psicológica e/ou físico-fisiológica, como por exemplo a implementação de exercícios de diferentes intensidades (Casanova et al., 2013; Wood & Wilson, 2012).

No que tange o avanço da literatura quanto ao tema da manipulação de constrangimentos, nomeadamente no domínio do Futebol, ainda são escassos os estudos que verificam as respostas dos futebolistas (i.e., *Indivíduo*) quando submetidos a diferentes sobrecargas psicofisiológicas em situações de treino e jogo em condições *in situ*, e de que modo isso pode influenciar os processos perceptivo-cognitivos subjacentes à TD.

Posto isso, a presente tese orienta-se para o estudo da manipulação de constrangimentos relativos ao *Indivíduo*, nomeadamente no que respeita à alteração do estado de sobrecarga físico-fisiológica dos jogadores de Futebol.

Manipulação de constrangimentos centrada no *Indivíduo*: efeitos da sobrecarga físico-fisiológica sobre o desempenho

A literatura tem explorado um alargado conjunto de testes que visam verificar o efeito de constrangimentos sobre as características e as respostas do *Indivíduo* no que concerne o desempenho psicomotor, ao esforço mental e/ou as respostas físico-fisiológicas (Rienhoff et al., 2016).

Sabe-se que o Futebol se caracteriza por ações intermitentes e com diferentes intensidades, como acelerações, desacelerações e *sprints*, de entre outros aspetos motores que condicionam os comportamentos durante o jogo (Dellal et al., 2010). Em consequência dessas diferentes respostas, os futebolistas são submetidos a variadas

sobrecargas que influenciam os seus comportamentos durante a prática, gerando desgastes físico-fisiológicos e cognitivos que, por sua vez, levam um estado de fadiga que condiciona o desempenho decisional (Casanova et al., 2013). Assim, a fadiga tem sido reportada como um estado psicofisiológico que é afetado pela exposição prolongada a uma tarefa, gerando a redução da capacidade do recrutamento neuromotor do indivíduo, por exemplo, o desempenho tático e físico durante a prática contínua de um jogo reduzido e condicionado específico (Gandevia, 2001).

Desta feita, constata-se que os constrangimentos a nível físico, em particular na execução de exercícios intermitentes, afetam as respostas do indivíduo em função da continuidade do tempo passado a praticar uma tarefa, apresentando uma diminuição da quantidade de *sprints*, acelerações e desacelerações realizadas pelos futebolistas (Mohr, Krustup, & Bangsbo, 2005). Ao nível cognitivo, a fadiga afeta a capacidade de manter o foco atencional do atleta para identificar as informações pertinentes no ambiente do jogo e, desta forma, condiciona a resposta motora do indivíduo (Shou & Ding, 2013; Boksem, Meijman, & Lorist, 2006)

Neste sentido, os efeitos da fadiga influenciam o comportamento tático dos jogadores, com efeitos na diminuição da qualidade das ações, bem como na perceção visual (Badin, Smith, Conte, & Coutts, 2016; McNamara, Gabbett, Naughton, Farhart, & Chapman, 2013). Concomitantemente, prejudicam o grau de acerto das decisões dos futebolistas, o que parece estar relacionado com a diminuição da capacidade de identificar e usar as informações do ambiente, bem como em suprimir as pistas irrelevantes para a tomada de decisão (Gilis, Helsen, Catteeuw, & Wagemans, 2008; Smith et al., 2016).

No entanto, alguns pesquisadores referem que os jogadores peritos apresentam melhor desempenho sob estados de sobrecarga física e/ou psicológica, com tendência para recorrerem as estratégias de procura visual mais eficientes e eficazes para captarem fontes relevantes de informação do ambiente competitivo, comparativamente com seus pares (futebolistas não peritos) (Casanova et al., 2013; Martell & Vickers, 2004; Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1994). Neste âmbito, Vickers, Williams, Rodrigues, Hillis e Coyne (1999) investigaram os efeitos da sobrecarga físico-fisiológica no período de fixação do olhar e no desempenho do tiro de um grupo praticantes de biátolo da elite canadiana. O tempo de fixação do olhar apresentou uma

diminuição à medida que a sobrecarga de demanda física aumentou, tal como a acurácia no tiro diminuiu, sendo mais pronunciado entre os 85% e 100% da exigência física.

No quadro particular do Futebol, Casanova et al. (2013) examinaram as habilidades perceptivo-cognitivas dos futebolistas durante um protocolo prolongado de exercícios intermitentes. Os autores relataram diferenças significativas nas respostas fisiológicas e nas estratégias da procura visual entre os avaliados, uma vez que os futebolistas de elite despendiam um menor tempo fixando-se no portador da bola do que os futebolistas não-elite. Os dois estudos supracitados foram realizados em condições laboratoriais. Contudo, como preconizam Abernethy, Baker e Côté (2005) e Ericsson, Krampe e Tesch-Römer (1993), é importante considerar o caráter contínuo na relação do indivíduo com a realização da tarefa.

Convém ter presente que os futebolistas necessitam adaptar seus comportamentos durante as variadas demandas de intensidade, ao distribuírem os recursos compensatórios de estratégia no processamento da informação para a melhor resposta motora durante exercícios de alta-intensidade (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007). Nestas circunstâncias, os futebolistas que apresentam elevados níveis de desempenho revelam capacidade para adaptarem a estratégia de procura visual sob pressão, ajustando a alocação dos locais de atenção na procura de informações relevantes que suportem as ações subsequentes (Casanova et al., 2013; Vickers, 2009; Ward & Williams, 2003).

Embora as diferentes investigações tenham disponibilizado conhecimento para um melhor entendimento do desempenho superior dos futebolistas, com base no controlo laboratorial, estudos preliminares têm explorado as habilidades perceptivas em delineamentos com tarefas em jogos reduzidos e condicionados, na condição *in situ*, com destaque para estruturas de jogo com um menor número de jogadores.

Em uma recente revisão sistemática acerca da procura visual no Futebol, McGuckian, Cole e Pepping (2017) sugerem que o delineamento experimental das investigações tende a influenciar o comportamento dos futebolistas. Os mesmos autores destacam a necessidade de se avançar para investigações que apliquem as tarefas diretamente no terreno de jogo, referindo que pesquisas nestas condições têm sido pouco exploradas pela comunidade científica, nomeadamente no domínio específico do Futebol.

Por exemplo, Oppici et al. (2017) realizaram um experimento sob condições *in situ* para comparar as habilidades perceptivas de futebolistas e jogadores de futsal em tarefas de domínio específico, nomeadamente as habilidades técnicas de passe em situações ofensivas. Os autores sugerem que as diferenças verificadas em seu estudo foram suportadas pela extensa prática de domínio específico dos participantes. Também destacam a necessidade de se examinar as habilidades perceptivas por intermédio da manipulação de outros constrangimentos relacionados com o jogo e o treino do Futebol (Newell, 1986; Williams et al., 2004). Refira-se que Oppici et al. (2017) suportaram o estudo com medidas de avaliação que indicam, de maneira global, a exploração visual do ambiente, realizada pelo avaliado, não indicando medidas específicas da procura visual. E sabe-se que tais medidas podem suportar uma preliminar compreensão da utilização das pistas relevantes do ambiente de jogo em delineamentos *in situ*.

Entretanto, ainda se faz necessário identificar o desempenho em conjunto com as habilidades perceptivas dos futebolistas em ação propriamente dita no terreno, mantendo o caráter contínuo e específico das sequências de tarefas apresentadas em um jogo de Futebol. Face ao exposto, ao propor delineamentos para avaliar as habilidades perceptivas em condições *in situ*, alguns cuidados devem ser tidos em conta, no que tange o controlo das variáveis, os resultados e a validade dos testes, bem como as análises realizadas pelos investigadores (Broadbent et al., 2014; Causer, Barach, & Williams, 2014).

Assim, os delineamentos dos estudos empíricos da presente tese procuraram viabilizar o controlo das variáveis recolhidas, ao mesmo tempo que se procurou respeitar as características inerentes à natureza do jogo de Futebol. Os testes foram aplicados no terreno de jogo (i.e., *in situ*), recorrendo a um menor número de jogadores, tendo em conta a correspondência da relação numérica e das dimensões do espaço de jogo (Hugues, 1994), conforme se procedeu em outros estudos (Silva et al., 2014).

Tal abordagem permite promover investigações em condições de jogos *in situ*, assegurando aos investigadores um controlo mais eficaz das tarefas aplicadas, bem como dos indicadores a observar.

Deste modo, optou-se por avaliar os participantes em ações defensivas por meio de sequências de jogo reduzido e condicionado de 2vs1 + Guarda-redes. Esta estrutura/situação de jogo tem sido considerada pelos investigadores como uma das

mais recorrentes ao longo do jogo formal, juntamente com ações de 1vs.1 (cf., Ribeiro et al., 2019; Ramos et al., 2019). Ainda, com base na literatura, optou-se por examinar os comportamentos defensivos em ações de 2vs1 com os propósitos de: 1) expor os avaliados a um contexto desfavorável, em consequência da inferioridade numérica, induzindo a necessidade de os mesmos anteciparem e/ou conterem as ações de 2 atacantes ao invés de 1 atacante adversário; 2) proporcionar aos adversários um maior tempo e espaço para a execução estratégica-tática e técnica, uma vez que estão em superioridade numérica e têm menor probabilidade de pressão; 3) aumentar a imprevisibilidade do comportamento do defensor em função da inferioridade numérica do jogo e do aumento de opções de escolha do portador da bola ao conter outro atacante em relação às situações de 1vs1.

Com base no exposto, salienta-se a importância de identificar e compreender como o desempenho defensivo em situação de 2vs1+Guarda-redes *in situ* e a manipulação dos constrangimentos centrada no indivíduo, durante uma demanda de sobrecarga física, pode fornecer informações sobre os comportamentos perceptivos em tarefa específica do futebol.

Problema e objetivos da dissertação

Objetivo Geral

A presente tese tem como objetivo primordial perceber o efeito da prática de jogos reduzidos e condicionados, em uma situação particular de 2vs1 + guarda-redes *in situ* com manipulação da sobrecarga física, sobre o comportamento tático defensivo e o comportamento da procura visual de futebolistas.

Objetivos específicos

- i) Indagar as vias de investigação, metodologias utilizadas e contributos científicos no subdomínio científico das habilidades perceptivo-cognitivas no Futebol;
- ii) Identificar de que modo as investigações têm avaliado as habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão, particularmente nos delineamentos dos estudos, nos métodos utilizados, na categorização dos

constrangimentos da tarefa relacionados com as situações de jogo específicas e com o treino do Futebol;

iii) Examinar os delineamentos dos estudos referentes à manipulação dos constrangimentos e indagar quais os efeitos induzidos sobre as habilidades perceptivo-cognitivas de futebolistas;

iv) Investigar e comparar o comportamento da procura visual, o desempenho tático defensivo e a perceção subjetiva de esforço dos futebolistas entre dois tempos de JRCs de 2vs1 + Guarda-redes em condições *in situ*.

v) Examinar o efeito da demanda de sobrecarga física sobre o comportamento da procura visual entre grupos amostrais de diferentes níveis de desempenho tático defensivo, durante a realização de jogos reduzidos e condicionados.

Estrutura da dissertação

Para atingir esses objetivos, a tese foi dividida em quatro capítulos. O capítulo I contém a introdução e pertinência do tema e destaca a relevância desta área de estudo e o racional para o trabalho, bem como os principais objetivos da tese.

Os dois capítulos seguintes (i.e., II e III,) apresentam cinco estudos originais, apresentados de acordo com as diretrizes da revista científica. Todos esses capítulos foram submetidos, aceitos ou publicados em revistas científicas revisadas por pares.

O capítulo II integra três estudos teóricos acerca da temática dessa tese. O primeiro consiste em um ensaio teórico que se pretende explorar as vias de investigação das habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão, tomando em conta o funcionamento de alguns parâmetros e instrumentos/ dispositivos que têm sido utilizados no estudo e compreensão das habilidades subjacentes à antecipação e tomada de decisão no Futebol. Concomitantemente, visa-se destacar o contributo científico que as pesquisas têm disponibilizado acerca das habilidades perceptivo-cognitivas nas diferentes situações do jogo de futebol.

Em outros dois estudos procedeu-se à revisão sistemática da literatura, objetivando compreender de que modo a informação e o conhecimento acerca das habilidades perceptivo-cognitivas no futebol têm contribuído para a evolução do respetivo domínio. O segundo destes estudos centra-se nos delineamentos das investigações realizadas, particularmente nos métodos utilizados, categorizando as

situações de jogo e de treino do Futebol, bem como as variáveis utilizadas na análise de contextos específicos. Já no terceiro estudo sintetiza-se e identifica-se de que modo os diferentes constrangimentos têm sido manipulados pelos investigadores, na tentativa de compreender como os constrangimentos inerentes ao *Ambiente*, à *Tarefa* e ao *Indivíduo* podem influenciar as habilidades percetivo-cognitivas na orientação da antecipação e a tomada de decisões do superior desempenho dos futebolistas.

O capítulo III consiste em dois estudos empíricos com um conjunto de procedimentos em condições *in situ*. O primeiro (quarto estudo da tese), teve por objetivo examinar a estratégia de procura visual, o comportamento tático defensivo e a percepção de esforço despendido em uma situação de 2vs1 mais guarda-redes, em dois momentos de jogo. O último estudo deste capítulo consiste em aferir o efeito do constrangimento do *Indivíduo* por meio de uma demanda de sobrecarga física sobre a estratégia de procura visual, desempenho tático e o esforço percebido durante situações defensivas de 2vs1 + Guarda-redes em diferentes grupos de desempenho tático.

O capítulo IV integra as considerações finais, bem como dá conta das limitações do estudo e explicita as principais conclusões da tese.

Refira-se que o presente estudo está organizado em referência às normas para dissertação definidas pela Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (2009). Obedece a um modelo do tipo escandinavo, integrando artigos científicos (Tabela 1). A opção por este formato justifica-se por proporcionar ao doutorando o desenvolvimento de conhecimentos e competências para a produção e publicação de trabalho científico.

Desta forma, a presente dissertação estrutura-se em quatro capítulos:

Tabela 1: Descrição de título, autores e status de cada um dos artigos e capítulos que compõe a tese.

Capítulo I	INTRODUÇÃO E PERTINÊNCIA DA DISSERTAÇÃO
Capítulo II	ESTUDOS TEÓRICOS
Estudo I	Título: Contributos científicos no domínio das habilidades percetivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão no futebol Autores: Padilha, M. B., Bagatin, R., Casanova, F., Garganta, J. Status: Aceite para publicação Periódico: Revista Portuguesa de Ciência do Desporto
Estudo II	Título: Habilidades percetivo-cognitivas em jogadores de futebol: uma revisão sistemática Autores: Padilha, M. B., Bagatin, R., Coelho, M. S., Casanova, F., Garganta, J.

	Status: Submetido Periódico: Revista Brasileira de Ciência e Movimento
	Título: Perceptual-cognitive skills in soccer: a systematic review based on Newell's constraints-led framework Autores: Padilha, M. B., Bagatin, R., Ribeiro, J., Casanova, F., Garganta, J. Status: Submetido
Estudo III	Periódico: Sports Science for Health
Capítulo III	ESTUDOS EMPÍRICOS
	Título: The gaze behaviour and defensive tactical performance of soccer players during small-sided games: an <i>in situ</i> approach Autores: Padilha, M. B., Teoldo, I., Bagatin, R., Ribeiro, J., Casanova, F., Garganta, J. Status: Submetido Periódico: International Journal of Sport Psychology
Estudo IV	
	Título: Effects of physical workload on the visual search behaviours and defensive performance of soccer players Autores: Padilha, M. B., Williams, A. M., Bagatin, R., Ribeiro, J., Casanova, F., Garganta, J. Status: Submetido
Estudo V	Periódico: PlosOne
Capítulo IV	DISCUSSÃO E CONCLUSÕES GERAIS

Referências

- Abernethy, B., Baker, J., & Côté, J. (2005). Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 19(6), 705-718.
- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, A. M., & Mesquita, I. (2012a). The perceptual cognitive processes underpinning skilled performance in volleyball: Evidence from eye-movements and verbal reports of thinking involving an in situ representative task. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 339-345.
- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, M., & Mesquita, I. (2012b). Visual search behaviours and verbal reports during film-based and in situ representative tasks in volleyball. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 177-184. doi:10.1080/17461391.2012.730064

- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue: impairment of technical performance in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100-1105.
- Bard, C., & Fleury, M. (1976). Analysis of visual search activity during sport problem situations. *Journal of Human Movement Studies*, 3(2), 214-222.
- Belling, P. K., Suss, J., & Ward, P. (2015). Advancing theory and application of cognitive research in sport: Using representative tasks to explain and predict skilled anticipation, decision-making, and option-generation behavior. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, Part 1(0), 45-59. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.08.001>
- Broadbent, D. P., Causer, J., Ford, P. R., & Williams, A. M. (2015). Contextual interference effect on perceptual-cognitive skills training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(6), 1243-1250.
- Broadbent, D. P., Causer, J., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2014). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in the field: Future research directions. *European Journal of Sport Science*, 15(4), 322-331. doi:10.1080/17461391.2014.957727
- Button, C., Dicks, M., Haines, R., Barker, R., & Davids, K. (2011). Statistical modelling of gaze behaviour as categorical time series: what you should watch to save soccer penalties. *Cognitive Processing*, 12(3), 235-244. doi:10.1007/s10339-010-0384-6
- Casanova, F. (2012). Perceptual-cognitive behavior in soccer players: Response to prolonged intermittent exercise. Dissertação de Doutoramento em Ciências do Desporto apresentada à Faculdade de Desporto, da Universidade do Porto.
- Casanova, F., Garganta, J., Silva, G., Alves, A., Oliveira, J., & Williams, A. M. (2013). Effects of prolonged intermittent exercise on perceptual-cognitive processes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(8), 1610-1617.
- Casanova, F., Oliveira, J., Williams, M., & Garganta, J. (2009). Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 9(1), 115-122.

- Causer, J., Barach, P., & Williams, A. M. (2014). Expertise in medicine: using the expert performance approach to improve simulation training. *Medical Education*, 48(2), 115-123.
- Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong del, P., & Chamari, K. (2010). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3219-3226. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b94a63
- Dicks, M., Button, C., & Davids, K. (2010). Availability of advance visual information constrains association-football goalkeeping performance during penalty kicks. *Perception*, 39(8), 1111-1124.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363-406. doi:10.1037/0033-295x.100.3.363
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336.
- FADEUP. (2009). *Normas e orientações para a redacção e apresentação de dissertações e relatórios*. Porto: Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789.
- Garganta, J. (2005). Dos constrangimentos da acção à liberdade de (inter)acção, para um futebol com pés... e cabeça. In D. Araújo (Ed.), *O contexto da decisão: A acção táctica no desporto* (pp. 179-190). Lisboa.
- Garganta, J. (2009). Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 9, 81-89.
- Gilis, B., Helsen, W., Catteeuw, P., & Wagemans, J. (2008). Offside decisions by expert assistant referees in association football: Perception and recall of spatial positions in complex dynamic events. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 14(1), 21-35. doi:10.1037/1076-898x.14.1.21
- Gonçalves, B., Esteves, P., Folgado, H., Ric, A., Torrents, C., & Sampaio, J. (2017). Effects of pitch area-restrictions on tactical behavior, physical, and physiological

- performances in soccer large-sided games. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2398-2408.
- Greco, P. (2006). Conhecimento técnico-tático: o modelo pendular do comportamento e a ação tática nos esportes. *Revista Brasileira de Psicologia do Esporte*, 0, 107-129.
- Gréhaigne, J.-F., Godbout, P., & Zerai, Z. (2011). How the "rapport de forces" evolves in a soccer match: the dynamics of collective decisions in a complex system. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 747-765.
- Grehaigne, J. F., Godbout, P., & Bouthier, D. (2001). The teaching and learning of decision making in team sports. *Quest*, 53(1), 59-76.
- Helsen, W., & Pauwels, J. M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. In J. L. Starkes, F. Allard, J. L. Starkes, & F. Allard (Eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise*. (pp. 109-134). Amsterdam, Netherlands: North-Holland/Elsevier Science Publishers.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220. doi:10.2165/11539740-000000000-00000
- Hugues, C. (1994). *The football association coaching book soccer tactics and skills*. Harpenden: Queen Anne Press.
- Krzepota, J., Stępiński, M., & Zwierko, T. (2016). Gaze control in one versus one defensive situations in soccer players with various levels of expertise. *Perceptual and Motor skills*, 123(3), 769-783.
- Kurz J, Hegele M, Munzert J. Gaze behavior in a natural environment with a task-relevant distractor: how the presence of a goalkeeper distracts the penalty taker. *Frontiers in Psychology*. 2018;9:19.
- Maarseveen, M. J. v., Oudejans, R. R., Mann, D. L., & Savelsbergh, G. J. (2016). Perceptual-cognitive skill and the in situ performance of soccer players. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1-17.
- Mann, D. L., Farrow, D., Shuttleworth, R., & Hopwood, M. (2009). The influence of viewing perspective on decision-making and visual search behaviour in an invasive sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(4), 546-546-564.

- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- Martell, S. G., & Vickers, J. N. (2004). Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science*, 22(6), 689-712.
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information processing in motor skills*: Holt, Rinehart and Winston.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G.-J. (2017). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880.
- McNamara, D. J., Gabbett, T. J., Naughton, G., Farhart, P., & Chapman, P. (2013). Training and competition workloads and fatigue responses of elite junior cricket players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(5), 517-526.
- Mcpherson, S. (1994). The development of sport expertise: Mapping the tactical domain. *Quest*, 46 (2), 223-240.
- Newell, K. (1986). Constraints on the development of coordination. *Motor development in children: Aspects of coordination and control*.
- North, J. S., Williams, A. M., Hodges, N., Ward, P., & Ericsson, K. A. (2009). Perceiving patterns in dynamic action sequences: Investigating the processes underpinning stimulus recognition and anticipation skill. *Applied Cognitive Psychology*, 23(6), 878-894.
- Ometto, L., Vasconcellos, F. V., Cunha, F. A., Teoldo, I., Souza, C. R. B., Dutra, M. B., Davids, K. (2018). How manipulating task constraints in small-sided and conditioned games shapes emergence of individual and collective tactical behaviours in football: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1200-1214.
- Oppici, L., Panchuk, D., Serpiello, F. R., & Farrow, D. (2017). Long-term practice with domain-specific task constraints influences perceptual skills. *Frontiers in Psychology*, 8, 1387.

- Panchuk, D., & Vickers, J. N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25(6), 733-752. doi:10.1016/j.humov.2006.07.001
- Rienhoff, R., Tirp, J., Strauß, B., Baker, J., & Schorer, J. (2016). The 'Quiet Eye' and motor performance: A systematic review based on Newell's constraints-led model. *Sports Medicine*, 46(4), 589-603.
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing*, 12(3), 301-310. doi:10.1007/s10339-011-0392-1
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2013). Perceptual-cognitive skills and their interaction as a function of task constraints in soccer. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35(2), 144-155.
- Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontiers in Psychology*, 7(1518), 792.
- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Harper, L. D., Costa, I. T. d., Owen, A., & Figueiredo, A. J. (2018). Small sided games in soccer—a systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(5), 693-749.
- Silva, P., Duarte, R., Sampaio, J., Aguiar, P., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2014). Field dimension and skill level constrain team tactical behaviours in small-sided and conditioned games in football. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1888-1896. doi:10.1080/02640414.2014.961950
- Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297-1304 1298p. doi:10.1080/02640414.2016.1156241
- Stratton, G., Reilly, T., Richardson, D., & Williams, A. M. . (2004). *Youth soccer: from science to performance*. London: Routledge. .
- Teoldo, I., Garganta, J., Greco, P. J., & Mesquita, I. (2009). Tactical principles of soccer: concepts and application. *Motriz. Journal of Physical Education.*, 15(3), 657-668.

- Teoldo, I., Guilherme, J., & Garganta, J. (2015). *Para um futebol jogado com ideias: Conceção, treinamento e avaliação do desempenho tático de jogadores e equipes* (Vol. 1). Curitiba: Appris.
- Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., O'Hara, K., Leitão, J., & Cortinhas, A. (2013). Expertise effects on decision-making in sport are constrained by requisite response behaviours – A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 211-219. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.11.002>
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
- Vickers, J., Williams, A., Rodrigues, S., Hillis, F., & Coyne, G. (1999). Eye movements of elite biathlon shooters during rested and fatigued states. *Journal of sport and Exercise Psychology*, 21, S116.
- Vickers, J. N. (2009). Advances in coupling perception and action: the quiet eye as a bidirectional link between gaze, attention, and action. *Progress In Brain Research*, 174, 279-288. doi:10.1016/S0079-6123(09)01322-3
- Ward, P., & Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(1), 93-111.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. (1993). Visual search and sports performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(2), 55-65.
- Williams, A. M., & Ward, P. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: Exploring new horizons. In T. G. & E. R. C. (Eds.), *Handbook of Sport Psychology* (p. 203-223). New York: Wiley.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 737-750.
- Williams, A. M. (2009). Perceiving the intentions of others: how do skilled performers make anticipation judgments? *Progress In Brain Research*, 174, 73-83. doi:10.1016/S0079-6123(09)01307-7

- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(2), 127-135.
- Williams, A. M., & Elliott, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21(4), 362-375.
- Williams, A. M., & Ford, P. R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 4-18.
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442. doi:10.1002/acp.1710
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301-318.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (1993). Cognitive knowledge and soccer performance. *Perceptual Motor Skill*, 76 (2), 579-593.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2012). Quiet-eye training, perceived control and performing under pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(6), 721-728.

CAPÍTULO II: ESTUDOS TEÓRICOS

ESTUDO I

Contributos Científicos no Domínio das Habilidades Percetivo-Cognitivas e da Expertise em Futebol

Resumo

No domínio das Ciências do Desporto têm sido investigados os efeitos causados pela manipulação de constrangimentos, no que diz respeito às habilidades percetivo-cognitivas subjacentes à Tomada de Decisão. Neste trabalho pretende-se explicitar algumas das vias de investigação, metodologias utilizadas e contributos científicos concernentes às habilidades percetivo-cognitivas no âmbito particular do Futebol. Constatou-se que os investigadores têm recorrido a diferentes desenhos metodológicos para examinar os efeitos dos constrangimentos, nomeadamente da tarefa, do ambiente e do atleta, sobre as habilidades percetivo-cognitivas dos futebolistas, em distintos contextos competitivos. Neste âmbito, as pesquisas têm explorado uma variedade de métodos, técnicas de aplicação e medidas de avaliação no que tange aos indicadores de movimento ocular e às técnicas de relatos verbais relativas às habilidades percetivo-cognitivas com recurso a vídeos simulados e a tarefas *in situ*. Todavia, entre outros, justifica-se ampliar as propostas de investigação, especialmente as que concernem às respostas percetivo-cognitiva dos jogadores quando expostos a constrangimentos emocionais e/ou fisiológicos, em situações de jogo reduzido e condicionado "*in situ*".
Palavras-chave: Habilidades Percetivo-Cognitivas, Tomada de Decisão, Futebol

Abstract

Research in sport sciences is increasingly focusing on the effects caused by the manipulation of constraints regarding to the perceptual-cognitive skills underlying decision-making. This paper intends to clarify some of the research routes, methodologies used and scientific contributions about perceptual-cognitive skills in soccer. It has been observed that different methodological designs have been used to examine the effects of the constraints, namely task, environment and individual, on the perceptual-cognitive skills of soccer players from different competitive contexts. Therefore, studies have explored a variety of methods, techniques and measures concerning to the ocular movement measures and verbal reporting techniques relating to perceptual-cognitive skills through simulated videos and "*in situ*" tasks. However, it is still required to broaden the research proposals regarding to the players' perceptual-cognitive responses when they are exposed to the emotional and/or physiological constraints in small-sided and conditioned soccer games "*in situ*".
Keywords: Perceptual-Cognitive Skills, Decision-Making, Soccer

Introdução

A expertise e os processos que circundam a antecipação e a tomada de decisão têm sido alvos de investigação nas Ciências do Desporto, com o suporte de diferentes abordagens, de entre elas, as perspectivas ecológica e cognitiva (Raab, Bar-Eli, Plessner, & Araújo, 2019). Para tal, estudos com base na abordagem ecológica têm explorado o ato relativo à perceção-ação, objetivando compreender a adaptabilidade do indivíduo na relação direta entre o seu desempenho (movimento específico próprio) e o ambiente com base nas possibilidades de ação no que tange os conceitos de *affordances* (Cf.; Davids, Araújo, Vilar, Renshaw, & Pinder, 2013). No que diz respeito à perspectiva cognitiva, os estudos têm procurado compreender a tomada de decisão com base nos processos subjacentes que envolvem o processamento da informação e no conhecimento adquirido pelo indivíduo, evoluindo um conjunto de processos como a antecipação, atenção e memória relativos às habilidades percetivo-cognitivas, as quais suportam esse estudo (Williams, Ford, Eccles, & Ward, 2011).

Tais habilidades incluem a capacidade do indivíduo para procurar, identificar e recolher informação relevante do ambiente, com o propósito de agir do modo apropriado às exigências que se vão colocando (Marteniuk, 1976). A proficiência nessas habilidades depende do modo como os jogadores exploram o uso de pistas posturais, o reconhecimento de padrões do contexto de jogo, o uso de probabilidades situacionais e estratégias eficientes da procura visual que antecedem a TD (Williams, Ford, Eccles, & Ward, 2011).

No âmbito particular do futebol, Ward e Williams (2003) salientam que tais habilidades estão envolvidas na contínua análise dos futebolistas aos estímulos provenientes do meio ambiente (e.g., o jogo), nomeadamente no que se reporta a processar as informações relevantes num curto espaço de tempo (Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007; Marteniuk, 1976; Ward & Williams, 2003).

As habilidades percetivo-cognitivas de cada futebolista, em cenário competitivo, estão condicionadas por diferentes tipos de constrangimentos inerentes ao jogo de Futebol, sejam eles relativos ao ambiente, à tarefa ou ao indivíduo (Newell, 1986; Williams, Janelle, & Davids, 2004).

A literatura suporta que tais constrangimentos podem exercer efeitos sobre as habilidades perceptivo-cognitivas dos futebolistas, se manipulados em certas condições, como por exemplo: i) no que se refere à Tarefa, comparando duas condições de jogos reduzidos e condicionados (JRCs) entre o 2vs.1 e o 5vs.3; ii) no que respeita ao Indivíduo,

examinando a resposta do futebolista quando submetido a uma sobrecarga de exercícios intermitentes em alta intensidade; iii) no que se reporta ao Ambiente, avaliando o efeito de diferentes incidências apresentadas em vídeo, no comportamento perceptivo-cognitivo dos praticantes (Rienhoff, Tirp, Strauß, Baker, & Schorer, 2016; Williams et al., 2004).

Não obstante o tipo de manipulação realizado, as habilidades perceptivo-cognitivas são suscetíveis de sofrer influência de constrangimentos relacionados com a estratégia da procura visual, relativamente aos estímulos e sinais que surgem no contexto de jogo. Assim, os efeitos e a influência que os constrangimentos provenientes do ambiente imprevisível do jogo de Futebol exercem sobre as interações dos futebolistas, requerem uma significativa capacidade de adaptação dos jogadores às diferentes situações de jogo (Garganta, 2005). Isto devido à interação permanente dos jogadores relativamente aos comportamentos dos companheiros e dos adversários, à trajetória da bola, à distância entre os jogadores, bem como aos espaços percecionados como mais favoráveis, o que reclama competências perceptivo-cognitivas complexas (Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2013; Williams, 2000).

Perante esta evidente complexidade a literatura da especialidade tem explorado diferentes questionamentos de investigação, com o propósito de compreender os efeitos causados pela manipulação de constrangimentos, particularmente no que diz respeito às habilidades perceptivo-cognitivas em diferentes contextos de treino e de jogo (McGuckian, Cole, & Pepping, 2017; Rienhoff et al., 2016). Tais experimentos têm recorrido a indicadores quantitativos e qualitativos que contribuem para a melhoria do desempenho dos praticantes, independentemente da idade, do gênero e/ou do nível competitivo (Mann et al., 2007).

Tendo em conta o exposto, no presente trabalho pretende-se: i) explorar as vias de investigação das habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à TD; ii) dar a conhecer o funcionamento de alguns dos parâmetros e instrumentos/dispositivos que têm sido utilizados no estudo das habilidades perceptivo-cognitivas no Futebol; iii) dar

conta do contributo científico disponibilizado em algumas pesquisas, no que respeita às habilidades perceptivo-cognitivas, tendo em conta diferentes situações do jogo de futebol e distintos modos de manipular dos constrangimentos de treino e de jogo.

Breve incursão no domínio das habilidades perceptivo-cognitivas no âmbito do Futebol

Nas últimas décadas, investigadores das Ciências do Desporto têm procurado compreender as semelhanças e/ou dissemelhanças entre futebolistas de diferentes níveis competitivos, idades e desempenho na utilização das habilidades perceptivo-cognitivas, em diferentes condições à que são submetidos (Binsch, Oudejans, Bakker, & Savelsbergh, 2010; Casanova et al., 2013; Smith et al., 2016; Vater, Roca, & Williams, 2016). Há um consenso na literatura de que a requisição das habilidades perceptivo-cognitivos pelos peritos diferem quando comparados com os respectivos pares inerentes à modalidade praticada, apresentando alterações em função dos indicadores observados e das tarefas aplicadas, seja em laboratório ou no terreno de jogo (i.e. *in situ*) (Mann et al., 2007). Tal ocorre porque os comportamentos realizados pelos futebolistas e a peculiar utilização destas habilidades parecem estar diretamente relacionados com o conhecimento específico do indivíduo, como por exemplo, a relação do futebolista com o jogo de Futebol (Helsen & Pauwels, 1993; Mcpherson, 1994).

Por isso, o conhecimento acerca das habilidades perceptivo-cognitivas pode assim disponibilizar informações relevantes para o entendimento do desempenho do futebolista. Deste modo, torna-se relevante compreender como o futebolista realiza a procura de informações relevantes no campo de jogo, associada à quantidade de indicadores relativos à identificação dos padrões de comportamento para promover o sucesso da ação. Para tal, há que ter em consideração não apenas os locais mais adequados para realizar a procura visual, mas também o tempo de fixação por local, tendo em conta a identificação e a seleção dos sinais mais pertinentes (Casanova, Oliveira, Williams, & Garganta, 2009; Roca, Williams, & Ford, 2012; Williams, Casanova, & Teoldo, 2017; Williams & Ford, 2008).

Para talas habilidades perceptivo-cognitivas têm sido estudadas ao longo dos anos por diferentes investigadores, através do recurso a distintos métodos e em várias modalidades desportivas (Mann, Farrow, Shuttleworth, & Hopwood, 2009). No final da

década de 1970, Bard e Fleury (1976) recorreram a representações de situações ofensivas do Basquetebol usando a projeção de diapositivos, com o intuito de comparar a procura visual e o tempo de resposta de peritos e novatos, no processo da tomada de decisão.

No Futebol, nos anos de 1980, Tyldesley, Bootsma e Bomhoff (1983) recorreram também à projeção de dispositivos, representando a marcação de um pontapé de penáti, com a intenção de avaliarem o processo da procura visual dos goleiros.

Com a possibilidade de se utilizar novas tecnologias, no início da década de 1990, Helsen e Pauwels (1993) utilizaram cenários projetados em forma de vídeos simulados, para avaliarem futebolistas peritos e não peritos, comparando as habilidades perceptivo-cognitivas em tarefas não específicas da modalidade, assim como em tarefas específicas do Futebol. Posteriormente, (Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1994), propuseram uma nova perspectiva no que diz respeito à avaliação das habilidades perceptivo-cognitivas, tendo avaliado a capacidade antecipatória e a estratégia da procura visual, suportados por novos procedimentos experimentais, considerados mais representativos do ponto de vista da sua similitude com os cenários de jogo.

Nos últimos anos, muitas das investigações realizadas têm recorrido à proposta de Williams e Ericsson (2005), que destaca o modelo de investigação do desempenho de excelência para pesquisas que tenham como objetivo analisar a performance do mais alto nível (ver Figura 1). Esta abordagem baseia-se em: i) análise de vídeo, análise notacional e simulações; ii) indagação dos processos subjacentes à TD, identificando os comportamentos visuais, relatos verbais e características biomecânicas; e iii) identificação de desempenhos de excelência, recorrendo a pesquisas no terreno e à anamnese desportiva do avaliado.

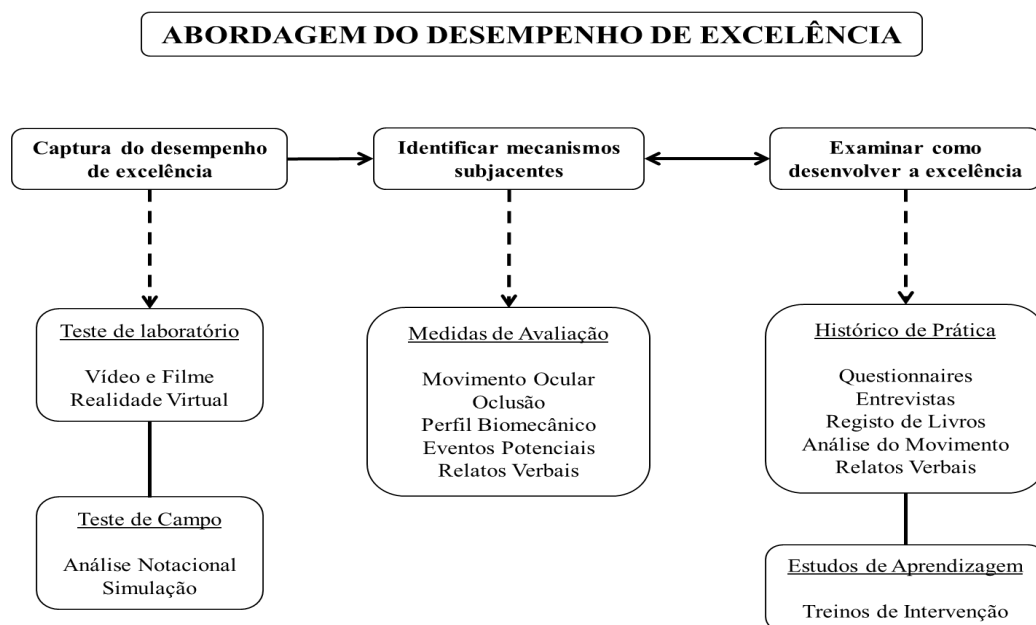


Figura 1- Modelo investigacional da excelência desportiva (adaptado de Williams & Ericsson, 2005).

Com base nesta proposta, as diferentes abordagens têm procurado clarificar de que forma as respostas motora e fisiológica, o esforço mental despendido na tarefa e/ou os traços de ansiedade, bem como de que modo o conhecimento relativo a diferentes tarefas tático-técnicas e decisórias é influenciado pelas habilidades perceptivo-cognitivas dos praticantes (Behan & Wilson, 2008; Maarseveen, Oudejans, Mann, & Savelsbergh, 2016; Vater et al., 2016). Paralelamente, têm sido alvo de investigação os efeitos dos diferentes níveis competitivos, idades e escalões de formação e níveis de perícia, além da experiência desportiva (Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2011; Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn, & Philippaerts, 2007; Williams, Ward, Bell-Walker, & Ford, 2012).

Neste âmbito, e tendo em conta as particularidades de cada nível competitivo e das características dos avaliados, reconhece-se que as habilidades para visualizar, identificar e compreender os padrões do jogo, de forma eficiente e eficaz, são requisitos presentes dos futebolistas experientes ou de alto nível competitivo, quando comparados com os pares de menor experiência ou de nível competitivo inferior (Ward, Williams, & Ericsson, 2003; Williams et al., 2011). Assim, os peritos revelam melhor capacidade antecipatória, melhor relação na situação de oposição, bem como decisões táticas mais adequadas à especificidade da tarefa, bem como respostas motoras mais eficazes

(Williams & Ford, 2008). Reforçando esta ideia, Williams et al. (2012) destacam que os peritos, para tomarem as suas decisões, são suportados pelos processos percetivo-cognitivos eficazes e desenvolvidos, para interpretar e responder a apropriados planos de ação, perante determinada tarefa num meio de alta complexidade, como é o caso do Futebol.

Perante a importância do desempenho para solucionar os problemas do jogo de Futebol, os investigadores têm alavancado questões no que concerne ao efeito dos diferentes constrangimentos sobre as habilidades percetivo-cognitivas dos futebolistas, sobretudo com recurso a sequências de imagens simuladas de situações de jogo (Roca & Williams, 2016; Williams, 2009). De entre as diferentes metodologias exploradas, e no que diz respeito aos estímulos aplicados para representarem as situações de jogo, os diferentes estudos têm recorrido a projeção de vídeos com ações de jogo respeitantes às fases ofensiva e defensiva, bem como a situações de bola parada, tais como o penálti (Panchuk & Vickers, 2006; Savelsbergh, Haans, Kooijman, & van Kampen, 2010; Travassos et al., 2013).

Ao longo dos anos, os investigadores têm procurado reproduzir, tanto quanto possível, a realidade do ambiente do jogo com o propósito de ampliar as propostas e desenhos experimentais que permitam identificar e avaliar as habilidades percetivo-cognitivas subjacentes à TD dos futebolistas e bem assim aumentar a validade ecológica dos procedimentos utilizados. Neste contexto têm explorado uma variedade de métodos (e.g., perspetivas de estímulos em vídeo), técnicas de aplicação (e.g., oclusão e pontos-de-luz (*Point-light display* - PLD) e medidas de avaliação relacionadas com o movimento ocular e com os relatos verbais reportados às diferentes habilidades percetivo-cognitivas (Mann et al., 2007; Williams et al., 2011).

Nesta direção, as propostas, abordagens e métodos relacionados com a avaliação das habilidades percetivo-cognitivas, provenientes das medidas de movimentos oculares (e.g., visão central e/ou visão periférica), complementados com técnicas da análise cognitiva (e.g., relatos verbais), permitem identificar a importância das informações do comportamento de procura visual e do processamento da informação dos desportistas (Ward et al., 2003; Ward & Williams, 2003).

Alguns procedimentos metodológicos utilizados na avaliação das habilidades perceptivo-cognitivas

As abordagens que investigam a perícia no que tange as habilidades perceptivo-cognitivas têm direcionado a atenção para avaliações específicas dos comportamentos visuais e para o processo cognitivo relativo à estruturação de declarações verbais. No que diz respeito à componente visual, os investigadores têm explorado, principalmente, as informações do comportamento da procura visual (através da visão central), com base em registos dos movimentos oculares. Para as análises cognitivas, têm sido utilizadas técnicas de relatos verbais, que permitem recolher indicadores do processamento da informação dos sujeitos, relativos aos procedimentos cerebrais da interpretação do percebido.

Para tal, os investigadores têm recorrido a diferentes instrumentos de análise e medidas de avaliação relacionadas aos processos perceptivo-cognitivos.

Instrumentos de análise e medidas de avaliação

Processo Perceptivo: A Visão

A componente visual dos futebolistas está relacionada com a captura e seleção dos diversos estímulos visuais do meio ambiente, como por exemplo a movimentação de um colega de equipe, do portador da bola ou a trajetória da bola (Williams et al., 2011).

O comportamento da procura visual é caracterizado por ser o *input* visual dos futebolistas durante a realização de uma tarefa no terreno de jogo, de forma que a qualidade da percepção realizada dependerá de um conjunto de fatores associados ao desempenho (Vaeyens et al., 2007; Williams, Ward, Starkes, & Ericsson, 2003).

No âmbito desportivo, o comportamento da procura visual é aferido, principalmente, através dos parâmetros dos movimentos óculo-musculares, tais como os movimentos sacádicos, as fixações, o rastreamento visual e o reflexo vestibulo-ocular (Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1993). Nomeadamente, a fixação visual está relacionada com a visão foveal ou central do indivíduo, que é direcionada para um determinado local do seu campo de visão, com uma determinada duração, sendo este um indicador da quantidade de informação recolhida e, posteriormente, processada (Kuhn, Tatler, Findlay, & Cole, 2008; Mahlo, 1980).

Para avaliar o comportamento da procura visual, têm sido utilizados dispositivos que analisam os movimentos oculares no momento em que os sujeitos realizam uma tarefa. Um dos mais usados e divulgados é o *Eye-tracker* (ver Figura 2), instrumento que opera através da reflexão de uma fonte de luz infravermelha numa imagem de vídeo do olho detectando a reflexão da pupila e da córnea (Lai et al., 2013). As imagens são analisadas através de *softwares* específicos que possibilitam perceber o comportamento de procura visual dos praticantes, conforme a orientação do interesse dos investigadores em relação a diferentes tarefas.



Figura 2- Dispositivo de registo do movimento ocular (*Eye-tracker Tobii Pro Glasses 2*)

Fonte: <https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2/>

Durante as avaliações laboratoriais “*indoor*” e “*in situ*”, este dispositivo é colocado pelos futebolistas e, posteriormente, calibrado pelos avaliadores/investigadores, utilizando como referência o ponto de fixação visual estático. Maioritariamente, as investigações têm explorado testes em vídeos simulados, nas perspetivas da primeira pessoa e/ou da terceira pessoa, para além de testes de campo, nomeadamente em situações consideradas fechadas, tais como os penáltis (Dicks, Button, & Davids, 2010a). No final de cada avaliação o sistema disponibiliza informações em vídeo, permitindo analisar e exportar indicadores visuais, entre os quais: i) o número de fixações; ii) a duração das fixações; iii) o local de fixação; iv) a percentagem do tempo de fixação por local; v) o tempo para a primeira fixação.

Uma fixação é definida como o período durante o qual o movimento ocular permanece inalterável, com uma tolerância de 1° por um período igual ou superior a 100/120 ms. (Vater et al., 2016; Williams & Davids, 1998). Para classificar os locais em que o avaliado fixa o olhar, são codificadas algumas categorias, como por exemplo: i) portador da bola (áreas do corpo); ii) bola; iii) colega; iv) adversário; e v) espaço,

considerando as áreas livres do campo, isto é, as zonas sem jogadores (Belling, Suss, & Ward, 2015; Casanova et al., 2013; Roca et al., 2013).

Face ao exposto, os comportamentos da procura visual parecem indiciar a relação do sujeito com a tarefa, uma vez que com a constante alteração do contexto (jogo), os indicadores visuais podem alterar-se, o que leva ao ajustamento da ação em função do comportamento a ser adotado, bem como em função da tarefa investigada (Mann et al., 2007). Assim, por se tratar de um comportamento regulado pela atenção (Schiller, Haushofer, & Kendall, 2004), o ajustamento adequado da perceção visual tende a promover respostas motoras eficazes que contribuem para a continuidade das ações de jogo (Williams et al., 2004). Tal ocorre porque o recurso à resposta motora realizada pelos futebolistas durante os comportamento realizados em campo está diretamente relacionada com a perícia nas TD inerentes às situações de jogo (Tavares & Casanova, 2013).

O Quiet Eye

Outra medida fornecida pelo dispositivo *Eye-tracker*, o *Quiet Eye*, permite caracterizar a procura visual dos futebolistas e, por consequência a TD, é o lapso de tempo que corresponde à fixação visual. Esta medida é representada pelo período de tempo decorrido entre a última fixação visual na tarefa (alvo focal) e o início da resposta motora realizada pelo indivíduo (Vickers, 2009, 2007). De acordo com Vickers (2007), a manutenção da fixação do olhar por um período prolongado, pode ser um fator preponderante para a precisão e acerto do ponto de fixação do olhar.

Contudo, em ambientes desportivos complexos e dinâmicos, como o Futebol, quando o tempo que antecede a resposta motora se prolonga em demasia, o mesmo tende a afetar negativamente o desempenho do praticante (Behan & Wilson, 2008; Vickers, 2007). Para analisar esta medida de avaliação tem-se recorrido ao sistema *Quiet Eye Solutions Software (QE solutions Inc.)*.

Embora as medidas de fixação visual possam fornecer pistas importantes no que diz respeito ao processamento da informação do desportista durante a procura visual, elas podem apresentar algumas limitações. Williams e Ericsson (2005) distinguem entre “olhar” e “ver”. Repare-se que o desportista pode estar fixando o olhar sem extrair informação. Acresce, por outro lado, que o desportista pode estar fixando uma

determinada área, enquanto retira informações de outros locais, porque utiliza a visão periférica ou parafoveal (não tratada neste manuscrito). Para além das avaliações e medidas mencionadas, os investigadores têm utilizado técnicas que permitem aprofundar as informações sobre as habilidades perceptivo-cognitivas, aplicando, entre outras, as técnicas de oclusão de vídeo e a técnica de exibição de Pontos-de-Luz (Point-Light-Display), que representa os posicionamentos dos jogadores em campo.

Técnicas complementares

A Técnica da Oclusão da Imagem

A Técnica da Oclusão da Imagem, utilizada através da manipulação de uma oclusão temporal tem colaborado na compreensão de quais são os pontos-chave utilizados pelos desportistas para retirar as informações posturais do oponente e/ou do contexto, objetivando antecipar e prever quais serão as prováveis ações subsequentes da tarefa (Williams et al., 1993). Inicialmente, para a utilização desta técnica os investigadores procuraram editar vídeos utilizando "blocos" escuros em determinados espaços do campo de jogo numa perspetiva aérea, na tentativa de ocluir locais/situações (por um determinado tempo) que se constituam como canais informacionais úteis para os avaliados.

Com o avanço tecnológico nos processos de edição de vídeos, bem como para as avaliações perceptivo-cognitivas, foi possível realizar a oclusão da imagem, suprimindo virtualmente uma ou várias partes do corpo do sujeito, sem o retirar do ambiente de filmagem, conforme se pode observar na Figura 3 (Williams, Hodges, North, & Barton, 2006). Entretanto, para além de ocluir as imagens dos locais ou eventos em que a informação é extraída, sugere-se que seja realizado, conjuntamente, o controlo do tempo das imagens ocluídas durante a apresentação dos vídeos, uma vez que este tempo poderá proporcionar informações acerca do processamento de informação do sujeito (Williams et al., 1993).



Figura 3 - Exemplo de oclusão de imagem (adaptado de Williams & Burwitz, 1993).

Utilizando a técnica de oclusão para procurar identificar se determinadas situações/locais do ambiente de jogo são relevantes para a utilização e seleção da informação decisional, torna-se viável compreender as informações que influenciam o desempenho dos futebolistas de um determinado nível competitivo. Neste sentido, ao ocluir as imagens, o grau de acerto da resposta antecipatória do avaliado é menor, quando comparado com os vídeos sem oclusão.

Adicionalmente, como suportado por Williams e Ericsson (2005), as medidas dos movimentos oculares e dos relatos verbais, conjuntamente aplicadas com o tempo de oclusão, permitem compreender, identificar, selecionar e hierarquizar as diversas fontes de informação que contribuem para o desempenho da antecipação e TD em cada situação, independentemente da complexidade apresentada.

A Técnica do Ponto-de-Luz

A técnica denominada Ponto-de-Luz tem sido aplicada nas Ciências do Desporto desde o início dos anos 2000. Um dos primeiros trabalhos, conduzido por um grupo de investigadores, nomeadamente Abernethy, Gill, Parks, e Packer (2001), sugere que as informações retiradas das movimentações relativas ao jogo influenciam a antecipação nos jogos desportivos coletivos. Esta técnica parte da hipótese que o avaliado percebe a intenção do adversário, a partir das fontes de informação das movimentações relativas ao jogo, em detrimento de outras informações em campo (North, Ward, Ericsson, & Williams, 2011). Algumas investigações utilizaram essa técnica com o propósito de verificar como os futebolistas reconheciam os padrões de jogo e a dinâmica das equipas. As técnicas de oclusão e de Ponto-de-Luz (ver Figura 4) têm sido testadas

conjuntamente, de modo a verificar o respetivo contributo na compreensão da TD dos desportistas (North, Williams, Hodges, Ward, & Ericsson, 2009; Williams et al., 2006).

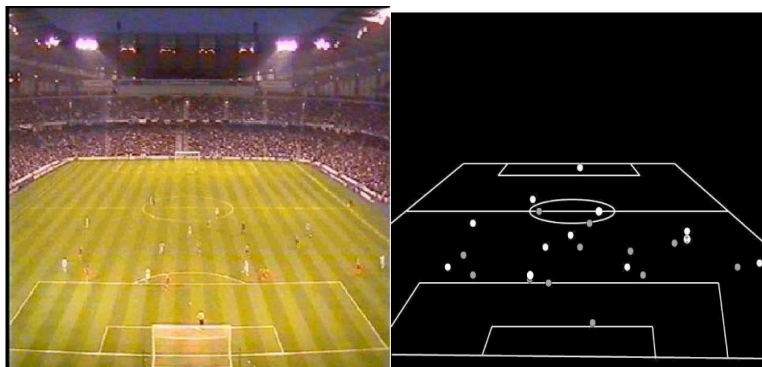


Figura 4- Exemplo da técnica Ponto-de-Luz (adaptado de Williams et al., 2006).

Não obstante, outras técnicas e medidas de avaliação podem contribuir para a compreensão destes processos, como por exemplo os relatos verbais.

Processo Cognitivo

Os Relatos Verbais

As avaliações que tencionam avaliar os processos cognitivos, as técnicas baseadas em relatos verbais acerca de situações provenientes de ações do jogo e/ou treino do Futebol, têm auxiliado a compreender as informações recolhidas. Tal técnica tem permitido identificar características do conhecimento específico que sustenta a ação dos avaliados. bem como o processamento da informação recolhida, conjuntamente com a informação armazenada, em resposta aos estímulos aplicados nos testes, específicos do Futebol (McPherson & Kernodle, 2007).

Nas pesquisas que procuram estudar o conhecimento específico, os investigadores têm recorrido a medidas de avaliação relacionadas com relatos verbais, tendo em consideração diferentes categoriais verbais, nomeadamente de incidência descritiva, avaliativa, preditiva e planificativa (Belling et al., 2015; Casanova et al., 2009). Entre as categorias mencionadas, a do tipo **Descritivo** refere-se às declarações que representam ações presentes, ou declarações sobre os eventos observados. Ao se tratar do tipo **Avaliativo**, as declarações reportam-se a eventos presentes e cumprem-se através da avaliação positiva, neutra ou negativa, de uma declaração prévia observada.

As do tipo **Preditivo** ocorrem em função da previsão da ocorrência das próximas ações, através da antecipação das ações subsequentes. As do tipo **Planificativo** referem-se a relatos de planejamento das informações sobre as possíveis alternativas para além do próximo movimento em questão (Chi, 1997).

Juntamente com a recolha dos relatos verbais, a antecipação das ações subsequentes relacionadas com a continuidade do jogo também tem sido avaliada. O desempenho antecipatório dos avaliados é analisado através de escolhas pré-estabelecidas pelos avaliadores, indicando qual a continuidade da ação motora (mais apropriada) das cenas apresentadas durante o teste (Williams et al., 2017). A avaliação dos relatos verbais é realizada em função do congelamento da imagem, que antecede o momento final da ação ocorrida no vídeo da situação simulada (e.g., no Futebol, o momento em que antecede a decisão do portador da bola em continuar com a posse da bola, realizar um passe, rematar ou driblar). Em seguida, é solicitado ao participante que relate verbalmente qual seria a melhor opção para a continuidade da ação de jogo, bem como justifique o porquê de tal escolha. A pontuação total dos relatos é realizada de acordo com as respostas dos avaliados para a solução das situações de jogo apresentadas (Ward et al., 2003).

Em resposta a esta técnica que explora os relatos verbais dos futebolistas, os peritos tendem a mostrar representações mais apropriadas e sofisticadas para a solução dos problemas em comparação com os não peritos, sendo capazes de apontar com maior acuidade as soluções que geram ações comportamentais mais pertinentes e eficazes (McPherson & Kernodle, 2007). Adicionalmente, quando a antecipação dos futebolistas é avaliada, os peritos apresentam maior eficácia no desempenho da tarefa, o que radica na maior probabilidade de reconhecer e recordar os padrões apresentados pela movimentação das equipas durante o jogo (Williams, 2009).

Embora as técnicas para avaliar as habilidades percetivo-cognitivas tenham limitações na sua utilização, elas têm contribuído para o avanço da compreensão sobre os processos subjacentes à TD dos desportistas. Através das medidas e técnicas descritas anteriormente torna-se possível avaliar e obter indicadores acerca do conhecimento dos futebolistas sobre o jogo, de forma a antecipar, prever e/ou decidir pelas ações mais eficazes.

Em consequência dos métodos descritos, as investigações têm contribuído para a compreensão da utilização e indicadores das habilidades perceptivo-cognitivas pelos futebolistas frente as diferentes interações e manipulações de constrangimentos (Newell, 1986; Williams et al., 2004).

Contributos de algumas investigações acerca das habilidades perceptivo-cognitivas em situações de jogo e de treino

A partir dos distintos propósitos, os estudos, no seu conjunto, sugerem que os peritos apresentam estratégias perceptivo-cognitivas mais adequadas e melhor desempenho decisional na modalidade de domínio, em relação aos não peritos, com destaque para as condições que se aproximam do contexto real da prática (Mann et al., 2007; Martell & Vickers, 2004; Williams et al., 2006).

No que se refere à adaptação do jogador perante os problemas suscitados pelo ambiente de jogo, o nível de conhecimento do futebolista ajuda-o a reconhecer os padrões relacionados com os acontecimentos do jogo ou com os padrões de movimento dos demais participantes (North et al., 2009; Roca 2012), favorecendo a própria percepção e ação decisional em ações subsequentes (Casanova et al., 2009; Williams et al., 2012). Outra característica apresentada por futebolistas peritos é a procura de informações pertinentes, tomando como referência os movimentos posturais e/ou corporais específicos dos indivíduos a partir de uma ação técnica específica, como a condução da bola (Vickers, 2009). No caso do Futebol, isto poderá determinar a identificação e/ou a predição da realização de um passe curto, de média ou de longa distância, assim como de um remate à baliza (Williams, 2000; Williams et al., 1994).

Com a necessidade de melhor compreender as habilidades perceptivo-cognitivas de futebolistas, a literatura tem buscado diferentes modos de demandar resultados relevantes para responder às exigências da performance em ambiente desportivo, bem como auxiliar a sua evolução. As investigações têm utilizado diferentes desenhos metodológicos, distintos indicadores do desempenho, de procura visual e respostas verbais. Paralelamente, tem se investigado a manipulação de constrangimentos relacionados com o Ambiente, a Tarefa e o Indivíduo, procurando compreender as respostas de variáveis motoras, fisiológicas e/ou perceptivo-cognitivas, com recurso a

vídeos simulados e, recentemente, a aplicações *in situ* (Mann et al., 2007; McGuckian et al., 2017).

Neste âmbito, as investigações têm realizado, por exemplo, a manipulação da *Tarefa* durante situações de 1vs1, em que os defensores são confrontados com diferentes tipos de dribles realizados pelo atacante (Krzepota, Stępiński, & Zwierko, 2016), em contexto de JRC em diferentes relações numéricas de participantes, tais como 2vs1 e 3vs2 (Vaeyens et al., 2007). Também têm comparado situações de jogo formal, tendo em consideração a distância espacial do epicentro de jogo - local da bola (Roca et al., 2013).

Já no que se reporta à manipulação de constrangimentos relativos ao *Ambiente*, os estudos têm submetido os sujeitos a diferentes estímulos externos, posto que as habilidades perceptivo-cognitivas têm sido comparadas em diferentes perspetivas de interação (e.g., na perspetiva da primeira pessoa e na perspetiva da terceira pessoa) (Mann et al., 2009), ou sob o efeito da utilização de técnicas como o Ponto-de-Luz (North et al., 2009).

Quando nos estudos é manipulado o constrangimento referente ao *Indivíduo*, são utilizados diferentes estímulos que influenciam fatores e respostas internas ao avaliado. Ou seja, é examinada a resposta das habilidades perceptivo-cognitivas dos futebolistas, quando são submetidos a sobrecargas (pressão) físico-fisiológicas ou psicológicas, através de diferentes tipos de intensidade de corridas ou sobre pressão de desempenho afetados pelo estado de ansiedade (Casanova et al., 2013; Wood & Wilson, 2012). Os indicadores utilizados pelos investigadores reportam-se a frequência cardíaca, concentração sanguínea de lactato, perceção subjetiva do esforço, tipo de orientação fornecida (e.g., tirar informações do guarda-redes durante o pontapé de penálti), bem como o nível de ansiedade, estado em função da pressão exercida sobre o avaliado para obter um melhor desempenho em comparação com os demais avaliados (Williams et al., 2004).

Investigações com recurso a vídeos simulados

As investigações têm buscado reproduzir a realidade do jogo, por meio de avaliações que representem situações de treino e de jogo, tais como os JRCs, o jogo formal e fragmentos de jogo (e.g., penálti), para além de manipularem diferentes

constrangimentos com base nessas simulações (Savelsbergh, Williams, Kamp, & Ward, 2002).

Constrangimentos relativos à Tarefa

No Futebol, quando investigado o constrangimento da tarefa em situações de 1vs.1 em vídeo-simulado, numa perspectiva defensiva, constata-se que os futebolistas mais experientes focam a sua atenção visual, principalmente, no movimento corporal do adversário para tomar suas decisões, enquanto que os futebolistas menos experientes optam por observar o movimento da bola (Bertrand & Thullier, 2009; Williams & Davids, 1998).

Em propostas que manipularam a relação numérica de jogadores enquanto constrangimento da tarefa, nomeadamente a igualdade numérica com um menor número de participantes (e.g., 4vs4 e 3vs3), os futebolistas revelam um menor número de fixações visuais de longa duração, focando-se preferencialmente no portador da bola e nos espaços disponíveis.

Entretanto, outros estudos utilizaram a diferença numérica na manipulação do constrangimento da tarefa. Por exemplo, Vaeyens et al. (2007) compararam os formatos de 2vs1 e de 3vs1 com os 4vs3, 5vs3 em fase ofensiva e reportaram que, em jogos com um menor número de participantes, os futebolistas de elite realizam um menor número de fixações de longa duração e direcionam a sua atenção com maior frequência para o portador bola e os espaços disponíveis, em comparação com os de não elite. Quando aumenta o número de participantes, a procura visual apresenta um acréscimo na quantidade de fixações visuais de curta duração (Savelsbergh et al., 2010; Vickers, 2007).

Em situações simuladas de jogo 11vs11, Williams et al. (1994) indicam que os peritos denotam um maior número de fixações de curta duração num maior número de locais, para recolherem as informações necessárias, enquanto os não peritos tendem a procurar e a priorizar a trajetória da bola (Roca et al., 2013; Williams et al., 2011). Adicionalmente, quando os futebolistas são submetidos a constrangimentos de tarefas consideradas distantes e próximas do campo visual projetadas em situações de 11vs11, e em situações que representam as ações próximas da bola, os avaliados revelaram preferência para dirigirem o ponto de fixação para o portador da bola, tendo recorrido,

predominantemente, a fixações de curta duração para locais periféricos, tais como os espaços disponíveis em campo (Roca et al., 2013).

Outras situações que têm sido investigadas pela literatura dizem respeito aos fragmentos de jogo, as denominadas situações de bola parada (e.g., tiros livres e penáltis). Nessas tarefas os futebolistas peritos iniciam o contato visual com a bola mais rapidamente e apresentam decisões com um grau de acerto mais elevado. Para além disso, revelam melhor capacidade para reorganizar a estrutura de jogo visualizada, de forma que resulte na eficiência da procura da informação pertinente para favorecer a sua equipe (Helsen & Pauwels, 1993). Esta informação parece indiciar que os jogadores peritos tendem a antecipar a trajetória da bola e a tomar a decisão mais adequada, para que, em momento defensivo, possam salvaguardar a própria equipe de um iminente perigo para a sua baliza. E também para que, em momento ofensivo, possam beneficiar da possibilidade de reestruturar um contra-ataque ou de proporcionar uma oportunidade de remate.

No que diz respeito à situação de penálti no Futebol, alguns estudos têm investigado de que forma os goleiros procuram e identificam as informações mais pertinentes do cobrador, para assim buscar a ação de defesa que evite o gol (Savelsbergh et al., 2002). Os resultados mostram que os melhores goleiros, primeiramente, fixam-se no movimento e na angulação do quadril do executante em deslocamento e, posteriormente, tendem a fixar sua visão na região dos ombros e na parte baixa da perna. Estas informações sugerem pistas para a melhoria do desempenho dos goleiros nas situações de grandes penalidades, uma vez que com estas indicações, a probabilidade de antecipar a trajetória da bola para realizar a defesa e evitar o gol do oponente aumentará (Ward & Williams, 2003; Williams & Burwitz, 1993).

Constrangimentos relativos ao Indivíduo

Um outro fator que influencia as respostas perceptivo-cognitivas dos futebolistas em vídeos simulados de 11vs11, no que tange a manipulação de constrangimentos relativos ao indivíduo, diz respeito à influência da exigência físico-fisiológica sobre a capacidade decisional (Casanova et al., 2013).

Num experimento conduzido por Casanova et al., (2013) os futebolistas foram expostos a um impacto fisiológico que representava as demandas de uma partida de

Futebol, tendo-se concluído que a estratégia de procura visual, as estruturas e a pertinências dos relatos verbais e o desempenho antecipatório dos futebolistas foram afetadas à medida que o tempo de jogo aumenta. Tal traduz-se em um aumento do tempo de busca de informações mais relevantes para a realização das ações e maior dificuldade em perceber os padrões e alterações comportamentais em que ocorrem no jogo.

Por outro lado, as habilidades perceptivo-cognitivas também parecem ser afetadas pelo estado cognitivo da Ansiedade. Concretamente, a teoria do controlo atencional sugere que a prática sob pressão de um elevado nível do estado de ansiedade, afeta a performance do indivíduo, elevando o esforço mental despendido na tarefa e diminuindo a capacidade de extrair e seleccionar as pistas relevantes, com impacto na expressão psicomotora, e variando em função da especificidade da tarefa realizada (Broadbent, Gredin, Rye, Williams, & Bishop, 2019; Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007; Wilson, Wood, & Vine, 2009)

Concomitantemente, as investigações têm direcionado a atenção para outros constrangimentos que influenciam as habilidades perceptivo-cognitivas, tais como os traços de ansiedade e o histórico de experiência desportiva (Roca et al., 2012; Wilson et al., 2009). Alguns resultados mostram que em estados de elevada ansiedade a resposta perceptivo-cognitiva dos desportistas é afetada negativamente (Vater et al., 2016). Quando investigada a influência do histórico de experiência desportiva reportada pelos praticantes, destaca-se que os futebolistas peritos se distinguem dos não peritos pelo facto dos primeiros revelarem: i) maior tempo de jogo deliberado (Côté, Baker, & Abernethy, 2003); ii) contacto mais precoce com prática informal de Futebol (e.g., prática na rua); iii) maior frequência de participação em competições nas fases da adolescência (Roca et al., 2012).

Os contributos das pesquisas que utilizam situações em vídeos simulados revelam dados significativos sobre a utilização das habilidades perceptivo-cognitivas. Todavia, na tentativa de aproximar os experimentos ao contexto real do terreno, recentemente os investigadores têm explorado desenhos experimentais em cenários *in situ*, com o intuito de que as informações e os resultados daí recolhidos potencializem o desempenho dos desportistas.

Investigações de terreno (in situ)

No que diz respeito às investigações realizadas no terreno (i.e., *in situ*) têm vindo a ser exploradas, maioritariamente, situações que envolvem ações mais estandardizadas, tais como os penáltis. Neste âmbito, recentemente, alguns estudos que se detiveram, quer em cenários de vídeos simulados, quer em ações *in situ*, mostraram diferenças na procura visual dos goleiros, em função das distintas instruções verbais, para ambas as situações (Dicks, Button, e Davids (2010b).

Constrangimento relativos à Tarefa

Em relação às situações perspetivadas como “jogo aberto”, tais como JRCs, Oppici, Panchuk, Serpiello, e Farrow (2017) investigaram o efeito da prática estruturada em domínios específicos de tarefas relativas ao Futebol e ao Futsal, com jovens futebolistas, tendo em conta a orientação da atenção visual e o desempenho técnico em situações de passe e de receção. Os autores reportaram que os primeiros apresentaram valores superiores na orientação da atenção, ao explorarem o ambiente quando não estavam em posse da bola, enquanto os jogadores de Futsal mostraram explorar o ambiente com mais frequência durante as ações associadas à posse e ao controlo da bola, bem como à sua receção.

Constrangimentos relativos ao Indivíduo e ao Ambiente

Por sua vez, Button, Dicks, Haines, Barker, e Davids (2011) examinaram o comportamento da procura visual de goleiros em situações de penáltis, através de três condições: i) simulação de vídeo; ii) *in situ*; e iii) interceção da bola em situação *in situ*. Nas duas primeiras condições os avaliados eram solicitados para realizarem movimentos de membros superiores indicando a direção da bola. Nesse sentido, foram manipulados o constrangimento relativo ao ambiente através das condições vídeo e *in situ*, e relativo ao indivíduo quando manipulado a condição em movimentar e interceptar a trajetória da bola em cobranças de penáltis.

Os resultados obtidos pelos goleiros indicaram estratégias da procura visual mais eficientes para a simulação de vídeo, com maior frequência e menor duração das

fixações, possivelmente por se tratar de situações de menor complexidade, quando comparadas com as tarefas de jogo real. Por outro lado, registou-se um maior número de áreas fixadas nas condições *in situ*, do que na interceção da bola em situação *in situ*, não tendo sido encontradas diferenças entre a Simulação de vídeo e as demais condições. Além disso, os goleiros foram mais propensos a fixar a bola na condição interceção da bola em situação *in situ* do que na simulação de vídeo, focando-se na bola, especialmente durante a corrida do cobrador em direção à cobrança.

Com base nesses resultados, os autores sugeriram que ao examinar o comportamento visual em diferentes condições do ambiente, as estratégias da procura visual dos goleiros apresentaram alterações entre as condições.

Não obstante, no que diz respeito aos desenhos experimentais aplicados em situações *in situ*, Mann et al. (2007) destacam a importância no que tange o controlo das variáveis e o desenho das tarefas, em estudos que recorrem a testes em terreno de jogo.

Considerações Finais

Com o intuito de entender de que modo as habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à TD dos desportistas têm sido avaliadas, buscámos apresentar um breve percurso de algumas investigações acerca do tema, dos métodos, técnicas e parâmetros de avaliação disponíveis, com referência a modos como a manipulação de constrangimentos pode ser utilizada pelos investigadores para contribuir para uma melhor compreensão do desempenho do futebolista acerca das habilidades perceptivo-cognitivas e para o avanço das Ciências do Desporto.

Os investigadores têm explorado uma variedade de métodos, técnicas de aplicação e medidas de avaliação no que tange as medidas de movimento ocular e às técnicas de relatos verbais. Para isso, os estudos se caracterizam, principalmente, por recorrerem a estímulos de imagens em registro de vídeo, com cenas simuladas dos jogos, sejam elas em situações ofensivas e/ou defensivas, com perspectiva de primeira e/ou terceira pessoa e inicial abordagem em condições *in situ*.

Tendo em conta as diferentes possibilidades de investigar as habilidades perceptivo-cognitivas, abaixo são descritas algumas características que diferenciam a opção por delineamentos em laboratório ou em condições que ocorrem diretamente no terreno de jogo.

Quando os estudos optam por avaliações em ambiente laboratorial controlado é possível destacar que esta condição poderá proporcionar: i) maior controlo das variáveis; ii) possibilidade mais efetiva de isolar a variável estudada, sem que sofra influência externa; iii) maior padronização das cenas vídeo-simuladas ao utilizar as mesmas ações, situações e condições para todos os avaliados; iv) maior número de opções por equipamentos que auxiliem no controlo das variáveis durante o teste.

Já os investigadores que optam por delineamentos em condições *in situ*, apesar de reconhecerem a maior dificuldade no controlo de variáveis, como por exemplo a velocidade de deslocamento, o tempo e a decisão do portador da bola, argumentam que aquelas condições possibilitam: i) maior proximidade da natureza e continuidade do fluxo do jogo; ii) superior interação do avaliado com a bola, bem como a real influência no desempenho; iii) maior efetividade da interação do avaliado com o comportamento do adversário e/ ou companheiro durante o jogo.

Neste sentido, importa salientar a utilização de tarefas específicas da modalidade para as avaliações, uma vez que os peritos apresentam superioridade na execução dos problemas na modalidade praticada, mas não fora de sua área de atuação, permitindo identificar o que os distingue dos não peritos.

Desta forma, é possível destacar que os desportistas peritos revelam distintos comportamentos perceptivo-cognitivos, quando comparados com os não peritos, ao apresentarem melhor utilização dessas habilidades, devido: a) à mais eficaz recolha de informação, retenção e reconhecimento; b) ao maior conhecimento específico do jogo de Futebol; c) à rapidez e à eficiência no processamento da informação; d) ao melhor reconhecimento das probabilidades situacionais; e e) à superior utilização de pistas antecipatórias em consequência da mais eficaz e eficiente estratégia de procura visual.

Devido à dificuldade em controlar os desenhos experimentais aplicados no terreno de jogo, uma das possibilidades iniciais para avaliar as habilidades perceptivas dos futebolistas remete para a adaptação da relação numérica e, por consequência, para as dimensões do espaço de jogo. Para este efeito, admite-se que os testes aplicados no terreno de jogo possam ser concebidos com um menor número de jogadores, em campos com dimensões adaptadas e calculadas com base na proporção do número de participantes que compõe cada formato (Hugues, 1994). Além disso, outra possibilidade que poderá facultar um maior controlo das variáveis em delineamentos de estudos com

recurso aos JRCs aplicados *in situ*, diz respeito ao fluxo e à continuidade do jogo. Deste modo, torna-se recomendável o recurso à avaliação de sequências ofensivas e/ou defensivas, de modo a controlar e melhor aferir a quantidade de situações realizadas no teste de campo.

Com base nessas orientações, tal abordagem pode oferecer um direcionamento inicial para promover investigações em condições de jogos *in situ*, assegurando aos investigadores um controlo mais eficaz das tarefas aplicadas, bem como dos indicadores a observar.

Justifica-se, portanto, a realização de estudos preliminares que avaliem o comportamento visual de futebolistas com recurso aos jogos reduzidos e condicionados ao controlar o espaço de maneira proporcional para cada correspondente a relação numérica utilizada. Os resultados obtidos poderão contribuir para uma melhor compreensão dos comportamentos dos futebolistas em condições *in situ*.

Com base no exposto, reconhece-se que se torna ainda necessário ampliar as propostas de investigação e os processos de avaliação, no que tange às habilidades perceptivo-cognitivas dos desportistas, nomeadamente no Futebol. Ressalta-se a importância em avançar com estudos em que verifiquem, de forma sistemática, de que maneira esses métodos e tais manipulações têm sido utilizado na literatura, tencionando compreender a contribuição do avanço científico da literatura já existente. Esse tipo de delineamento sistemático poderá contribuir e auxiliar em compreender o panorama geral dos delineamentos utilizados, categorizando e detalhando os estudos disponíveis, as variáveis investigadas e resultados alcançados, bem como verificar de que maneira as estruturas de jogo e a manipulação de constrangimentos influenciam as habilidades perceptivo-cognitivas e o desempenho dos futebolistas.

Outro passo a ser considerado, diz respeito às investigações envolvendo a realidade virtual, métodos disponíveis e meios de aplicação.

Referências

Abernethy, B., Gill, D. P., Parks, S. L., & Packer, S. T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30(2), 233-252.

- Bard, C., & Fleury, M. (1976). Analysis of visual search activity during sport problem situations. *Journal of Human Movement Studies*, 3(2), 214-222.
- Behan, M., & Wilson, M. (2008). State anxiety and visual attention: the role of the quiet eye period in aiming to a far target. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 207-215.
- Belling, P. K., Suss, J., & Ward, P. (2015). Advancing theory and application of cognitive research in sport: Using representative tasks to explain and predict skilled anticipation, decision-making, and option-generation behavior. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, Part 1(0), 45-59. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.08.001>
- Bertrand, C., & Thullier, F. (2009). Effects of player position task complexity in visual exploration behavior in soccer. *International Journal of Sport Psychology*, 40(2), 306-306 - 323.
- Binsch, O., Oudejans, R. R., Bakker, F. C., & Savelsbergh, G. J. (2010). Ironic effects and final target fixation in a penalty shooting task. *Human Movement Science*, 29(2), 277-288.
- Broadbent, D. P., Gredin, N. V., Rye, J. L., Williams, A. M., & Bishop, D. T. (2019). The impact of contextual priors and anxiety on performance effectiveness and processing efficiency in anticipation. *Cognition and Emotion*, 33(3), 589-596.
- Button, C., Dicks, M., Haines, R., Barker, R., & Davids, K. (2011). Statistical modelling of gaze behaviour as categorical time series: what you should watch to save soccer penalties. *Cognitive Processing*, 12(3), 235-244. doi:10.1007/s10339-010-0384-6
- Casanova, F., Garganta, J., Silva, G., Alves, A., Oliveira, J., & Williams, A. M. (2013). Effects of Prolonged Intermittent Exercise on Perceptual-Cognitive Processes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(8), 1610-1617.
- Casanova, F., Oliveira, J., Williams, M., & Garganta, J. (2009). Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 9(1), 115-122.
- Chi, M. T. H. (1997). Quantifying Qualitative Analyses of Verbal Data: A Practical Guide. *Journal of the Learning Sciences*, 6(3), 271.

- Côté, J., Baker, J., & Abernethy, B. (2003). From play to practice. *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertis. United State: Human Kinetics*, 89-113.
- Davids, K., Araújo, D., Vilar, L., Renshaw, I., & Pinder, R. (2013). An ecological dynamics approach to skill acquisition: Implications for development of talent in sport. *Talent Development & Excellence*, 5(1), 21-34.
- Dicks, M., Button, C., & Davids, K. (2010a). Availability of advance visual information constrains association-football goalkeeping performance during penalty kicks. *Perception*, 39(8), 1111-1124.
- Dicks, M., Button, C., & Davids, K. (2010b). Examination of gaze behaviors under in situ and video simulation task constraints reveals differences in information pickup for perception and action. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 706-720.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336.
- Garganta, J. (2005). Dos constrangimentos da acção à liberdade de (inter)acção, para um futebol com pés... e cabeça. In D. Araújo (Ed.), *O contexto da decisão: A acção táctica no desporto* (pp. 179-190). Lisboa.
- Helsen, W., & Pauwels, J. M. (1993). A cognitive approach to visual search in sport. In D. Brogan, A. Gale, K. Carr, D. Brogan, A. Gale, & K. Carr (Eds.), *Visual search*, 2. (pp. 379-388). Philadelphia, PA, US: Taylor & Francis.
- Hugues, C. (1994). *The football association coaching book soccer tactics and skills*. Harpenden: Queen Anne Press.
- Krzepota, J., Stępiński, M., & Zwierko, T. (2016). Gaze control in one versus one defensive situations in soccer players with various levels of expertise. *Perceptual and Motor skills*, 123(3), 769-783.
- Kuhn, G., Tatler, B. W., Findlay, J. M., & Cole, G. G. (2008). Misdirection in magic: Implications for the relationship between eye gaze and attention. *Visual Cognition*, 16(2-3), 391-405.
- Lai, M.-L., Tsai, M.-J., Yang, F.-Y., Hsu, C.-Y., Liu, T.-C., Lee, S. W.-Y., Tsai, C.-C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from

- 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10(0), 90-115.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>
- Maarseveen, M. J. v., Oudejans, R. R., Mann, D. L., & Savelsbergh, G. J. (2016). Perceptual-cognitive skill and the in situ performance of soccer players. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1-17.
- Mahlo, F. (1980). O acto tático em jogo. *Lisboa, Compendium, s/d*.
- Mann, D. L., Farrow, D., Shuttleworth, R., & Hopwood, M. (2009). The influence of viewing perspective on decision-making and visual search behaviour in an invasive sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(4), 546-546-564.
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- Martell, S. G., & Vickers, J. N. (2004). Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science*, 22(6), 689-712.
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information processing in motor skills*: Holt, Rinehart and Winston.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G.-J. (2017). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880.
- McPherson, S. (1994). The development of sport expertise: Mapping the tactical domain. *Quest*, 46 (2), 223-240.
- McPherson, S. L., & Kernodle, M. (2007). Mapping two new points on the tennis expertise continuum: Tactical skills of adult advanced beginners and entry-level professionals during competition. *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 945-959.
doi:10.1080/02640410600908035
- Newell, K. (1986). Constraints on the development of coordination. *Motor development in children: Aspects of coordination and control*.
- North, J. S., Ward, P., Ericsson, A., & Williams, A. M. (2011). Mechanisms underlying skilled anticipation and recognition in a dynamic and temporally constrained domain. *Memory*, 19(2), 155-168.

- North, J. S., Williams, A. M., Hodges, N., Ward, P., & Ericsson, K. A. (2009). Perceiving patterns in dynamic action sequences: Investigating the processes underpinning stimulus recognition and anticipation skill. *Applied Cognitive Psychology*, 23(6), 878-894.
- Oppici, L., Panchuk, D., Serpiello, F. R., & Farrow, D. (2017). Long-term practice with domain-specific task constraints influences perceptual skills. *Frontier Psychology*, 8, 1387.
- Panchuk, D., & Vickers, J. N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25(6), 733-752. doi:10.1016/j.humov.2006.07.001
- Raab, M., Bar-Eli, M., Plessner, H., & Araújo, D. (2019). The past, present and future of research on judgment and decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 25-32.
- Rienhoff, R., Tirp, J., Strauß, B., Baker, J., & Schorer, J. (2016). The ‘Quiet Eye’ and motor performance: A systematic review based on Newell’s constraints-led model. *Sports Medicine*, 46(4), 589-603.
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing*, 12(3), 301-310. doi:10.1007/s10339-011-0392-1
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2013). Perceptual-Cognitive Skills and Their Interaction as a Function of Task Constraints in Soccer. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35(2), 144-155.
- Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontier Psychology*, 7.
- Roca, A., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2012). Developmental activities and the acquisition of superior anticipation and decision making in soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1643-1652.
- Savelsbergh, G. J., Williams, A. M., Kamp, J. V. D., & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 279-287.

- Savelsbergh, G. J. P., Haans, S. H. A., Kooijman, M. K., & van Kampen, P. M. (2010). A method to identify talent: Visual search and locomotion behavior in young football players. *Human Movement Science*, 29(5), 764-776. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2010.05.003>
- Schiller, P. H., Haushofer, J., & Kendall, G. (2004). How do target predictability and precueing affect the production of express saccades in monkeys? *European Journal of Neuroscience*, 19(7), 1963-1968.
- Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297-1304 1298p. doi:10.1080/02640414.2016.1156241
- Tavares, F., & Casanova, F. (2013). A atividade decisional do jogador nos jogos desportivos coletivos. *Jogos desportivos coletivos: ensinar a jogar. Porto: Editora da Universidade do Porto.*
- Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., O'Hara, K., Leitão, J., & Cortinhas, A. (2013). Expertise effects on decision-making in sport are constrained by requisite response behaviours – A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 211-219. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.11.002>
- Tyldesley, D. A., Bootsma, R. J., & Bomhoff, G. T. (1983). Skill level and eye-movement patterns in a sport-oriented reaction time task. In *Rieder, H. et al. (ed.), Motorik- und Bewegungsforschung. Ein Beitrag zum Lernen im Sport (pp. 290-296). Schorndorf, Hofmann.*
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007). The Effects of Task Constraints on Visual Search Behavior and Decision-Making Skill in Youth Soccer Players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
- Vater, C., Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Effects of anxiety on anticipation and visual search in dynamic, time-constrained situations. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 5(3), 179.
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Champaign, IL, US: Human Kinetics.

- Vickers, J. N. (2009). Advances in coupling perception and action: the quiet eye as a bidirectional link between gaze, attention, and action. *Progress In Brain Research*, 174, 279-288. doi:10.1016/S0079-6123(09)01322-3
- Ward, P., Williams, A. M., & Ericsson, K. (2003). *Underlying mechanisms of perceptual-cognitive expertise in soccer*. Paper presented at the Journal of Sport & Exercise Psychology.
- Ward, P., & Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(1), 93-111.
- Williams, A. M., Casanova, F., & Teoldo, I. (2017). Anticipation. In V. Zeigler-Hill & T. K. Shackelford (Eds.), *Encyclopedia of Personality and Individual Differences* (pp. 491-494).
- Williams, A. M., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 69(2), 111-128.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. (1993). Visual search and sports performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(2), 55-65.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 737-750.
- Williams, A. M. (2009). Perceiving the intentions of others: how do skilled performers make anticipation judgments? *Progress in Brain Research*, 174, 73-83. doi:10.1016/S0079-6123(09)01307-7
- Williams, A. M., & Burwitz, L. (1993). Advance cue utilisation in soccer (Utilisation du signal visuel en football). In *Science and Football II : proceeding of the second world congress of science and football* (pp. 239-243). EFN SPON, London.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 65(2), 127-135.
- Williams, A. M., & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: some considerations when applying the expert performance approach. *Humam Movement and Science*, 24(3), 283-307. doi:10.1016/j.humov.2005.06.002

- Williams, A. M., & Ford, P. R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 4-18.
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442. doi:10.1002/acp.1710
- Williams, A. M., Hodges, N. J., North, J. S., & Barton, G. (2006). Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: investigating the essential information underlying skilled performance. *Perception*, 35(3), 317-332.
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301-318.
- Williams, A. M., Ward, P., Bell-Walker, J., & Ford, P. R. (2012). Perceptual-cognitive expertise, practice history profiles and recall performance in soccer. *British Journal of Psychology (London, England: 1953)*, 103(3), 393-411. doi:10.1111/j.2044-8295.2011.02081.x
- Williams, A. M., Ward, P., Starkes, J., & Ericsson, A. (2003). Perceptual expertise. *Performance in sports: Advances in research on sport expertise*, 219-249.
- Wilson, M. R., Wood, G., & Vine, S. J. (2009). Anxiety, Attentional Control, and Performance Impairment in Penalty Kicks. *31*(6), 761.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2012). Quiet-eye training, perceived control and performing under pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(6), 721-728.

ESTUDO II:

Habilidades Percetivo-Cognitivas Em Futebol: Uma Revisão Sistemática

RESUMO

A influência das habilidades percetivo-cognitivas tem sido amplamente divulgada na comunidade científica. Assim, e dando cumprimento aos pressupostos científicos de cariz sistemático, 45 estudos foram selecionados. Os estudos foram classificados de acordo com as específicas situações do constrangimento da tarefa, desde as situações da marcação de penáltis, dos jogos reduzidos e condicionados, bem como dos jogos formais com base em vídeo-simulados ou condições *in situ*. No que concerne à tarefa, vinte e dois estudos utilizaram a situação de Penálti, treze estudos os Jogos Reduzidos e Condicionados, nove estudos em Jogos Formais e um estudo combinou os Jogos Reduzidos e Condicionados e o Jogo Formal. Embora alguns estudos tenham sido publicados ao longo dos anos, identificamos que houve um maior número de publicações entre 2006 e 2017, com maior concentração entre 2009 e 2013. Esse período com maior número de publicações na área parece ter sido influenciado pelo crescente interesse em compreender o superior desempenho do futebolista no que concerne à dimensão psicológica, compreendidas também as habilidades percetivo-cognitivas. Como constrangimento da tarefa as situações de Penálti têm sido os mais recorrentes na literatura, nomeadamente em condições de vídeo-simulado. Além disso, através desta, os pesquisadores iniciaram estudos com delineamentos em condições *in situ*, aproximando as condições reais do terreno de jogo. Independentemente da situação, os estudos apresentaram diferentes perspetivas quanto à condição.

Palavras-chave: Habilidades percetivo-cognitivas; Procura Visual; Constrangimento da Tarefa; Futebol.

Perceptual-Cognitive Skills In Soccer: A Systematic Review

ABSTRACT

The influence of perceptual-cognitive skills has been widely reported in the scientific community. Thus, and in compliance with systematic scientific assumptions, 45 studies were selected. The studies were classified according to the specific situations of task constraint, such as penalty marking, Reduced and Conditioned Games, as well as Formal Games based on video-simulated or *in situ* conditions. Regarding the task, twenty-two studies used the situation of Penalty, thirteen studies the Reduced and Conditioned Games, nine studies in the Formal Games and one study combined the Reduced and Conditioned Games and the Formal Game. Although some studies have been published over the years, we found that there were a higher number of publications between 2006 and 2017, with a higher concentration between 2009 and 2013. This period with the largest number of publications in the area seems to have been influenced by the growing interest in understanding the superior performance of the soccer player regarding the psychological dimension, including the perceptive-cognitive skills. Understanding job embarrassment situations of Penalty have been the most recurrent in the literature, particularly in video-simulated conditions. In addition, through this, the researchers began studies with designs *in situ* conditions, approximating the actual conditions of the playing field. Regardless of the situation, the studies presented different perspectives on the condition.

Key Words: Perceptual-cognitive skills; Visual Search; Task Constraint; Soccer.

INTRODUÇÃO

O desempenho superior no Futebol tem sido investigado através de múltiplas variáveis de rendimento, de entre as quais se destacam as habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à antecipação e à tomada de decisão (TD)¹⁻². As habilidades perceptivo-cognitivas englobam a capacidade de procurar, captar e processar as informações relevantes do ambiente de jogo, a fim de selecionar as ações (i.e., respostas psicomotoras) mais apropriadas³. Essas habilidades são representadas pela utilização avançada de pistas posturais e pelo reconhecimento de padrões, pelas probabilidades situacionais e pelo comportamento da procura visual^{1, 4}. Por exemplo, é suposto que os futebolistas disponham de eficaz percepção visual para identificarem situações-chave, tendo em conta a necessidade de extraírem informações relevantes, provenientes das ações do(s) oponente(s) e do(s) companheiro(s) de equipe, a fim de gerarem decisões assertivas para o desempenho de alto nível⁵.

Desde a década de 90 do século passado, as pesquisas têm tentado representar a realidade do jogo, de acordo com a disponibilidade tecnológica para investigar as habilidades que sustentam a antecipação e a TD, com a utilização de diferentes métodos (p. ex., condições em dispositivo/vídeo ou *in situ*), técnicas (i.e., oclusão de imagem ou ponto-de-luz (PDL), medidas dos movimentos oculares e relatos verbais vinculados às habilidades cognitivas^{1, 6-7}. A habilidade perceptivo-cognitiva tem sido amplamente investigada através do comportamento da procura visual, com base nos registos oculares da visão foveal/central e da visão parafoveal/periférica¹, bem como com recurso a técnicas de relatos verbais⁸, objetivando identificar o processamento informacional relevante à efetividade da TD.

Helsen e Pauwels⁹ investigaram as habilidades perceptivo-cognitivas de futebolistas peritos e novatos em uma variedade de tarefas relacionadas a simulações ofensivas (p. ex., Jogos Reduzidos e Condicionados (JRCs) de 2vs2, 3vs3 e fragmento de jogo, como um tiro livre direto). Os autores identificaram que os peritos apresentaram um tempo de reação (i.e., início de movimento) significativamente mais rápido e mais preciso em suas decisões, as quais foram suportados por uma mais eficiente estratégia de procura visual.

Nas últimas décadas, os cientistas do desporto têm procurado compreender como os peritos se distinguem dos seus pares quanto à proficiência relativa às habilidades perceptivo-cognitivas e ao processamento da informação¹. Assim, tem sido investigada o desempenho dos futebolistas em condições relativas a tarefas motoras, respostas fisiológicas, esforço mental e/ou estados de ansiedade, em conjunto com tarefas específicas de futebol¹⁰⁻¹³.

Os investigadores têm aplicado diferentes situações acerca do treino e do jogo de Futebol em situações de “fragmentos de jogo”, caso da marcação do Penálti¹⁴⁻¹⁵, e em simulações de jogos de oposição, nomeadamente os JRCs (p. ex., 3vs3, 5vs5)¹⁶⁻¹⁷, e “jogos formais” (p. ex., 11vs11)^{12, 18}. Essas situações características do Futebol têm sido aplicadas com base em vídeo-simulados que envolvem as perspectivas em 1ª e 3ª pessoa e/ou à perspectiva aérea através de cenas defensivas e/ou ofensivas de jogo⁷. Recentemente, as condições *in situ* têm sido exploradas pela literatura através de delineamentos de estudos que optam pelas condições “abertas” no âmbito do jogo, dentre elas, os constrangimentos da tarefa em situações da marcação de penáltis¹⁹⁻²⁰.

Apesar do aperfeiçoamento tecnológico e do avanço nos pressupostos teóricos para avaliar as habilidades perceptivo-cognitivas, os pesquisadores ainda enfrentam o desafio de reproduzir e controlar as limitações dos delineamentos em que se tentam aproximar da realidade em campo²¹. Assim, admitimos ser apropriado realizar uma revisão sistemática relativa às diversas questões levantadas acerca da pesquisa perceptivo-cognitiva no futebol, relacionadas com o superior desempenho dos futebolistas, bem como suas implicações em termos de planeamento e implementação de treinamento relativos ao constrangimento da tarefa.

MÉTODOS

Procura Literária

Utilizando as ferramentas *Web of Knowledge*, EBSCO, SCOPUS e PUBMED como base de busca, foi realizada uma pesquisa sistematizada, com o objetivo de encontrar todos os documentos disponíveis acerca das habilidades perceptivo-cognitivas que continham medidas de procura visual. A pesquisa dos manuscritos foi realizada em janeiro de 2019, com restrição de publicação até dezembro de 2018. As palavras-chave a que se recorreu, com os respectivos acoplamentos, foram: "soccer", "football"

combinado com "eye tracker", "eye tracking", "eye movement", "visual search", "visual behavio(u)r", "visual attention", "anticipation", "visual perception", "occlusion", "quiet eye", "cue use".

Critérios de Seleção

Os critérios de elegibilidade para estudos a considerar foram: (i) O título dever conter pelo menos uma palavra-chave; (ii) Tratar-se de estudo empírico; (iii) Incluir futebolistas masculinos; (iv) Ter utilizado constrangimentos de tarefas representativas e específicas de Futebol; (v) Considerar medidas de registro dos movimentos oculares.

No presente estudo foram excluídos: (i) Resumos; (ii) Artigos de revisão, conferências, editoriais, capítulos de livros, artigos de revisões narrativas e anais de congressos; (iii) Pesquisas que incluíssem participantes do sexo feminino, ou participantes do sexo feminino e masculino no mesmo estudo, bem como as que envolvessem árbitros e/ou treinadores ou participantes de outras modalidades desportivas (por exemplo, vôlei, hóquei etc.); (iv) Trabalhos que não considerassem medidas de movimento ocular, ou que apresentassem insuficiências metodológicas.

A pesquisa foi realizada com base nas diretrizes por Itens de Relatórios Preferenciais para a Revisão Sistemática e Meta-análise (*PRISMA*)²².

Codificação das situações dos constrangimentos da tarefa

Os estudos foram classificados de acordo com a especificidade dos constrangimentos da tarefa, nomeadamente, "Situações de marcação de Penálti", "Jogos Reduzidos e Condicionados" e "Jogo Formal", com base em vídeo-simulados ou condições *in situ*. Relativamente às *Situações de marcação de Penálti*, foram incluídas avaliações envolvendo o guarda redes e/ou marcadores. Para o domínio dos *Jogos Reduzidos e Condicionados* (JRC) foram considerados os estudos que aplicaram situações em microestruturas de jogo, ou com um menor número de jogadores em relação ao jogo formal, por exemplo, 3vs3, 3vs2 ou 1vs1. Relativamente à categoria Jogo Formal, foram incluídos os estudos em que se recorreu a tarefas com base em macroestruturas, tais como as situações de 11vs11, tendo em conta as regras oficiais do futebol²³.

RESULTADOS

A triagem inicial originou 1070 documentos. Desses, 869 documentos foram excluídos como não relevantes para a presente revisão, reduzindo-os para 201 artigos. Foram identificados e excluídos 11 estudos duplicados e 26 estudos de revisão. Uma triagem adicional dos 164 estudos restantes resultou na exclusão de 82 artigos, visto que as amostras utilizaram praticantes de outras modalidades desportivas. Os 82 restantes foram verificados de maneira detalhada, tendo-se excluído 48. Ao final foram selecionados 45 estudos que preencheram todos os critérios para a revisão sistemática (ver Figura 1).

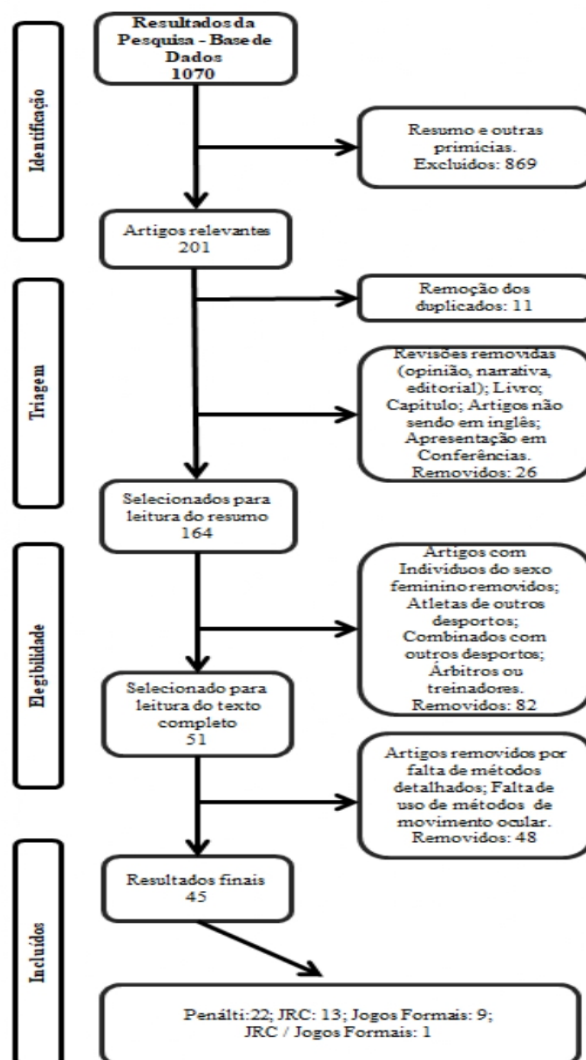


Figura 1 – Fluxograma dos artigos incluídos com base no método PRISMA.

Características do nível de amostra, Perspectivas dos estímulos e técnicas adotadas nos estudos.

Os estudos selecionados recorreram a futebolistas provenientes de distintos níveis competitivos: profissional, semiprofissional, amador, recreativo e universitário; apenas quatro estudos utilizaram sujeitos em um grupo controle. Quanto às perspectivas e técnicas dos estímulos, a pesquisa *in situ* foi utilizada em sete estudos, ponto-de-luz (PDL) em um, técnica de oclusão de imagem em quinze, vídeo na terceira pessoa em um estudo e vídeo na primeira pessoa em dezessete estudos. Em termos das tarefas utilizadas, vinte e dois estudos utilizaram a situação de Penáلتi, treze os Jogos Reduzidos e Condicionados (JRC), nove em Jogo formal e um combinou os JRC e Jogo Formal.

Marcação de Penáلتi

A Tabela 1 apresenta os estudos disponíveis em que foi utilizado como constrangimento da tarefa a marcação de *Penáلتi* em duas situações. Enquanto as consideradas *Penáلتi* avaliaram marcadores de penáلتi as consideradas *Penáلتi-GR*, avaliaram as ações defensivas dos guarda-redes. Dos vinte e dois estudos selecionados, nove adotaram a condição de vídeo-simulado (três para os marcadores e seis para os guarda redes), onze adotaram a condição *in situ* (um avaliando os guarda redes e seis os marcadores) e dois estudos adotaram ambos os métodos e avaliaram exclusivamente os guarda-redes. Inicialmente, entre 2002 e 2005, apenas dois estudos avaliaram o comportamento da procura visual dos guarda-redes, bem como o seu desempenho, no que se reporta aos pontapés de penáلتi defendidos e à sua resposta de movimento. A partir de 2006, os estudos centraram-se na avaliação de comportamentos perceptivos e o desempenho dos marcadores durante as fases de execução da ação em direção à bola. Entre 2009 e 2011, percebe-se o interesse em diferentes abordagens no delineamento dos estudos em relação às variáveis investigadas, visto que as investigações indagaram fatores relacionados ao indivíduo, para além do cumprimento da tarefa. Foram manipulados estados de ansiedade e diferentes situações de ações simuladas nas marcações de penáلتi. Outros estudos também analisaram diferentes medidas a partir de dados do comportamento da procura visual (i.e., *quiet eye*). Por exemplo, Piras e Vickers²⁴ verificaram se o tipo de remate influenciaria os locais de fixação durante o

desempenho nas situações em que ocorreram defesas e gols associadas à medida indicada “*quiet eye*”.

A partir de 2009 constata-se a aplicação de condições *in situ*. Wilson et al.²⁵ examinaram a influência do estado da ansiedade no desempenho e na procura visual dos guarda-redes durante situações de penálti. Como *follow-up*, outros pesquisadores usaram as condições *in situ* ou compararam o comportamento da procura visual em condição de vídeo-simulado e *in situ*. Embora se tenha notado uma diminuição de trabalhos publicados nos últimos anos, novas hipóteses foram levantadas para verificar o desempenho dos guarda-redes em condições de vídeo-simulado, adicionando-se um grupo de controle experimental. Outra situação investigada esteve relacionada com simulações de pontapés de penáltis. Ou seja, os marcadores são filmados “simulando” suas intenções de remate, as quais foram utilizadas para comparar o desempenho antecipatório dos guarda-redes com as situações de marcações sem simulações^{14, 26}. Os autores Wood e Wilson²⁷ investigaram o efeito da ansiedade estado sobre a medida “*quiet eye*” e desempenho de defesas. Outras investigações examinaram a procura visual e o desempenho através do comportamento motor manipulando condições de orientação acerca do pontapé de penálti relativas a direção do movimento do goleiro para esquerda ou direita²⁸.

Tabela 1: Características metodológicas e variáveis utilizadas dos estudos selecionados que aplicaram situações Penálti.

Autores	Tarefas	Condições	Variáveis e medidas	Medidas de procura visual	Áreas de interesse
Savelsbergh et al. 2002	Penálti_GR.	Vídeo.	Antecipação: Penalidades salvas, lado correto, altura correta, proporção de correção, tempo de início do movimento do joystick, tempo de reação.	Taxa de pesquisa (número de fixações visuais; número de áreas fixadas; duração da fixação), percentagem de tempo de exibição.	1) cabeça; 2) ombros; 3) braços; 4) tronco; 5) quadris; 6) perna dominante; 7) perna não dominante; 8) bola; 9) não classificada.
Savelsbergh et al. 2005	Penálti_GR.	Vídeo.	Tempo de Reação: Inicie o estímulo e o joystick de movimento; Antecipação: Penalidades salvas, lado correto, altura correta, proporção de correção, tempo de início do movimento do joystick.	Porcentagem de tempo de visualização, taxa de pesquisa (número de fixações visuais; número de áreas fixadas; duração média de fixação).	1) cabeça; 2) quadris; 3) perna de chute; 4) perna sem chute; 5) não classificada.
Bakker et al. 2006	Remates de Penálti.	Vídeo.	Instrução para Localização da Fixação: Sem instrução, guarda redes e espaço; Precisão: Número de penalidades com o olhar direcionado em um dos quatro locais, número de penalidades bem-sucedidas e malsucedidas em função da localização do olhar.	Fixação inicial do olhar; localização da fixação inicial.	1) guarda redes; 2) espaço.
Kim, Lee, 2006	Penálti_GR.	Vídeo.	Antecipação: Sucesso e sem sucesso Condições: Movimento iniciado, movimento de aproximação e chute de balanço.	Tempo de fixação, frequência de fixação e posição de fixação.	1) cabeça; 2) ombro; 3) braço; 4) corpo; 5) cintura; 6) perna de apoio; 7) perna de chute; 8) zona entre a bola e perna de apoio; 9) esfera de uma bola.
Núñez et al. 2009	Remates de Penálti.	Vídeo.	Tempo de resposta: Tempo decorrido; Tomada de Decisão: Eficiência no número de respostas bem sucedidas.	Localização da fixação.	1) cabeça, ombros e clavícula; 2) tronco, cotovelos e quadril; 3) terço distal do fêmur e joelhos e terço proximal das tíbias e fíbulas; 4) terço proximal das tíbias e fíbulas às pontas dos dois pés.
Wilson et al. 2009	Remates de Penálti.	<i>In situ</i> .	Ansiedade: Níveis de ansiedade cognitivos e somáticos auto referido. Performance: Gols marcados. Condições: Ameaça baixa; alta ameaça.	Duração total da fixação, tempo para a primeira fixação no guarda redes; tempo de preparação, número de fixação.	1) guarda redes; 2) área da baliza.
Binsch et al. 2010	Remates de Penálti.	Vídeo.	Condições: Irônico; não irônico, instrução. Condições de performance: Precisão; fora	Duração da fixação (fixação inicial; início da fixação final).	1) área do guarda redes; 2) espaço aberto direito; 3) espaço aberto esquerdo.

			do guarda redes; espaço aberto.	localização da fixação.	
Dicks M, Button C, Davids K, 2010	Penáti_GR.	Vídeo/In situ.	Performance: Média de penalidades salvas e o momento de início da resposta; Condições: Simulação de vídeo verbal; movimento de simulação de vídeo; in situ verbal; movimento <i>in situ</i> ; interceptação <i>in situ</i> .	Taxa de pesquisa (número de fixações; número de áreas fixadas; duração da fixação), tempo de visualização (localização das fixações).	1) cabeça do cobrador; 2) parte superior do corpo (incluindo braços); 3) perna e quadril superiores; 4) perna e quadril superiores perna de apoio; 5) perna (incluindo pé); 6) perna de apoio (incluindo pé); 7) relva entre o jogador e a bola; 8) bola; 9) relva na frente da bola; 10) outra.
Wood, Wilson, 2010	Remates de Penáti.	In situ.	Ansiedade: Níveis de ansiedade cognitivos e somáticos autor relatados. Performance: Precisão de disparo, tiros perdidos, tiros salvos, duração de pré-disparo. Controle de atenção: Fase de observação e fase de execução.	Número total de fixações, tempo total de visualização e duração da última fixação na bola.	Não reportado.
Button et al. 2011	Penáti_GR.	Vídeo/In situ.	Performance: Média de penalidades salvas e o momento de início da resposta; Condições: Simulação de vídeo verbal; movimento de simulação de vídeo; in situ verbal; movimento <i>in situ</i> ; interceptação <i>in situ</i> .	Média do número de fixações, média do número de áreas fixadas e a média da duração da fixação por cada tentativa.	1) cabeça do cobrador; 2) parte superior do corpo (incluindo braços); 3) perna e quadril superiores; 4) perna e quadril superiores perna de apoio; 5) perna (incluindo pé); 6) perna de apoio (incluindo pé); 7) relva entre o jogador e a bola; 8) bola; 9) relva na frente da bola; 10) outra.
Kamp J, 2011	Remates de Penáti.	Vídeo.	Performance: Proporção de bolas arremessadas para o lado correto e a proporção de bolas perdidas. Momento de mergulho: Antes; durante; depois do contacto com a bola.	Porcentagem de tempo de visualização.	1) parte superior do corpo do goleiro (ou seja, cabeça, braços e tronco); 2) parte inferior do corpo do guarda redes (quadril, pernas e pés); 3) áreas esquerda e direita entre o guarda redes e os postes (isto é, dois terços externos da meta projetada); 4) a área da baliza em torno do guarda redes (ou seja, o terço médio da meta projetada); 5) o piso entre a tela e a bola, incluindo a bola; 6) outros.
Piras, Vickers, 2011	Penáti_GR.	In situ.	Performance: Percentual de defesas, localização de tiros na rede, durações de fase do guarda redes, duração da fase do cobrador da penalidade; Condições: Remates com a parte interna e peito do pé.	Análise de fixação (global), transições de fixação.	1) Cabeça / ombros; 2) quadris / pernas / pés; 3) bola; 4) pivô visual; 5) outros.
Wood, Wilson, 2011	Remates de Penáti.	In situ.	Ansiedade: Níveis de ansiedade cognitiva autor referidos; Performance: Precisão dos remates, remates perdidos, remates salvos, duração de pré-remate. Controle de atenção: fase de observação e fase de execução.	Número total de fixações, tempo total de visualização, tempo total de visualização e duração da última fixação na bola.	Não reportado.
Tay et al. 2012	Remates de Penáti.	Vídeo.	Condições: ações enganosas e não enganosas (taxa média de economia, %).	Percentual do tempo de exibição para cada área de interesse (AOIs).	1) cabeça do cobrador de penáti; 2) parte superior do corpo incluindo braços; 3) perna e pé de apoio; 4) perna e pé de remate; 5) coxa e quadril da perna de apoio; 6) coxa e quadril da perna de remate; 7) bola; 8) relva entre o cobrador e a bola; 9) relva na frente da bola. Não reportado.
Wood, Wilson, 2012	Remates de Penáti.	In situ.	Ansiedade: Níveis de ansiedade cognitivos e somáticos auto relatados. Performance: Precisão de remate.	QE (definido como a última fixação no alvo).	
Hüttermann S, M Liesner F, 2013	Remates de Penáti.	In situ.	Condição do olhar: Mantenha o olhar livre de fixação, olhando para o centro; Condições de distância: Cedo, meio, tarde; Direções de movimento GR: (esquerda, direita) A média do número de identificações de canto e a média do número de gols marcados.	Periférica (condição de olhar livre); Visão foveal (centro de aparência).	1) cabeça do cobrador de penáti; 2) parte superior do corpo incluindo braços; 3) perna e pé de apoio; 4) perna e pé do remate; 5) coxa e quadril da perna de apoio; 6) coxa e quadril da perna do remate; 7) bola; 8) relva entre o cobrador e a bola; 9) relva na frente da bola.
Timmis M A, Turner K, Van Paridon K, 2014	Remates de Penáti.	In situ.	Condições: Guarda redes presente e não presente. Situações: Resultado de penalidade, velocidade do jogador, posição final do jogador.	Comprimento da tentativa, comprimento total de fixação relativo, número relativo de fixações.	1) bola; 2) guarda redes; 3) baliza; 4) outros.
Woolley et al. 2015	Remates de Penáti.	Vídeo.	Condições: Controle de teste e manipulado. Psicofisiológico: Nível de confiança. Habilidade antecipatória: Porcentagem de previsões corretas.	Média do número e da duração das fixações, número de alterações na localização, média da duração e localização das fixações finais.	1) cabeça, 2) meio; 3) quadris; 4) perna de chute; 5) perna de apoio; 6) remate; 7) pé; 8) pé de apoio; 9) bola; 10) não classificado.
Wood et al. 2017	Remates de Penáti.	In situ.	Condições: livre e direcionado. Performance: precisão de tiro.	QE: localização e duração.	Cada metade da meta foi dividida em seis zonas de 61 cm, e estas foram usadas para mapear a localização da fixação de QE de cada poste (0 cm) para o centro da meta (183 cm).
Navia et al. 2017	Remates de Penáti.	In situ.	Performance: Porcentagem de bolas defendidas, das quedas para o lado da bola e para movimentos corretos.	Proporção do tempo gasto ao olhar para o baterador e para a bola.	1) cabeça do cobrador de penáti; 2) tronco; 3) quadril; 4) ambos os pés; 5) espaço entre a bola e baterador; 6) perna de remate; 7) perna de apoio; 8) espaço entre a bola e perna de apoio; 9) bola parada; 10) espaço entre a bola e guarda redes; 11) deslocamento da bola; 12) outros.
Kurz J, Hegele M Munzert J, 2018	Remates de Penáti.	In situ.	Condição: Não enganar o guarda redes olhando para direção contrária ou rematando para lado oposto ou diminuindo a corrida de aproximação; Condições de distância: Corrida de aproximação dividida em 4 fases; Performance: Número de gols marcados e localização final da bola na direção horizontal.	Média do número e da duração das fixações do olhador do baterador.	1) bola; 2) área alvo; 3) centro da baliza; 4) área oposta; 5) chão; 6) outros.
Timmis et al. 2018	Remates de Penáti.	In situ.	Condição: Não enganar o guarda redes; Performance: Marcar o máximos de gols; QE com base na duração da última fixação na bola antes do contato com a mesma.	QE: localização e duração.	1) espaço anterior à bola; 2) bola.

Jogos Reduzidos e Condicionados

A Tabela 2 apresenta os estudos selecionados com recurso aos JRC. Inicialmente, dois estudos publicados em 1997 e 1998 investigaram as habilidades perceptivo-cognitivas em menor complexidade de constrangimento da tarefa (i.e., 3vs3 e 1vs1). Em um dos experimentos, Williams e Davids²⁹ analisaram o comportamento da procura visual em tarefas de 3 vs 3 em condições de vídeo-simulado. Em outro estudo, Williams e Davids¹⁷ aplicaram tarefas de 3vs3 e 1vs1 com o objetivo de avaliarem o comportamento da procura visual, bem como a atenção seletiva e o desempenho antecipatório em cada tarefa.

Após uma aparente ausência de investigações com recurso aos JRC, entre 2006 e 2010 seis estudos foram verificados. Savelsbergh et al.³⁰ utilizaram a condição em vídeo-simulado em tarefas de igualdade numérica (i.e., 4vs4) para verificar a influência dos comportamentos de deslocamento do portador da bola. Dois outros estudos realizados por Vaeyens et al.¹⁶ e Vaeyens et al.³¹ adotaram diferentes JRC, desde um menor número de participantes até tarefas com um maior número envolvidos em condições de vídeo-simulado (ou seja, 2vs1 e 5vs3, respetivamente). Embora esses dois estudos apresentarem delineamentos semelhantes, Vaeyens et al.³¹ realizaram um estudo quase-experimental para investigar as habilidades perceptivo-cognitivas.

Após os estudos acima mencionados, os pesquisadores levantaram hipóteses relacionadas com o desempenho e a procura visual em situações de 1vs1, visto que os participantes foram examinados na tentativa de antecipar a direção do drible em condição de vídeo-simulado³². Adicionalmente, Mann et al.³³ verificaram a TD e o comportamento da procura visual de jovens futebolistas em diferentes JRC sob duas perspectivas de visualização (ou seja, perspectiva do solo e perspectiva aérea).

Estudos preliminares têm sido realizados nas condições *in situ* em JRC, explorando diferentes perspetivas, com o intuito de oferecer uma direção inicial e uma melhor compreensão em investigações deste tipo³⁴⁻³⁵. Têm sido utilizadas diferentes variáveis do comportamento da procura visual, bem como distintas dimensões do campo e do número de jogadores, com destaque para os JRC com um menor número de jogadores³⁶⁻³⁷.

Tabela 2: Características metodológicas e variáveis utilizadas dos estudos selecionados que aplicaram situações de Jogos Reduzidos e Condicionados.

Autores	Tarefas	Condições	Variáveis e medidas	Medidas de procura visual	Áreas de interesse
Williams, Davids, 1997	11vs11; 3vs3.	Vídeo.	Antecipação: Tempo de resposta e erro de resposta verbal. Relatório verbal: Ordem de pesquisa, localização da atenção visual, taxa de pesquisa.	Ordem de fixação, localização de fixação e taxa de pesquisa.	1) caixa, 2) direita, 3) esquerda.
Williams, Davids, 1998	3vs3; 1vs1.	Vídeo.	Antecipação: Tempo de iniciação, tempo de movimento, tempo de resposta, precisão de resposta.	Ordem de fixação, localização de fixação e taxa de pesquisa.	3vs3: 1) jogadores posicionados no à direita da tela; 2) jogadores no lado esquerdo da tela; 3) parte superior do corpo (isto é, acima da cintura), 4) parte inferior do corpo; (isto é, abaixo da cintura e incluindo a bola) do jogador em posse da bola. 1vs1: 1) área abaixo dos joelhos do atacante (incluindo a bola); 2) torso do atacante (ou seja, acima dos joelhos e abaixo dos ombros); 3) cabeça e ombros do atacante.
Savelsbergh <i>et al.</i> 2006	4vs4.	Vídeo.	Antecipação: Tempo de reação; tempo de movimento; interceptação de bola correta; Deslocamento: total; antes que o passador de bola faça contato com a bola depois que o passador de bola fizer contato com a bola de pé.	Taxa de procura (número de fixação visual e duração de fixação), percentual do tempo de visualização (localização de fixação).	1) bola; 2) passe do jogador; 3) outros jogadores; 4) lado da bola; 5) espaço entre a bola e passe do jogador; 6) campo em frente da bola (na direção do movimento da bola); 7) campo atrás da bola; 8) sem classificação.
Vaeyens <i>et al.</i> 2007	2vs1; 3vs1; 3vs2; 4vs3; 5vs3.	Vídeo.	Tomada de decisão: Tempo de decisão e precisão de resposta.	Taxa de pesquisa (número de fixações visuais e duração de fixação por segundo), ordem de fixação, localização da fixação.	1) atacante amarelo; 2) jogador em posse da bola; 3) bola; 4) atacante não marcado; 5) atacante estreitamente marcado por um defensor; 6) defensor; 7) goleiro; 8) espaço livre; 9) não especificado.
Vaeyens <i>et al.</i> 2007	2vs1; 3vs1; 3vs2; 4vs3; 5vs3	Vídeo.	Antecipação: Tempo de decisão e precisão de resposta.	Taxa de pesquisa (número de fixação visual e duração da fixação por segundo), localização da fixação, ordem de fixação.	1) atacante amarelo; 2) jogador em posse da bola; 3) bola; 4) atacante não marcado; 5) atacante estreitamente marcado por um defensor; 6) defensor; 7) guarda redes; 8) espaço livre; 9) não especificado.
Bertrand, Thullier, 2009	1vs1.	Vídeo.	Tarefa de predição: Porcentagem da resposta correta referente à direção do drible, previsão precisa da bola, final do terceiro frame para cada sequência.	Número e média da duração das fixações, localização da fixação, média da localização e duração da primeira fixação, transição de fixação.	1) cabeça e ombros; 2) tronco; 3) perna não principal; perna principal; 4) bola.
Mann <i>et al.</i> 2009	2vs1; 3vs2; 4vs3; 5vs4; 4vs4; 5vs5.	Vídeo.	Condições: Jogador e perspectiva aérea. Habilidades de tomada de decisão; Condições da procura visual: Séries temporais em cliques.	Taxa de busca (número médio de fixação; duração média da fixação); localização de fixação (9); transições de fixação (sequência).	1) jogador em posse da bola; 2) atacante; 3) atacante estreitamente marcado por um defensor; 4) defensor; 5) espaço aberto no qual um invasor pode executar; 6) meta ou guarda redes; 7) bola; 8) outro local não específico; 9) transição sádica.
Savelsbergh <i>et al.</i> 2010	4vs4.	Vídeo.	Antecipação: Número de pontos para interceptação do passe; antes e depois (quantidade de deslocamento de locomoção antes / depois do passador de bola fazer contato com a bola).	Percentual de tempo de exibição (quantidade de tempo que os participantes gastaram fixando várias áreas da exibição ao tentar antecipar a direção da bola).	1) antes da bola (na direção do movimento da bola); 2) bola; 3) depois da bola; 4) jogador em posse de bola; 5) receber jogador (ou seja, aquele que iria receber a bola, mas ainda não estava na posse); 6) outros jogadores; 7) Último segundo do clipe: a cabeça, tronco e pernas.
Krzepota J, Stepinski M, Zwierko T, 2016	1vs1.	Vídeo.	Apenas medidas da procura visual.	Número, duração e regiões de todas as fixações do olhar, percentagem de tempo de visualização.	1) zona em frente do portador da bola / pé; 2) bola / pé; 3) joelho / canela; 4) coxa / quadril; 5) tronco / braço; 6) cabeça; 7) zona além do jogador e da bola.
Van Maarseveen <i>et al.</i> 2016	3vs 2+GR.	Vídeo.	Performance: Antecipação, tomada de decisão e reconhecimento de padrões.	Taxa de procura, duração e ordem das fixações e entropia.	1) atacante na posse da bola; 2) atacante sem bola; 3) defensor; 4) guarda redes; 5) bola; 6) campo / espaço; 7) mancha central no campo / espaço; 8) atacante sem bola marcado de perto pelo defensor; 9) atacante com a bola marcado de perto pelo defensor; 10) outro.
Oppici <i>et al.</i> 2017	6vs6.	<i>In situ.</i>	Condições: A área de jogo em que o jogador estava quando realizou o passe (IPA); tempo de recepção, o tempo que a bola levou para viajar do companheiro da equipa para o participante com o rastreador de olho.	Número médio de fixações por tentativa, duração média de fixação, número médio de locais de fixação por tentativa, tempo de visualização percentual.	1) jogador em posse da bola; 2) bola; 3) adversário; 4) companheiro de equipe; 5) espaço.
Bagatin <i>et al.</i> 2017	2vs1+GR.	<i>In situ.</i>	Condições: 1º e 2º momentos de jogo. Performance: eficácia do comportamento tático defensivo; Esforço subjetivo: Esforço percebido despendido na tarefa	Número de fixações por local, duração da fixação e número de fixações por local.	1) portador da bola; 2) bola; 3) espaço do portador da bola; 4) espaço livre em campo; 5) indefinido.
Padilha <i>et al.</i> 2017	2vs1+GR.	<i>In situ.</i>	Condições: 1º e 2º momentos de jogo; Performance: Eficácia do comportamento tático defensivo.	Número de fixação, duração da fixação, número de fixação por local e percentual da duração de fixação por local.	1) portador da bola; 2) bola; 3) espaço do portador da bola; 4) espaço livre em campo; 5) indefinido.
Gredin <i>et al.</i> 2018	2vs2.	Vídeo.	Antecipação: Precisão e eficiência. Esforço percebido: esforço cognitivo.	Número de fixação, duração da fixação no portador da bola nos jogadores sem bola.	1) portador da bola; 2) atacante sem bola; 3) outro defensor.

Jogos Formais

A Tabela 3 apresenta os estudos disponíveis em que utilizaram situações em *Jogos Formais*. Dos nove estudos disponíveis, dois optaram por jogos oficiais em vídeo para investigar variáveis em que os avaliados foram solicitados em reconhecer padrões situacionais, em conjunto com medidas da procura visual. Os outros sete estudos adotaram as condições em vídeo-simulado, uma vez que quatro aplicaram vídeos em

perspetiva aérea e os outros dois desenvolveram uma simulação de um jogo em vídeo-simulado em "tamanho real". Não obstante, o primeiro estudo observado em nossa triagem nessa categoria conduzido por Williams et al.³⁸, procurou investigar o comportamento da procura visual de futebolistas experientes e inexperientes em situações de 11vs11 em vídeo-simulado. Em seguida outros estudos propuseram experimentos relacionados com os *Jogos Formais*^{29, 39}. Em um deles foi aplicado situações de 11vs11 em condições de vídeo-simulado compilando variáveis de procura visual e de relatos verbais. Após uma longa ausência de estudos em situações de *Jogos Formais*, em 2009, North et al. (2009) investigaram o comportamento da procura visual e o reconhecimento de padrões situacionais ao comparar sujeitos peritos e não-peritos em condições de vídeo-simulado com a técnica PDL.

Por conseguinte, as habilidades perceptivo-cognitivas foram examinadas em condições de vídeo, na perspetiva da primeira pessoa em “tamanho real”, simulando o posicionamento de um defesa central. Assim, Roca et al.¹⁸ verificaram o efeito da manipulação de constrangimentos da tarefa em situações de jogo denominadas como *próximas* e *distantes*, tomando como referência o portador da bola e a linha do meio campo. Posteriormente, questões acerca do efeito das demandas físico-fisiológicas foram abordadas em condições de vídeo-simulado em perspetiva aérea^{12, 40}. Destes, Casanova et al.¹² submeteram os futebolistas a um protocolo específico de exercício intermitente de futebol em conjunto com medidas do comportamento da procura visual e relatos verbais, bem como o desempenho antecipatório. Recentemente, foram levantadas hipóteses acerca da influência e da relação da ansiedade e da criatividade nas habilidades perceptivo-cognitivas e no desempenho na tarefa^{11, 41}.

Tabela 3: Características metodológicas e variáveis utilizadas em estudos selecionados que aplicaram situações de Jogo Formal.

Autores	Tarefas	Condições	Variáveis e medidas	Medidas de procura visual	Áreas de interesse
Williams <i>et al.</i> 1994	11vs11.	Vídeo.	Antecipação: Tempo de resposta, erro de resposta verbal erro de resposta do computador.	Ordem de fixação, localização de fixação e taxa de pesquisa;	1) caixa de referência; 2) jogador que recebeu o passe final ou a área de destino final da bola; 3) outra área do display.
Williams, Davids, 1997	11vs11; 3vs3.	Vídeo.	Antecipação: Tempo de resposta e erro de resposta verbal. Relato verbal: Ordem de pesquisa, localização da atenção visual, taxa de pesquisa.	Ordem de fixação, localização de fixação e taxa de pesquisa.	1) caixa; 2) direita; 3) esquerda.
North <i>et al.</i> 2009	Jogo Oficial.	Vídeo / PLD.	Condições: Exibição de vídeo e ponto de luz. Antecipação: Percentagem de precisão. Reconhecimento: Resposta de reconhecimento e tempo de decisão.	Número de fixações, número de localizações fixadas, localização da fixação, duração da fixação, percentagem do tempo de visualização (função de FL), transições de fixação.	1) guarda redes; 2) defensivo; 3) ofensivo; 4) bola; 5) não classificado.
Cañal-Bruland <i>et al.</i> 2011	Jogo Oficial.	Vídeo.	Condições: Ofensiva; defensivo, não estruturado; Performance: Janela contingente do olhar final, tempo visual, tempo de detecção, tempos de resposta.	Número de fixações, duração das fixações.	Não reportado.
Roca <i>et al.</i> 2011	11vs11.	Vídeo.	Antecipação: Precisão de resposta; Condições: Tarefa próxima e distante do portador da bola. Relatos verbais: declarações relativas às situações de jogo e a tomada de decisão.	Taxa de pesquisa (média do número de fixações, média dos locais de fixação, duração média da fixação), percentual do tempo de visualização (por áreas do visor).	1) jogador em posse da bola; 2) bola (isto é, voo da bola); 3) atacar o jogador da equipa; 4) defender o jogador da equipa; 5) espaço (isto é, áreas de espaço livre no campo de futebol em que nenhum jogador está localizado); 6) não classificado.
Casanova <i>et al.</i> 2013	11vs11.	Vídeo.	Níveis de esforço: frequência cardíaca, lactato sanguíneo; Antecipação: precisão de resposta; Condições: quatro momentos de intensidade. Relatos verbais: técnica de declarações relativas às situações de jogo e a tomada de decisão.	Número de fixações, duração da fixação e número de locais de fixação, percentual da duração de fixação por local.	1) bola; 2) companheiro de equipa; 3) oposição; 4) jogador em posse da bola; 5) indefinido.
Roca <i>et al.</i> 2013	11x11.	Vídeo.	Antecipação: Precisão de Resposta; Condições: Tarefa próxima e distante do portador da bola. Relatos verbais: técnica de declarações relativas às situações de jogo e a tomada de decisão.	Número médio de fixações, média dos locais de fixação, duração média de fixação) e percentual da duração de fixação por local..	1) jogador em posse da bola; 2) bola (isto é, voo de bola); 3) jogador adversário; 4) companheiro de equipa; 5) espaço (isto é, áreas de espaço livre no campo de futebol em que nenhum jogador está localizado); 6) não classificado.
Martins <i>et al.</i> 2014	11x11.	Vídeo.	Níveis de esforço: Frequência cardíaca, lactato sanguíneo. Antecipação: Precisão de Resposta. Condições: Baixa intensidade e alta intensidade.	Número de fixações, duração da fixação e número de locais de fixação.	1) bola; 2) companheiro de equipa; 3) opositor; 4) jogador em posse da bola; 5) indefinido.
Vater C, Roca A, Williams A M, 2015	11x11.	Vídeo.	Antecipação: Precisão e tempo na resposta. Esforço cognitivo: Prontidão mental, esforço mental. Relatos verbais: técnica de declarações relativas às situações de jogo e a tomada de decisão.	Número de fixações, duração de fixação, número de fixação por local, tempo de visualização percentual.	1) jogador em posse da bola; 2) bola; 3) adversário; 4) companheiro de equipa; 5) espaço.
Roca <i>et al.</i> 2018	11x11.	Vídeo.	Antecipação: Precisão na resposta; Criatividade na tomada de decisão; confirmação verbal após cada ação executada, bem como a forma com que se faria. Condições: Tarefa próxima e distante do portador da bola	Número de fixações, duração da fixação e número de locais de fixação, percentual da duração de fixação por local.	1) jogador em posse da bola; 2) bola; 3) espaço; 4) atacante; 5) companheiro de equipa ameaçado; 6) defensor; 7) outro.

DISCUSSÃO

Na presente revisão sistemática foram considerados estudos que avaliaram as habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à TD de futebolistas em situações específicas do Futebol. Na tentativa de identificar de que modo às investigações têm contribuído para o desenvolvimento científico da área, foram analisados os delineamentos dos estudos, acerca dos métodos utilizados, aos constrangimentos da tarefa relacionados com as situações de jogo e treino do Futebol, bem como as variáveis utilizadas na análise de um contexto específico envolvendo as essas habilidades.

Como mostram os resultados, tem havido um aumento no interesse em investigar as habilidades perceptivo-cognitivas no futebol. Em um dos primeiros estudos, Williams *et al.*³⁸ levantaram questões para buscar entender a resposta do desempenho dos futebolistas no quis diz respeito às habilidades perceptivo-cognitivas em situações de *Jogos Formais*. Embora alguns estudos tenham sido publicados ao longo dos anos,

identificamos que houve um maior número de publicações entre 2006 e 2014, com maior concentração entre 2009 e 2012.

Já quando observados os estímulos aplicados pelos investigadores, verifica-se que a maioria dos estudos utilizou condições de vídeo-simulado durante as avaliações. Esse método tem apresentado distintas perspetivas de avaliação, quer seja em primeira pessoa, ou em terceira pessoa, assim como diferentes perspetivas angulares do ponto de vista do avaliado (e.g., perspetiva aérea)⁷. Apesar das diferentes perspetivas estarem sendo utilizadas pelos investigadores, parece que quando os jogadores são avaliados em ângulos distintos em condições de vídeo-simulado, mantendo o constrangimento da tarefa e a mesma perspetiva (i.e., terceira pessoa), evidenciam alterações no desempenho e no comportamento percetivo-cognitivo³³.

Em conjunto com a aplicação das cenas por vídeo-simulado, podemos observar que a técnica de oclusão temporal foi utilizada em quinze estudos. Através dessa técnica é ocluída uma parte do vídeo, (ou parte da informação) em um tempo determinado (e.g., 5 segundos), no momento que antecede a realização de uma ação considerada como evento crítico de extração de informações pelos avaliados, por exemplo, o momento em que o portador da bola realiza um passe, condução ou remate¹. Tal permite com que os investigadores compreendam o que distingue participantes de diferentes níveis competitivos, identificando como e quais as informações extraídas anteriormente pelos avaliados suportam a antecipação e uma TD mais adequada^{1, 42}.

Recentemente, têm sido desenvolvidas pesquisas em condições *in situ*, a fim de compreender como os jogadores mobilizam as suas habilidades percetivo-cognitivas em situações reais do terreno. Neste âmbito, Piras e Vickers²⁴ conduziram um experimento ao comparar as condições em vídeo-simulado e *in situ*, apresentando diferenças em seus resultados, quando examinados o desempenho e a percepção visual (i.e., procura visual). Não obstante, os resultados encontrados pelos autores justificam alguma cautela, uma vez que ambas as situações apresentam vantagens e limitações quanto à compreensão das habilidades percetivo-cognitivas em seus delineamentos de pesquisa e na consequente análise das informações.

Mann et al.⁶ conduziram uma meta-análise relativa às habilidades percetivo-cognitivas no desporto, tendo verificado as diferentes variáveis consideradas e de que modo foram analisadas, no que tange as condições em que o delineamento do estudo foi aplicado (i.e., vídeo, slide estático e *in situ*). Os autores sugerem ter havido um maior efeito entre as variáveis nos testes de campo (ou seja, *in situ*) em relação aos testes com

base em vídeo e slide ao comparar atletas peritos e não-peritos. Os investigadores não encontraram estudos que examinassem situações JRCs. No entanto, eles destacam a atenção especial para a aplicação da situação *in situ* e o nível de controle sobre o delineamento do estudo, especialmente na avaliação de constrangimentos de tarefas com um maior grau de liberdade para as movimentações relativas ao jogo. Concomitantemente, os autores destacam as vantagens dos experimentos realizados em ambientes laboratoriais, porquanto estes viabilizam um controle mais preciso das variáveis investigadas.

Em resumo, vinte e dois dos 45 estudos selecionados sistematicamente utilizaram situação de *Penáلتi* em detrimento das demais possibilidades, as quais apresentaram treze estudos que aplicaram JRC e nove as situações em *Jogos Formais*. Tal interesse por *Penáلتi* pode ser considerado para algumas razões: i) situação decisiva de jogo; ii) desafio entre dois jogadores em uma situação de confronto direto" iii) menor complexidade para avaliar os participantes, e/ ou iv) maior controle no delineamento de pesquisa. Provavelmente esse conjunto de razões podem suportar o porquê da situação de penáلتi apresentar um maior volume de publicações apresentada nessa revisão sistemática.

Marcação de Penáلتi

A estratégia de busca a que se recorreu no presente estudo permitiu identificar que os estudos que aplicaram a situação de penáلتi, avaliando o desempenho e as habilidades perceptivo-cognitivas dos guarda-redes e/ou dos marcadores, em sua maioria, optaram por condições de vídeo-simulado. Além disso, enquanto as condições em vídeo-simulado foram mais frequentemente utilizadas para avaliar os guarda-redes, os delineamentos em condições "*in situ*" centraram-se nos marcadores. Este marco na literatura parece apresentar a preocupação dos investigadores em compreender amplamente os comportamentos do desempenho dessa situação, seja do ponto de vista do marcador, ou do guarda-redes.

Os estudos iniciais tencionaram examinar o desempenho e os comportamentos perceptivo-cognitivos dos guarda-redes, bem como o efeito da instrução sobre os marcadores, promovendo indicações acerca das respostas dos futebolistas de diferentes níveis de experiência em situações de penáلتi em vídeo-simulado. Após um período pobre em publicações, a partir de 2009 houve um aumento na preocupação dos investigadores em compreender quais fatores afetam o desempenho em situações de

penáلت. Deste modo, foram levantadas questões para indagar como o nível de ansiedade estado pode afetar as habilidades perceptivo-cognitivas em contextos distintos. Ou seja, ao verificar como as simulações de movimento (do marcador ou do guarda-redes) antecedendo a cobrança e diferentes tipos de instruções, podem afetar o desempenho e a procura visual dos avaliados em defender ou marcar um penáلت¹⁵. O acréscimo de publicações nesse âmbito possibilitou compreender de maneira alargada o efeito de diferentes variáveis sobre as habilidades perceptivo-cognitivas em marcação de penáلت.

Paralelamente, deu-se início ao delineamento de pesquisas em condições *in situ*, o que parece ter possibilitado uma aproximação das investigações ao contexto real do terreno. Independentemente da condição aplicada, estas informações podem fornecer indicativos para compreender o comportamento dos futebolistas no momento de defender ou marcar um penáلت, de modo a suportar informações para a melhoria das orientações e treinamentos aplicados.

Jogos reduzidos e condicionados

Inicialmente, dois estudos investigaram diferentes situações de JRCs (i.e., 3vs3 e 1vs1) recorrendo a medidas de procura visual e a relatos verbais. Posteriormente, verificou-se uma carência de estudos explorando os JRCs para examinar as habilidades perceptivo-cognitivas. Essa lacuna observada em nossa busca, parece ter sido influenciada por alguns aspetos: i) maior interesse na compreensão de situações provenientes de jogos oficiais, ou seja, situações de 11vs11 e marcação de penáلتis; ii) preferência por situações decisivas, tais como marcação de penáلتis; e iii) numerosas situações de JRC envolvendo a relação numérica, espacial e de regras, o que dificulta o desenvolvimento de condições em vídeo-simulado, bem como a direção do interesse científico.

Apesar disso, entre 2006 e 2010 foram publicadas investigações dirigidas à compreensão dos comportamentos perceptivo-cognitivos dos futebolistas em distintas situações de JRC, desde situações de 1vs1 até um maior número de jogadores (i.e., 5vs3)^{16, 43}. Nesse período foram configurados diferentes delineamentos no que tange à relação numérica como constrangimento da tarefa, assim como diferentes perspectivas de vídeo simulado³³.

Após outra lacuna identificada em publicações, no que concerne os JRCs, Krzepota et al.⁴⁴ examinaram a procura visual de jogadores durante tarefas defensivas de 1vs1, dado terem constatado que se tratava de uma situação recorrente e decisiva em

jogos oficiais. Os investigadores agruparam os participantes em futebolistas experientes, menos experientes e não-futebolistas, sugerindo que os experientes se fixavam em um menor número de locais, o que indicia uma estratégia mais eficiente de procura visual, promovendo um melhor desempenho.

Recentemente, a literatura divulgou estudos preliminares em condições *in situ* que têm estimulado cientificamente os pesquisadores da especialidade. Todavia, e até ao momento da realização da busca dos artigos nessa revisão sistemática, não foram encontrados estudos que tivessem examinado as habilidades perceptivo-cognitivas diretamente no terreno de jogo, no que toca aos JRC ⁴⁵. Tal pode dever-se às limitações tecnológicas à data da recolha das investigações, bem como à dificuldade de controlar as variáveis em função das interações das ações ao longo de um JRC realizado no próprio terreno⁴⁶. Importa ainda referir a escassez de estudos que examinaram estas habilidades em conjunto com variáveis de desempenho técnico-tática avaliadas em campo, para além de que apresentaram diferentes desenhos experimentais associados a essa.

Assim, sugere-se que futuros estudos explorem outras questões no que concerne as habilidades perceptivo-cognitiva em situações de JRC. Em condições de vídeo-simulado, afigura-se conveniente optar por delineamentos que considerem variáveis multifacetadas, tais como estados de ansiedade e emocionais, além do efeito da manipulação de constrangimentos da tarefa em relação a um maior número de jogadores (e.g., 8vs8) e em perspetiva de primeira pessoa. Já ao se tratar de aplicações *in situ*, parece justificar-se examinar o efeito de diferentes tarefas em situações de jogo, bem como distintas manipulações de constrangimentos que submetam os jogadores ao *stress* físicos, mentais e/ou ambientais. Desta forma, torna-se conveniente ter em conta a importância no controle das variáveis ao longo dos testes, de modo a garantir informação válida e confiável na avaliação e análise dos participantes^{21, 46}.

Jogo formal

Com um pioneiro delineamento de estudo, Williams et al.³⁸ examinaram as habilidades perceptivo-cognitivas de futebolistas, com recurso a medidas de movimento ocular e de desempenho antecipatório em situação de 11vs11, em vídeo-simulado. Depois disso, nota-se uma ausência na literatura até ao ano de 2009, quanto ao recurso ao jogo formal para avaliar as habilidades perceptivo-cognitivas (ver Tabela 3). Após tal lacuna, North et al.⁴⁷ realizam um estudo para verificar o comportamento da procura

visual em conjunto com o padrão de recordar e reconhecer, comparando o desempenho de jogadores em vídeo-simulado com a técnica de PDL. A partir desse estudo, os pesquisadores voltaram seus questionamentos para as situações de jogo formal, sobretudo, abordando questões multifacetadas, investigando, por exemplo, a influência da sobrecarga física sobre as habilidades perceptivo-cognitivas.

Tendo em conta o crescente número de publicações, percebe-se o interesse dos investigadores quanto à denominada *manipulação de constrangimentos*, com o intuito de perceber como as habilidades perceptivo-cognitivas de futebolistas de diferentes níveis competitivos respondem em função de alterações provocadas, sejam elas inerentes ao indivíduo, à tarefa ou ao ambiente⁴⁸.

Recentemente, Roca et al.⁴⁹ investigaram o modo como futebolistas de diferentes níveis competitivos usam suas habilidades perceptivo-cognitivas quando confrontados com tarefas de 11vs11 em vídeo-simulado. Os autores propuseram uma nova percetivo de primeira pessoa “em tamanho real” no delineamento do estudo, possibilitando aos avaliados a interação de seus comportamentos com os vídeos expostos, ao executarem curtos movimentos para indicarem suas escolhas. Já Casanova et al.¹² verificaram o efeito do estresse físico-fisiológico (i.e., manipulação de constrangimento do indivíduo) através de um protocolo intermitente, avaliando as habilidades perceptivo-cognitivas em vídeo-simulado, em terceira pessoa. Posteriormente, Vater et al.^{11, 50} verificaram o efeito da ansiedade na resposta perceptivo-cognitiva dos futebolistas quando submetidos à manipulação de tarefas em situações *próximas* e *distantes*, em perspetiva de primeira pessoa em “tamanho real”, em vídeo-simulado de 11vs11.

Esse avanço no interesse de examinar como os diferentes constrangimentos influenciam as habilidades perceptivo-cognitivas em situações de jogos formais, tem contribuído para melhor compreender a variabilidade da performance consoante as diferentes tarefas e tipos de estresse a que os futebolistas são submetidos em uma partida. Apesar da contribuição dos estudos citados, pesquisas com delineamento de carácter experimental, abordando um protocolo de treinamento das habilidades perceptivo-cognitivas com base em vídeo-simulado, bem como delineamentos experimentais que explorem a realidade virtual, podem colaborar para um avanço do conhecimento em relação às situações de jogo formal.

Limitações e futuras investigações

A presente revisão sistemática apresenta algumas limitações quanto ao seu delineamento inicial. Embora se tenha agrupado os estudos em relação às situações específicas de treino e jogo de Futebol, não foram realizadas análises que verificassem qualitativamente os critérios utilizados pelos estudos selecionados. Ao mesmo tempo, partindo da identificação do delineamento dos estudos no que tange os métodos, nomeadamente as diferentes situações do Futebol aplicadas nas distintas condições, não foram abordadas as manipulações de constrangimentos realizadas nos estudos e de que maneira elas afetam os futebolistas.

Portanto, conduzir uma nova revisão sistemática, em que seja considerada a manipulação dos constrangimentos do indivíduo, tarefa e ambiente, verificando de que maneira os delineamentos das investigações têm colaborado com a literatura científica relativa às habilidades perceptivo-cognitivas, poderá oferecer informações relevantes para melhor se entender o contributo dos diferentes estudos realizados. Deste modo, tal poderá fornecer indicativos de futuras direções que as investigações podem explorar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática teve como objetivo verificar como os estudos têm sido usados para investigar as habilidades perceptivo-cognitivas através das medidas do comportamento da procura visual e relatos verbais em situações específicas do treino e jogo de Futebol.

A partir do delineamento proposto, verificámos que os estudos que requisitaram como constrangimento da tarefa situações da marcação de penálti têm sido os mais recorrentes na literatura. Além disso, através dessa específica tarefa os pesquisadores iniciaram estudos com delineamentos em condições *in situ*, objetivando avaliações mais próximas das condições reais do terreno de jogo. Também, independentemente da situação, os estudos apresentaram diferentes perspetivas quando utilizadas as condições de vídeo-simulado.

Apesar dos estudos apresentarem métodos e medidas de avaliação similares, os delineamentos apresentam claras diferenças quanto às condições em que são aplicados. Entretanto, as informações aqui expostas podem oferecer um suporte na identificação de lacunas no que concerne os métodos de investigação que tencionam avaliar as habilidades perceptivo-cognitivas no âmbito do Futebol.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com o suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

1. Williams AM, Ford PR, Eccles DW, Ward P. Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*. 2011;25(3):432-42.
2. Williams AM, Ericsson KA. Perceptual-cognitive expertise in sport: some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement and Science*. 2005;24(3):283-307.
3. Marteniuk RG. Information processing in motor skills: Holt, Rinehart and Winston; 1976.
4. Casanova F, Oliveira J, Williams M, Garganta J. Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2009;9(1):115-22.
5. Williams AM, Ward P, Bell-Walker J, Ford PR. Perceptual-cognitive expertise, practice history profiles and recall performance in soccer. *British Journal of Psychology* (London, England: 1953). 2012;103(3):393-411.
6. Mann DT, Williams AM, Ward P, Janelle CM. Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2007;29(4):457-78.
7. Padilha MB, Casanova F, Bagatin R. Avaliações e investigações acerca das habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão nos jogos desportivos coletivos. In: Tavares F, Casanova F, editors. *A Tomada de Decisão nos Jogos Desportivos Coletivos: Do laboratório ao terreno de jogo*. 1. OPorto: FADEUP; 2017.
8. Ward P, Williams AM. Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2003;25(1):93-111.
9. Helsen W, Pauwels JM. The relationship between expertise and visual information processing in sport. In: Starkes JL, Allard F, Starkes JL, Allard F, editors. *Cognitive issues in motor expertise. Advances in psychology*, Vol. 102. Amsterdam, Netherlands: North-Holland/Elsevier Science Publishers; 1993. p. 109-34.

10. Smith MR, Zeuwts L, Lenoir M, Hens N, De Jong LMS, Coutts AJ. Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*. 2016;34(14):1297-304 8p.
11. Vater C, Roca A, Williams AM. Effects of anxiety on anticipation and visual search in dynamic, time-constrained situations. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*. 2016;5(3):179.
12. Casanova F, Garganta J, Silva G, Alves A, Oliveira J, Williams AM. Effects of Prolonged Intermittent Exercise on Perceptual-Cognitive Processes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2013;45(8):1610-7.
13. Binsch O, Oudejans RR, Bakker FC, Savelsbergh GJ. Ironic effects and final target fixation in a penalty shooting task. *Human Movement Science*. 2010;29(2):277-88.
14. Woolley T, Crowther R, Doma K, Connor J. The use of spatial manipulation to examine goalkeepers' anticipation. *Journal of Sports Sciences*. 2015;33(17):1766-74.
15. Wood G, Wilson MR. A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28(9):937-46.
16. Vaeyens R, Lenoir M, Williams AM, Mazyn L, Philippaerts RM. The Effects of Task Constraints on Visual Search Behavior and Decision-Making Skill in Youth Soccer Players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2007;29(2):147-69.
17. Williams A, Davids K. Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1998;69(2):111-28.
18. Roca A, Ford PR, McRobert AP, Williams AM. Perceptual-Cognitive Skills and Their Interaction as a Function of Task Constraints in Soccer. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 2013;35(2):144-55.
19. Dicks M, Button C, Davids K. Availability of advance visual information constrains association-football goalkeeping performance during penalty kicks. *Perception*. 2010;39(8):1111-24.
20. Timmis MA, Turner K, van Paridon KN. Visual search strategies of soccer players executing a power vs. placement penalty kick. *PloS one*. 2014;9(12):e115179.
21. Roca A, Williams AM. Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontiers in psychology*. 2016;7.
22. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Reprint--preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. 2009;89(9):873.

23. Ford PR, Yates I, Williams AM. An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: Exploring the link between science and application. *Journal of Sports Sciences*. 2010;28(5):483-95.
24. Piras A, Vickers JN. The effect of fixation transitions on quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: Instep versus inside kicks. 2011;12(3):245- 55
25. Wilson MR, Wood G, Vine SJ. Anxiety, Attentional Control, and Performance Impairment in Penalty Kicks. 2009;31(6):761.
26. Tay, C. S., Chow, J. Y., Koh, M., & Button, C. (2012). The effectiveness of keeper-independent penalty kicks using fake visual cues from penalty takers. *International Journal of Sport Psychology*, 43(5), 403-419.
27. Wood G, Wilson MR. Quiet-eye training, perceived control and performing under pressure. *Psychology of Sport and Exercise*. 2012;13(6):721-8.
28. Hüttermann S, Memmert D, Liesner F. Finding the happy medium: An analysis of gaze behavior strategies in a representative task design of soccer penalties. *Journal of Applied Sport Psychology*. 2014;26(2):172-81.
29. Williams A, Davids K. Assessing cue usage in performance contexts: A comparison between eye-movement and concurrent verbal report methods. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. 1997;29(3):364-75.
30. Savelsbergh GJP, Onrust M, Rouwenhorst A, Van Der Kamp J. Visual search and locomotion behaviour in a four-to-four football tactical position game. *International Journal of Sport Psychology*. 2006;37(2-3):248-64.
31. Vaeyens R, Lenoir M, Williams AM, Philippaerts RM. Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal Motor Behaviour*. 2007;39(5):395-408.
32. Bertrand C, Thullier F. Effects of player position task complexity in visual exploration behavior in soccer. *International Journal of Sport Psychology*. 2009;40(2):306-23.
33. Mann DL, Farrow D, Shuttleworth R, Hopwood M. The influence of viewing perspective on decision-making and visual search behaviour in an invasive sport. *International Journal of Sport Psychology*. 2009;40(4):546-64.
34. Padilha M, Bagatin R, Milheiro A, Tavares F, Casanova F, Garganta J. Visual search behavior and defensive tactical performance during small-sided conditioned soccer games. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2017; (S1A):358-66.

35. Oppici L, Panchuk D, Serpiello FR, Farrow D. Long-term practice with domain-specific task constraints influences perceptual skills. *Frontiers in Psychology*. 2017;8:1387.
36. Bagatin R, Padilha M, Milheiro A, Rodrigues G, Tavares F, Casanova F. Perception and action in soccer: Performance comparison under different perceived effort intensities in Small-Sided and Conditioned Games. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2017; (S1A):367-74.
37. Gredin NV, Bishop DT, Broadbent DP, Tucker A, Williams AM. Experts integrate explicit contextual priors and environmental information to improve anticipation efficiency. *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 2018;24(4):509.
38. Williams AM, Davids K, Burwitz L, Williams JG. Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1994;65(2):127-35.
39. Helsen WF, Starkes JL. A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*. 1999;13(1):1.
40. Martins F, Garganta J, Oliveira J, Casanova F. The Contribution of Perceptual and Cognitive Skills in Anticipation Performance of Elite and Non-Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Science*. 2014;4(5):143-51.
41. Roca A, Ford PR, Memmert D. Creative decision making and visual search behavior in skilled soccer players. *PloS One*. 2018;13(7):e0199381.
42. Abernethy B. Visual search in sport and ergonomics: Its relationship to selective attention and performer expertise. *Human Performance*. 1988;1(4):205-35.
43. Nagano T, Kato T, Fukuda T. Visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field. *Perceptual and Motor Skills*. 2004;99(3):968-74.
44. Krzepota J, Stępiński M, Zwierko T. Gaze control in one versus one defensive situations in soccer players with various levels of expertise. *Perceptual and Motor Skills*. 2016;123(3):769-83.
45. McGuckian TB, Cole MH, Pepping G-J. A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*. 2017;36(8):861-80.

46. Causer J, Barach P, Williams AM. Expertise in medicine: using the expert performance approach to improve simulation training. *Medical Education*. 2014;48(2):115-23.
47. North JS, Williams AM, Hodges N, Ward P, Ericsson KA. Perceiving patterns in dynamic action sequences: Investigating the processes underpinning stimulus recognition and anticipation skill. *Applied Cognitive Psychology*. 2009;23(6):878-94.
48. Williams AM, Janelle CM, Davids K. Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2004;2(3):301-18.
49. Roca A, Ford PR, McRobert AP, Williams AM. Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing*. 2011;12(3):301-10.
50. Núñez FJ, Oña A, Raya A, Bilbao A. Differences between expert and novice soccer players when using movement precues to shoot a penalty kick. *Perceptual and Motor Skills*. 2009;108(1):139-48.
51. Button C, Dicks M, Haines R, Barker R, Davids K. Statistical modelling of gaze behaviour as categorical time series: what you should watch to save soccer penalties. *Cognitive Processing*. 2011;12(3):235-44.
52. van der Kamp J. Exploring the merits of perceptual anticipation in the soccer penalty kick. *Motor Control*. 2011;15(3):342-58.
53. Wood G, Wilson MR. Quiet-eye training for soccer penalty kicks. *Cognitive Processing*. 2011;12(3):257-66.
54. Wood G, Vine SJ, Parr J, Wilson MR. Aiming to deceive: Examining the role of the quiet eye during deceptive aiming actions. *Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2017;39(5):327-38.
55. Navia JA, Dicks M, van der Kamp J, Ruiz LM. Gaze control during interceptive actions with different spatiotemporal demands. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 2017;43(4):783.
56. Kurz J, Hegele M, Munzert J. Gaze behavior in a natural environment with a task-relevant distractor: how the presence of a goalkeeper distracts the penalty taker. *Frontiers in Psychology*. 2018;9:19.
57. Timmis MA, Piras A, van-Paridon KN. Keep Your Eye on the Ball; the Impact of an Anticipatory Fixation During Successful and Unsuccessful Soccer Penalty Kicks. *Frontiers in Psychology*. 2018;9:2058.

58. Canal-Bruland R, Lotz S, Hagemann N, Schorer J, Strauss B. Visual span and change detection in soccer: An expertise study. 2011;23(3):302-10.
59. Savelsbergh GJP, Haans SHA, Kooijman MK, van Kampen PM. A method to identify talent: Visual search and locomotion behavior in young football players. Human Movement Science. 2010;29(5):764-76.

ESTUDO III

Perceptual-Cognitive Skills in Soccer: A Systematic Review

Based on Newell's Constraints-Led Framework

Abstract:

We attempt to further synthesise material to better identify how the different constraints researchers have manipulated influence the manner in which different perceptual-cognitive skills are used to guide anticipation and decision-making in soccer. Thus, 51 studies were selected fulfilling all criteria for the systematic review. The studies were categorized based on Newell's constraints-led framework and on Williams and co-worker's (2004) conceptualization of gaze behaviours according to various constraints (i.e., *Performer, Task and Environment*). The results showed that 31 studies manipulated one constraint. Moreover, we observed that studies have manipulated more performer and task constraints than others. It may look like it seems more interesting to investigate constraints linked to game and measures that may affect the player directly. We verified that a variety of stimulus influence the perceptual-cognitive skills when constraints are manipulated. Since this systematic review we suggested to manipulate more often the interaction of constraints either in video-based, in situ or virtual environments.

Key-words: perceptual-cognitive skills, eye-movement, constraints-led, soccer,

INTRODUCTION

The game of soccer requires players to make quick and accurate decisions and to perform the appropriate action response (Stratton, 2004). In order to perform such tasks effectively, players have to acquire relevant perceptual-cognitive skills. These skills include the ability to scan, pick-up and process relevant cues from the environment in order to select the appropriate responses or actions the present moment requires (Marteniuk, 1976). Moreover, these skills include postural cue usage, pattern recognition, the use of situational probabilities and effective gaze behaviours (Williams, Ford, Eccles, & Ward, 2011). These skills have been examined across different sports, using various skill groupings, and where the specific task demands have been manipulated (Afonso, Garganta, McRobert, Williams, & Mesquita, 2012; Broadbent, Causer, Ford, & Williams, 2015; Casanova et al., 2013; McRobert, Williams, Ward, & Eccles, 2009; A. Mark Williams, Singer, & Frehlich, 2002).

Scientists have used methods such as eye-movement recording (Williams et al., 2011) and the collection of verbal reports (Ward & Williams, 2003) to identify the key cues and thought processes underpinning superior performance (Broadbent, Causer, Williams, & Ford, 2015; Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007; Williams et al., 2011). Since the early 90s researchers have sought to represent the reality of the game in an attempt to understand how players perform anticipate and make decisions under various test conditions where physiological workload, mental effort and/ or anxiety levels have all been manipulated (Binsch, Oudejans, Bakker, & Savelsbergh, 2010; Casanova et al., 2013; Smith et al., 2016; Vater, Roca, & Williams, 2016).

Recently, McGuckian et al. (2017) carried out a systematic review to examine the technology, methods, designs employed in previous research as well as to synthesise key findings. They suggested that in future researchers should seek to employ more realistic experimental designs where athletes are free to move in response to different action scenarios. Williams, Janelle, and Davids (2004) proposed a framework based on Newell's model (1986) linking visual search behaviour in sports tasks taking into consideration different constraints, namely constraints concerning *Performer, Task and Environment* (Rienhoff, Tirp, Strauß, Baker, & Schorer, 2016; Roca & Williams, 2016).

In this paper, we attempt to further synthesise material to better identify how the different constraints researchers have manipulated influence the manner in which different perceptual-cognitive skills are used to guide anticipation and decision-making in soccer.

A systematic review of the research in this area in soccer should enable us to better understand superior performance in the sport.

METHODS

Literature search

Using MEDLINE, PUBMED, EBSCO, SPORTSdiscus and Web of Knowledge as search engines, an online exploration was undertaken to find all available documents dealing with visual search behaviour in soccer players. This process was completed in January 2020. We subsequently narrowed down our search to the period 1994 to 2019. The following keywords were entered into the system: "soccer", "football" combined with "eye tracker", "eye tracking", "eye movement", "visual search", "visual behaviour", "decision making", "decision-making", "visual attention", "anticipation", "visual", "visual perception", "occlusion", "quiet eye" and "cue use".

Selection criteria

The inclusion criteria for selected studies were: (1) the title should contain at least one keyword; (2) be empirical in nature; (3) include male soccer players from "healthy" samples; (4) use representative/specific soccer tasks; (5) and include measures involving eye-movement recording methods. Papers were excluded if one or more of these criteria applied: (1) only the abstract was available; (2) the contribution was a review papers, book chapter, narrative paper, conference proceedings, or was not written in English; (3) female participants or a combination of males and females were used, or participants were referees and/or coaches or reported participants from the others sports as well; (4) the paper lacked insufficient details regarding the methods employed. In order to ensure proper assessment quality, we followed the guidelines by Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis (PRISMA) (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009).

Codification of constraint manipulations

The studies were categorized based on Newell' constraints-led model and on Williams and co-worker's (2004) conceptualization of gaze behaviours according to various constraints (i.e., *Performer, Task and Environment*). We adopted a classification system based on whether these constraints were adopted: (i) *Manipulation*, when studies manipulated only one constraint; (ii) *Interaction Manipulation*, that is, when studies

manipulated two constraints at the same time such as Performer-Task interaction (P-T), Performer-Environment interaction (P-E) and Task-Environment interaction (T-E), and (iii) *Associative studies*, when the constraints were not manipulated (Rienhoff et al., 2016).

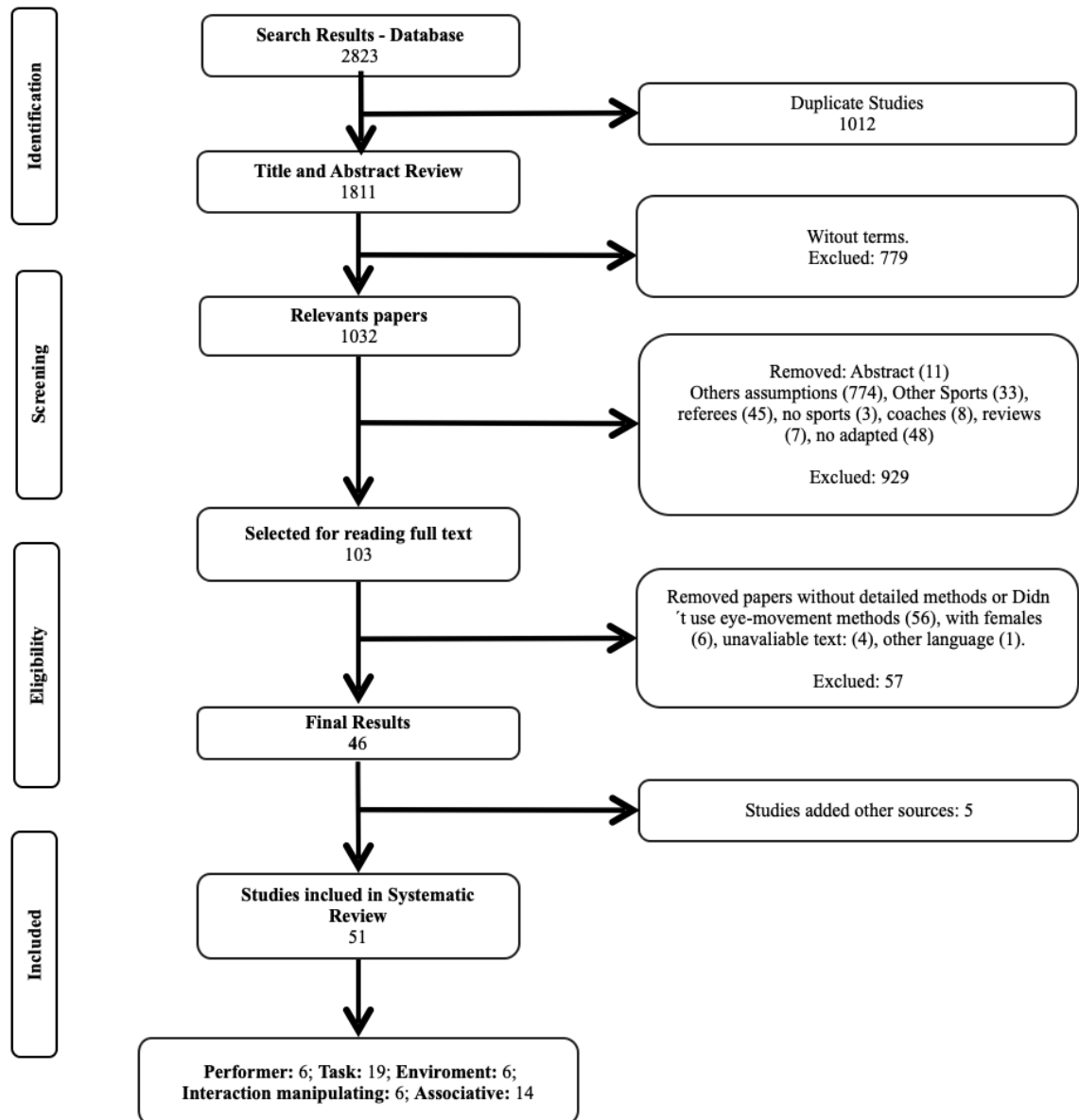


Figure 1: Search strategy flow chart adapted from PRISMA.

RESULTS

The initial identification produced 2823 results. After an initial screening, 1012 documents were excluded as non-relevant for our review, and the list narrowed down to 1811 putative papers. According to the title and abstracts reviewed, 1032 were selected as relevant papers. Subject to the procedures outlined, an additional 929 studies were

excluded. A further screening of the remaining 103 studies resulted in the exclusion of 57 papers. Our final count included 46 studies. After screening by other sources, such as references list from the selected papers, five more studies were added. Thus, 51 studies were select fulfilling all criteria for the systematic review (see Figure 1).

Interaction and manipulating constraints

The results will be displayed according to the same three classifications, namely, *Manipulating*, *Interaction manipulating*, and *Associative* studies (Rienhoff et al., 2016).

Out of the 51 selected studies, 31 studies manipulated one constraint. Altogether, researchers manipulated a *Performer constraint* (e.g., anxiety or fatigue), using different tasks (e.g., penalty-kick vs. open-play situations). When the *Task constraint* (e.g., 5 vs. 3 and 3 vs. 2) was manipulated, we located 19 studies, which involved the use of small-sided and conditioned games (i.e., microstates from the game) and penalty. A total of 6 studies were shown to have manipulated the *Environment constraint* (e.g., video and point-light-display – PLD - manipulation). With regard to the *Interaction manipulating*, 6 studies assessed outfield players and goalkeeper with different designs, adopting the video-based condition and *in situ* condition. For *Associative*, we classified 14 studies that did not manipulate any constraint and/or maintained it stable in their designs.

Performer constraint manipulation

When studies manipulated the *Performer constraint*, studies' designs maintained the *Task* and *Environment* constraints without any changes (See table 1). Thus, the *Performer constraint* had was manipulated by 6 studies. Three studies evaluated players' perceptual-cognitive skills and performance through the cognitive states and visual stimuli, such as anxiety and threat conditions under pressure conditions (low and high states).

Another two studies had manipulated the *Performer constraint*, submitting players under physiological fatigue conditions for evaluating perceptual-cognitive skills. Another one submitted players under deceptive and non-deceptive action situation.

Task constraint manipulation

The studies considered for manipulating the *Task constraints*, those who maintained stable constraints for the *Performer* and *Environment constraints*. The task

may be manipulated through changes in the task complexities, for example, numerical relations of the players (see table 2).

From 19 studies classified as *Manipulating Tasks*, five of them applied video-based small-sided and conditioned games (SSCG) (i.e., microstates from the game). Four studies compared smaller complexity vs. more complexity numerical relation in numerical equality and numerical difference, whilst one study applied the same SSCG design (i.e., 4vs.4) for examining the numerical relation on the different action situations.

Of the other five studies two manipulated dribbling stiles in 1vs.1 situation and three applied 11vs.11 task constraint, once one of them examined the players' perceptual-cognitive on unlike open-play and set-play situations as well. Other two research manipulated the task constraint through the structured and unstructured actions based on official match situations and near and far actions during 11vs.11 based on video. Another study examined different kick types in penalty task constraint.

Three applied different instruction directing the gaze as, i) *positive* (e.g., to fixate on the space) and *negative* (e.g., do not fixate goalkeeper) *instructions* or by *questioning*. Moreover, another three studies applied instruction situations combined with training protocol, whereas one of these studies compared the perceptual-cognitive skills on the verbal instruction and with training by video, as well as deceptive and non-deceptive condition during penalty kick task or under two *instruction gaze conditions* (i.e., *Performer constraints*) during penalty kick task with and without goalkeeper (i.e., *Task constraints*).

Environment constraint manipulation.

The *Environment constraint* concerns the external manipulation over the players' body and behaviour. Studies have manipulated the *Environment constraint* in their designs to submit players under different external stimuli, such as information extraction in different displays (e.g., video or slide), keeping up stable the *Task* and *Perform constraints* (see table 3).

Of the six studies manipulating *Environment constraint* two manipulated the occlusion in different moments according to ball contact in 4vs.4 task and time moment in penalty kick task. Another study also applied different technologies to the compare players in 11vs.11 task situations video-based and PLD. Other research examined players *in situ* conditions, whereas another two applied video and *in situ* conditions for

evaluating goalkeeper performance. Finally, another one carry on experiment *in situ* conditions to the compare penalty kicks face to different goalkeeper dive.

Interaction constraints manipulating

The studies previously exhibit had manipulated just one constraint in their designs being its *Performer*, *Task* or *Environment constraints*. Following, we will describe six studies investigating the interaction constraints according to *Performer-Task*, *Performer-Environment* or *Task-Environment* (See table 4).

Performer-Task

Three studies were classified as *Performer* and *Task constraint*. Studies had submitted players under different pressure (i.e., *Performer constraints*) in conjunction with *instruction gaze training conditions* during penalty kick task (i.e., *Task constraints*). Another study manipulated different anxiety conditions in order to verify players' perceptual-cognitive skills during *near* and *far* task constraint in 11vs.11 video-based.

Performer-Environment

For *performer* and *environment constraints*, one studies examined it simultaneously. The study examined how two instruction conditions may influence the gaze behaviour according to goalkeeper's movement direction and distance during penalty kick task *in video* conditions.

Task-Environment

Two studies were manipulating *Task* and *Environment constraint*. One of them applied different SSCG complexities unlike video perspective. The other study examined kick styles as task and the intercept and does not intercept of the goalkeeper *in situ* condition.

Associative constraints

We will describe studies considered as *Associative constraint*, that is, those who did not involve any manipulation of the *Performer* and *Environmental constraints*, maintain the *Task constraint*, for example, 11vs11 situation (See table 5; Rienhoff et al., 2016).

Considering the studies selected Five investigation applied 11vs.11 situation in their designs for evaluating players' perceptual-cognitive skills. In addition, four studies were examining goalkeepers or players during penalty task constraint. Also, two studies maintained the task constraint to the examined players in 1vs.1 or 1vs.0 situation and kicking performance task. Other three studies applied different SSCG.

Table 1: Performer manipulating constraint studies and their characteristics.

Authors	Aims	Constraints	Task Constraints	Variables and Measures	Visual Search Measures	Areas of interest
Performer manipulating						
Wilson, M. R.; Wood, G.; Vine, S. J., (2009)	To discover what effect anxiety has on gaze behaviour in a penalty-kicking task and to assess these attentional changes within the theoretical context of attentional control theory.	Performer: Anxiety and Threat conditions.	Penalty kicks	State anxiety: Self-reported cognitive and somatic anxiety levels. Performance: Goals scored. Conditions: Low-threat; High-threat.	Total fixation duration, Time to first fixation on the goalkeeper, Preparation time, Number of fixation.	1) goalkeeper, 2) goal area.
Wood, G.; Wilson, M.; (2010a)	To explore the effectiveness of goalkeeper movements in distracting penalty takers under pressure.	Performer: Threat and No threat.	Penalty kicks	State anxiety. Self-reported cognitive and somatic anxiety levels. Performance: Shooting accuracy, missed shots, saved shots, pre-shot duration. Attentional control: Aiming phase and execution phase.	Total number of fixations, Total viewing time, Last fixation duration on the ball.	Not reported
Tay, C.; Chow, J.; Koh, M.; Button, C.; (2012)	To investigate the effectiveness of using deception whilst taking penalty kicks through a video simulation task, and to identify if corresponding goalkeeper visual gaze patterns differs.	Performer: Deceptive and non-deceptive.	Penalty kicks	Situation: Deceptive and non-deceptive conditions (mean save rate, %).	Percentage viewing time for each of area of Interests (AOIs).	1) penalty taker's head, 2) upper body including arms, 3) non-kicking leg and foot, 4) kicking leg and foot, 5) upper non-kicking leg and hip, 6) upper kicking leg and hip, 7) ball, 8) turf between kicker and the ball, 9) turf in front of the ball.
Casanova, F; Garganta J Silva G Alves A Oliveira, J.; Williams, A.M.; (2013)	To examine the visual search behaviours and thought processes underpinning anticipation and how these are influenced by intermittent exercise were examined in high and low-level soccer players.	Performer: Fatigue (Intermittent exercise).	11vs.11 formal game	Exertion levels: Heart Rate, Blood Lactate. Anticipation: Response Accuracy. Situation: 1° half time and 2° half time (four intensity moments, two for each half time).	Number of fixation, Fixation duration, Number of fixation Location.	1) ball, 2) teammate, 3) opposition, 4) player in possession of the ball; 5) undefined.

Martins, F., Garganta, J., Oliveira, J., & Casanova, F. (2014)	To examine the contribution of perceptual and cognitive processes in anticipation performance of soccer players under low- and high-intensity exercise demands.	Performer: Fatigue (Intermittent exercise).	11vs.11 formal game	Exertion levels: Heart Rate, Blood Lactate. Anticipation: Response Accuracy. Situation: Low intensity and High intensity. Gaze fixation, duration of gaze to the ball carrier and players without the ball. Match on pressing the button at the end of the action. Anticipation performance with an efficiency score for each informational condition. Cognitive effort.	Number of fixation, Fixation duration, Number of fixation location. Visual wait time, accuracy, and anticipation efficiency.	1) ball, 2) teammate, 3) opposition, 4) player in possession of the ball, 5) undefined. 1) player in possession of the ball; 2) striker without ball; 3) another defender.
Gredin, V.; Bishop, D.; Broadbent, D.; Tucker, A.; and Williams, M. (2018)	To provide unique insights into expertise-related differences in the ability to adapt one's judgments over time by integrating explicitly provided contextual priors with current environmental information.	Performer: Anticipation (response as quickly accurately); Expectation accuracy (accuracy as the correspondence); Cognitive effort (levels of cognitive effort).				

Table 2: Task manipulating constraint studies and their characteristics.

Authors	Aims	Constraints	Task Constraints	Variables and Measures	Visual Search Measures	Areas of interest
Task manipulating						
Williams, A. M.; Davids, K.; (1997)	To examine the relationship between eye fixations and concurrent verbal reports as measures of selective attention was examine in two different performance contexts.	Task: Different structure games.	11vs.11 formal game; 3vs.3	Anticipation Test: Response time and Verbal response error. Verbal Report Data: Search order, Location of visual attention, Search rate.	Fixation order, Fixation location and Search rate.	1) box, 2) right, 3) left. 3vs3: 1) players positioned on the right of the screen, 2) players on the left side of the screen, 3) upper body (above the waist), 4) lower body (below the waist and including the ball) of the player in possession of the ball. 1vs1: 1) area below the attacker's knees (including the ball), 2) attacker's torso (above the knees and below the shoulders), 3) attacker's head and shoulders.
Williams, A.M.; Davids, K. (1998)	To examine the relationship between visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer.	Task: Different SSCG.	3vs.3; 1vs.1	Anticipation Test: Initiation time, Movement time, Response Time, Response Accuracy.	Fixation order, Fixation location, Search rate.	

Nagano, T. Kato, T. Fukuda, T. (2004)	To analyse visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field.	Task: Types of Dribbling and striding ball feints.	1vs.1	Defensive Stimulus: Sequential Dribbling Phases: 1. First touch on the ball, 2. during feint motion, and 3. last touch on the ball before subjects catches the ball.	Mean of the percent of viewing duration per location.	1) head, 2) chest, 3) hip, 4) knee, 5) toe, 6) ball, 7) other.
Bakker, F. C.; Oudejans, R. D.; Binsch, O.; ;Van Der Kamp, J.; (2006)	To observe under investigation by instructing participants to either attend to the goalkeeper or to the open goal space and comparing subsequent shooting performance. To investigate whether the instruction to avoid the goalkeeper ironically draws visual attention to the goalkeeper resulting in poor kicking performance.	Task: Instruction gaze (positive, negative, and neutral).	Penalty kicks	Instruction to Fixation Location: No-instruction, Keeper and Space. Performance: Number of Penalties with the Gaze Directed Mainly at One of The Four Locations, number of successful and unsuccessful penalties as a function of Gaze location.	Initial gaze fixation, Location of the initial fixation.	1) keeper, 2) space.
Vaeyens, R.; Lenoir, M.; Williams, A.; Mazyn, L.; Philippaerts, R. M. (2007a)	To examine differences in visual search behaviors and decision-making skill across different microstates of offensive play in soccer using youth participants (13.0–15.8 years) varying in skill and experience.	Task: Different SSCG.	2vs1; 3vs1; 3vs2; 4vs3; 5vs3 (every game with one Gk)	Anticipation Test: Decision Time and Response Accuracy in offensive scenes.	Search rate (number of visual fixations and fixation duration per second), Fixation location, Fixation order.	1) yellow offensive player, 2) player in possession of the ball, 3) ball, 4) unmarked attacker, 5) attacker closely marked by a defender, 6) defender, 7) goalkeeper, 8) free space, 9) unspecified.
Vaeyens, R.; Lenoir, M.; Williams, A.; Philippaerts, R. M. (2007b)	To examine the complex interactions between perception, cognition, and expertise by using a film-based decision-making test.	Task: Different SSCG.	2vs1; 3vs1; 3vs2; 4vs3; 5vs3 (every game with one Gk)	Decision-making skill test: Decision Time and Response Accuracy.	Search rate (number of visual fixations and fixation duration per second), Fixation order, Fixation location.	1) yellow offensive player, 2) player in possession of the ball, 3) ball, 4) unmarked attacker, 5) attacker closely marked by a defender, 6) defender, 7) goalkeeper, 8) free space, 9) unspecified.
Binsch, O., Oudejans, Raoul RD., Bakker, Frank C Hoozemans, Marco JM., Savelsberg, RAH., (2008)	To examine whether the negative formulation in the instruction ("not") or mentioning the to-be-avoided area ("keeper") was responsible for ironic effects.	Task: Instruction by questions.	Penalty kicks	Performance Situation: Score the shoots. Instruction condition: Accurate; not-keeper and pass-keeper. Prediction task: Percentage of correct response concerning the dribble direction, accurate prediction of the ball, end of the third frame for each sequence.	Fixation duration	1) Keeper
Bertrand, C. Thullier, F. (2009)	To investigate the relationship between visual search strategy, players position and task complexity in 1-on-1 defensive soccer situation.	Task: Different dribble complexities for defender.	1vs1		Number and mean duration fixation, Fixation location, Location and mean duration of the first fixation, Fixation transition	1) head and shoulders, 2) trunk; 3) non-leading leg; leading leg; 4) ball.

Núñez, F. J.; Oña, A.; Raya, A.; Bilbao, A.; (2009)	To examine the effects of using precues of the goalkeeper's movements during a penalty kick on the penalty taker's response time and rate of success when selecting the points at which shots were taken were evaluated.	Task: Training and instruction.	Penalty kicks	Response time: Time elapsed. Decision Making: Efficiency in responding number of successful. Conditions: feedback for improving the performance before second task	Fixation location	1) head, shoulders, and collar bone, 2) Trunk, elbows and hip; 3) Distal third of femur and knees and proximal third of tibias and fibulas, 4) Proximal third of tibias and fibulas to the tips of both feet.
Binsch, O., Oudejans, R.R.D., Bakker, F.C., Savelsbergh, G.J.P. (2010)	To find out whether ironic effects in far aiming task were accompanied by shorter final fixation on the target.	Task: Instruction conditions.	Penalty kicks	Performance Situation: Non ironic and Ironic effects. Instruction Conditions: Accuracy; Non-keeper; Open space.	Duration of fixation (Initial fixation; onset of the final fixation), Fixation location.	1) goalkeeper area, 2) Right Open space, 3) Left open space.
Savelsbergh, G.J.P.; Haans, S.H.A.; Kooijman, M.K.; Van Kampen, P.M., (2010)	To examine differences in visual search and locomotor behavior among a group of skilled 10–12-year-old football players.	Task: Complexity number relation on the situation.	4vs4	Other variables: Number of points for interception; before and after (amount of locomotion displacement before/after the ball passer makes foot-ball contact).	Percentage viewing time (amount of time participants spent fixating various areas of the display when attempting to anticipate ball direction).	1) before the ball (in direction of ball movement), 2) ball, 3) after the ball, 4) player in ball possession, 5) receiving player (the one that was going to receive the ball but was not yet in possession), 6) other players, 7) Last second of clip: the head, trunk, and legs.
Wood, G. Wilson, M. R. (2010b)	To explore the effect that centrally constrained gaze has on resultant performance and aiming coordination in a penalty-kicking task. To assess the effect that the presence of a goalkeeper has in this scenario when gaze is not manipulated and to explore what aiming strategies are employed by kickers when taking penalty kicks	Task: Instruction Gaze condition; With GK and Without GK	Penalty kicks in situ	Instruction conditions: Gaze on the kick Intention and Gaze on the centre. Shooting accuracy (Ball destination): Performance by placement on the goal the ball hit.	Last fixation location (Duration).	1) left, 2) right
Cañal-Bruland, R.; Lotz, S.; Hagemann, N.; Schorer, J.; Strauss, B. (2011)	To examine whether also in a more complex environment, namely soccer, skilled players use a larger visual span and fewer fixations than less skilled players when attempting to recognise players' positions.	Task: Different tactics situations (Offensive, defensive, unstructured, symbolic stimuli).	Official match	Situation: Offensive; Defensive, Unstructured; Symbolic Stimuli. Performance: Final Gaze-contingent window, visual span, detection time, response times.	Number of fixations, Fixation duration	Not reported
Tay, C.; Chow, J.; Koh, M.; Button, C.; (2012)	To investigate the effectiveness of using deception whilst taking penalty kicks through a video simulation task, and to identify if corresponding goalkeeper visual gaze patterns differs.	Performer: Deceptive and non-deceptive instructions.	Penalty Gk	Conditions: Deceptive and non-deceptive conditions shoots. Performance: Defensive saved rate.	Percentage viewing time for each of area of Interests (AOIs).	1) penalty taker's head, 2) upper body including arms, 3) non-kicking leg and foot, 4) kicking leg and foot, 5) upper non-kicking leg and hip, 6) upper kicking leg and hip, 7) ball, 8) turf between kicker and the ball, 9) turf in front of the

ball.

Roca, A.; Ford, P.; McRobert, A.; Williams, A. M.; (2013)	To examine anticipation and decision making in skilled and less skilled soccer players. Interaction between, various perceptual-cognitive skills. Two soccer situations from a defensive player's perspective, far or near from the video.	Task: Far and Near defensive situations.	11vs11 formal games	Anticipation: Response Accuracy; Situation: Far task and Near task.	Search rate (mean number of fixations, mean of fixation locations, mean fixation duration). Percentage viewing time (by areas of the display).	1) player in possession of the ball, 2) ball (ball flight), 3) opponent player, 4) teammate player, 5) space (areas of free space on the soccer pitch in which no player is located), 6) unclassified.
Timmis, M. A.; Turner, K.; Van Paridon, K.; (2014)	To investigate how the type of penalty kick being taken affected the kicker's visual search strategy and where the ball hit the goal (end ball location).	Task: Placed and Power kick (Instruction); With and without goalkeeper.	Penalty kicks	Conditions: goalkeeper present and goalkeeper not present. Situations: Penalty outcome, Footballer velocity, footballer end location.	Trial length, relative total fixation length, relative number of fixations.	1) the football, 2) goalkeeper, 3) goal, 4) other;
Wood, G.; Vine, S.; Parr, J. & Wilson, M. (2017)	To explore the use of deceptive gaze in soccer penalty takers using eye-tracking equipment in three experiments.	Task: Different penalty situations.	Penalty kicks	Shooting accuracy	Quiet eye: location and duration	Each half of the goal was divided into six zones of 61 cm, and these were used to map the location of the QE fixation from each post (0 cm) to the center of the goal (183 cm).
Navia, J.; Dicks, M.; van der Kamp, J.; and Ruiz, L. (2017)	To examine the effects of systematic manipulations of spatiotemporal constraints on performance, timing, and gaze in an in situ interceptive action.	Task: Different shoots distance; deceptive stimuli.	Gk saved	Condition: Non deception and deception Goalkeeper Performance: Percentage saved balls, falls to the side of the ball.	time spent looking at areas.	1) kicker's head; 2) trunk; 3) hip; 4) both feet; 5) space between ball and bater; 6) kicking leg; 7) support leg; 8) space between ball and kicker support; 9) set-piece; 10) space between ball and goalkeeper; 11) ball displacement; 12) others.
Kurz, J; Hegele M.; & Munzert, J. 2018	To investigate where participants direct their gaze in a natural environment with multiple potential fixation targets that differ in task relevance and salience.	Task: Different instructions with and without goalkeeper	Penalty Kicks in situ.	Instruction Condition: Shoots on upper and bottom corner; Performance: Number of goals scored.	Viewing spent time; Location and duration of the last fixation.;	1) ball; 2) target; 3) middle of goal; 4) opposite area; 5) ground; 6) others.

Table 3: Environment manipulating constraint studies and their characteristics.

Authors	Aims	Constraints	Task Constraints	Variables and Measures	Visual Search Measures	Areas of interest
Environment manipulating						
Savelsbergh, G.; Onrust, M.; Rouwenhorst, A.; Van Der Kamp, J.; (2006)	To examine differences in locomotor and visual search behaviours among a group of skilled amateur soccer players.	Environment: Video occlusion manipulation (Before, at, after foot-ball contact).	4vs4	Anticipation Test: Reaction time; Movement time; Correct ball interception; Amount of displacement: Total; <u>before</u> the ball passer makes foot-ball contact; <u>after</u> the ball passer makes foot-ball contact. Conditions: Video and point light display. Anticipation: Accuracy percentage; Recognition: Recognition response and Decision time.	Search rate (number of visual fixation and fixation duration) Percentage viewing time (fixation location)	1) ball, 2) passing player, 3) other players, 4) ball side, 5) between the ball and passing player, 6) pitch in front of the ball (in direction of ball movement), 7) the pitch behind the ball, 8) unclassified.
North, J.S., Williams, A. M., Hodges, N. J., Ward P., & Ericsson A. (2009)	To examine whether skilled and less-skilled participants process dynamic sequences comprised of numerous elements using relational information or specific display features. Moreover, the processes underpinning anticipation and recognition judgments were compared.	Environment: Different stimulus (video and PLD).	Official match		Number of fixation, Number of locations fixated, Fixation location, Fixation duration, Percentage viewing time), Fixation transitions.	1) goalkeepers, 2) defensive, 3) offensive, 4) ball, 5) unclassified.
Dicks, M; Button, C.; Davids K; (2010)	To compare experienced association football goalkeepers' gaze behaviors for video simulation and natural experimental settings of the penalty kick.	Environment: Verbal, movement and intercept; Video and in situ.	Penalty_GK	Performance: Mean of Penalty kicks saved and the moment of response initiation; Situations: Video simulation verbal; video simulation movement; in situ verbal; in situ movement; in situ interception.	Search rate (Number of fixations, Number of areas fixated, Fixation duration), Viewing time (Locations categorize).	1) penalty taker's head, 2) upper body (including arms), 3) upper kicking leg and hip, 4) upper nonkicking leg and hip, 5) kicking leg (including foot), 6) nonkicking leg (including foot), 7) turf between the player and the ball, 8) ball, 9) turf in front of the ball, and 10) other.
Button, C.; Dicks, M.; Haines, R.; Barker, R.; Davids, K. (2011)	To apply a Markov chain modelling method to eye movement data obtained from goalkeepers.	Environment: Video and In situ; Movement strategies and react to a flying object.	Penalty GK	Performance: Mean of Penalty kicks saved and the moment of response initiation; Situations: video simulation verbal; video simulation movement; <i>in situ</i> verbal; in situ movement; in situ interception.	Mean number of fixations, the mean number of areas fixated upon and the mean fixation duration for each trial.	1) penalty taker's head, 2) upper body (including arms), 3) upper kicking leg and hip, 4) upper non-kicking leg and hip, 5) kicking leg (including foot), 6) non-kicking leg (including foot), 7) turf between the player and ball, 8) ball, 9) turf in front of the ball, 10) other.

Kamp, J (2011)	To investigate whether soccer penalty-takers can exploit predictive information from the goalkeeper's actions.	Environment: before, at, after Keeper's dive.	Penalty kicks	Performance: Proportion of balls shot to the correct side and the proportion of balls missed. Conditions: Moment of dive: Before; at; after ball contact	Percentage of viewing time.	1) the goalkeeper's upper body (head, arms and trunk), 2) the goalkeeper's lower body (hip, legs and feet), 3) the left and right goal areas between the keeper and the posts (the two outer thirds of the projected goal), 4) the goal area directly surrounding the keeper (the middle third of the projected goal), 5) the floor between the screen and the ball, including the ball, 6) other.
Woolley T. L; Crowther R. G.; Doma K; Connor J.D. (2015)	To determine if football goalkeepers were able to predict the direction of a penalty kick while under temporal and spatial constraints better than field players and controls. Secondly, to identify the type of perceptual strategies goalkeepers used by examining the visual fixation points and time frames throughout the striker's kicking motion.	Environment: Video occlusion manipulation.	Penalty kicks	Conditions: Test Control and Manipulated. Physiological: Confidence level. Anticipatory skill: Percentage of correct predictions.	Average number and duration of fixations, number of changes in location, average duration and location of final fixations.	1) head, 2) mid, 3) hips, 4) kicking leg, 5) stance leg, 6) kicking, 7) foot, 8) stance foot, 9) ball, 10) unclassified.

Table 4: Interaction manipulating constraint studies and their characteristics.

Authors	Aims	Constraints	Task Constraints	Variables and Measures	Visual Search Measures	Areas of interest
Interaction manipulating						
Mann, D. L.; Farrow, D.; Shuttleworth, R.; Hopwood, M. (2009)	To examine the influence of display perspective on both decision-making skills, and the visual search behaviours recruited in performing task.	Task: Different SSCG. Environment: Different stimulus (perspective).	2vs1; 3vs2; 4vs3; 5vs4; 4vs4; 5vs5 (every game with Gk)	Conditions: Player and aerial perspective. Decision-Making Skills: Visual Search: Time series across clips.	Search rate (mean number of fixations, Mean fixation duration), Fixation location, Fixation transitions (sequence).	1) player in possession of the ball, 2) attacker, 3) attacker closely marked by a defender, 4) defender, 5) open space into which an attacker may run, 6) goal or goalkeeper, 7) ball, 8) other location no specific, 9) saccadic transition.
Piras, A.; Vickers, J.; (2011)	To determine whether the type of kick (instep, inside) led to differences in how fixations that were allocated to all and other locations during saves and goals. In addition, to determine whether fixation transitions contributed to higher levels of success.	Task: Kicking styles (Instep and inside kicks). Environment: interceptive timing action (responding to the kicked ball).	GK saved in situ	Performance: Percent saves, location of shots on the net, goalkeeper's phase durations, penalty kicker phase durations, Situations: Inside and instep kicks.	Fixation analysis (overall), fixation transitions.	1) head / shoulders, 2) hips / legs / feet, 3) ball, 4) visual pivot, 5) other.

Wood, G.; Wilson, M. R.; (2011)	To apply a QE training regime and to test its utility for optimizing the visual attentional control and performance of penalty takers under pressure.	Performer: Performance under pressure (anxiety increasing) Task: QE Training program (Video feedback and questioning session).	Penalty kicks	State anxiety. Self-reported cognitive anxiety levels. Performance: Shooting accuracy, Success rate (missed shots, saved shots, pre-shoot duration). Attentional control: Aiming phase and execution phase. Conditions: Pre and post training.	Total number of fixations, Total viewing time, Total viewing time, Last fixation duration on the ball.	Not reported
Wood, G.; Wilson, M. R.;(2012)	To examine whether Quiet Eye training influences perceived (psychological) control and how changes in control beliefs correspond to changes in anxiety, visual attention and performance under pressure.	Performer: Performance under pressure (anxiety increasing) Task: instruction training.	Penalty kicks	Anxiety: Self-reported cognitive and somatic anxiety levels. Performance: Shooting accuracy. Conditions: Pre and Post anxiety stimuli.	Quiet eye, (defined as the last fixation to the goal area).	Not reported
Hüttermann, S.; Memmert, D.; Liesner, F . (2014)	To address the effectiveness and the assignability of gaze adjustment strategies that were found in laboratory task designs to a natural experimental setting capturing relevant features of a representative design.	Performer: instruction gaze. Environment: Goalkeeper's distance.	Penalty kicks video	Gaze conditions: Maintain the fixation free gaze, centre-looking; Distance conditions: Early, middle, late; Movement directions GK: (left, right) The mean number of corner identifications and the mean number of goals scored.	Peripheral (free gaze condition); Foveal gazer (centre-looking).	1) penalty taker's head, 2) upper body including arms, 3) non-kicking leg and foot, 4) kicking leg and foot, 5) upper non-kicking leg and hip, 6) upper kicking leg and hip, 7) ball, 8) turf between kicker and the ball, 9) turf in front of the ball.
Vater, C. Roca, A. Williams, A. M. (2015)	To examine whether anxiety differentially impacts on the use of visual search strategies and different perceptual-cognitive skills underpinning anticipation across different task constraints.	Performer: Anxiety conditions. Task: Far and Near.	11vs11 formal game video	Anticipation: Response Accuracy, response time	Mean number of fixations per trial, mean fixation duration, mean number of fixation locations per trial.	1) player in possession of the ball; 2) ball (ball flight), 3) opponent player, 4) teammate player, 5) space (areas of free space on the soccer pitch in which no player is located), 6) unclassified.

Table 5: Associative studies and their characteristics.

Authors	Aims	Constraints	Task Constraints	Variables and Measures	Visual Search Measures	Areas of interest
Associative						
Williams, A. M.; Davids, K.; Burwitz, L & Williams, J. (1994)	To investigate skill-based differences in anticipation and visual search strategy within open-play situations in soccer.	Task: 11vs11 defensive situations	11vs11	Anticipation Test: Response time, Verbal response error, computer response error;	Fixation order, Fixation location and Search rate (number of fixation, fixation duration);	1) team reference box, 2) player who received the final pass or the area of final ball destination, 3) other area of the display.
Helsen, W. F. Starkes, J. L. (1999)	To examine the relative importance of attributes determined largely by the efficiency of the visual/ central nervous system versus system cognitive domain-specific skills, in the determination of expertise in soccer.	Task: 11vs11 game situations	11vs11 formal game, Free-kick, Penalty kicks, off-sided problems, dribbling, shooting, and passing situations.	Anticipation Test: Response speed and accuracy. Response time: Initiation time, movement time, ball/foot contact time, ballflighting, total response time. Response accuracy: performance.	Number of fixation and Fixation duration, Fixation Location (percentage view). Number of fixation and fixation duration, time per location (preparation and response phase).	Exp 2: 1) Ball possessor, 2) Goal, 3) Rest, 4) Free teammate. Exp 3: 1) Attackers, 2) Free teammate, 3) Free back, 4) Goal, 5) Defenders, 6) Ball, 7) Free space.
Savelsbergh, G., Williams, A. M., Van der Kamp, J., & Ward, P. (2002)	To examine skill-based differences in anticipation and visual search behaviour during the penalty kick in soccer.	Task: Penalties situations	Penalty_GK	Anticipation Test: Penalties saved, Correct side, Correct Height, Proportion of correction, Time of initiation of joystick movement, Reaction time;	Search rate (Number of visual fixations; Number of areas fixated; Fixation duration), Percentage viewing time.	1) head, 2) shoulders, 3) arms, 4) trunk, 5) hips, 6) kicking leg, 7) non-kicking leg, 8) ball, 9) unclassified.
Savelsbergh, G.; Van Der Kamp, J.; Williams, A. M.; Ward, P.; (2005)	To examine whether there are differences in visual search behaviour within a group of expert-level goalkeepers.	Task: Penalties situations	Penalty_GK	Reaction Time: Start stimuli and movement joystick; Anticipation Test: Penalties saved, Correct side, Correct Height, Proportion of correction, Time of initiation of joystick movement.	Percentage viewing time, Search rate (Number of visual fixations; Number of areas fixated; Mean fixation duration.	1) head, 2) hips, 3) kicking leg, 4) non-kicking leg, 5) unclassified.

Kim, S.; Lee, S. (2006)	To investigate the differences in the ability of soccer goalkeepers to anticipate the direction of penalty kicks. To find the factors for improving the anticipation abilities of skilled goalkeepers. And, to develop the perception training strategy and to utilize it in the field.	Task: Penalties situations	Penalty_GK	Anticipation Test: Success and Unsuccessful response Phase: Started movement, Approach movement and Kicking Swing.	Fixation Time, Fixation Frequency, and Fixation Position.	1) head, 2) shoulder, 3) arm, 4) body, 5) waist, 6) support leg, 7) kicking leg, 8) zone between the ball and non-kicking leg, 9) sphere of a ball.
Nagano, T. Kato, T. Fukuda, T. (2006)	To analyse the visual behaviours of soccer players while they kicked with the inside of the foot, which involved near and far aiming skills.	Task: Kicking ball.	Kicks 1vs0	Accuracy score: Kicking at target; Phases: Five Sequential phases of the kick movements	Number of fixations per location, mean fixation duration per location and mean quieteye duration.	1) the target, 2) space near the target, 3) middle space between the target and participant, 4) space near and in front of the ball, 5) space near the ball, 6) ball, 7) other.
Roca, A.; Ford, P.; McRobert, A.; Williams, A. M.; (2011)	To examine skill-based differences in the perceptual and cognitive processes underlying performance on a dynamic externally paced task.	Task: 11vs11 defensive situation.	11vs11 formal game	Anticipation: Response Accuracy.	Search rate (mean number of fixations, mean of fixation locations, mean fixation duration), Percentage viewing time (by areas of the display).	1) player in possession of the ball, 2) ball (ball flight), 3) attacking team player, 4) defending team player, 5) space (areas of free space on the soccer pitch in which no player is located), 6) unclassified.
Krzepota, J. Stępiński, M. Zwierko, T. (2016)	To compare the gaze control of soccer players with various levels of expertise in 1 vs. 1 defensive situation.	Task: defensive actions	1vs1	Without other variables	Number of fixations, duration of fixation, Number of fixation per location and percentage viewing per location.	1) zone in front of the ball/ foot, 2) ball/ foot, 3) knee/ shin, 4) thigh/ hip, 5) trunk/ arm, 6) head, 7) zone beyond the player and ball.
Van Maarseveen, M. Oudejans, R. Mann, D. & Savelsbergh, J (2016)	To examine the association between the in situ performance of skilled soccer players and the outcomes to measures of anticipation, decision making, and pattern recall, and to examine the gaze behaviour when performing the perceptual-cognitive tests.	Task: SSCG	3vs. 3 (i.e., three attackers vs. two defenders and a goalkeeper)	In situ performance: tactical-technical performance related with positional role. Anticipation; Decision Making; and Pattern Recall: Response Accuracy.	Search rate, Fixation duration, Fixation order, Entropy	Attacker with ball (AB), attacker without ball (A), defender (D), goalkeeper (GK), ball (B), field/space (F), central spot in field/space (CF), attacker without ball closely to a defender (A/D), attacker with ball closely to the defender (AB/D), and other (O).

Oppici, L., Panchuk, D., Serpiello, F., and Farrow D. (2017)	To examine the influence of extensive practice, i.e., more than a 1000 h of structured practice, with domain-specific task constraints (soccer or futsal) on perceptual skill associated with the passing action.	Task: SSCG playing	6vs6	IPA; The playing area the player was in when performing the pass; Reception time (reception phase time), the time it took the ball to travel from the teammate to the participant with the eye tracker.	Relative attention-orientation time (AT), attention orientation switches (AS), and last-attention location (AL).	1) ball-directed, whenever the ball was in the center of the image, 2) player-directed, when the ball was not in the center.
Gredin, V.; Bishop, D.; Broadbent, D.; Tucker, A.; and Williams, M. (2018)	To provide unique insights into expertise-related differences in the ability to adapt one's judgments over time by integrating explicitly provided contextual priors with current environmental information.	Performer: Expectation accuracy (accuracy as the correspondence); Cognitive effort (levels of cognitive effort). Defensive situations	2vs.2	. Cognitive effort. RSME Performance: Anticipation test.	Gaze fixation, Fixation duration; Visual wait time, accuracy, and anticipation efficiency.	1) player in possession of the ball; 2) striker without ball; 3) another defender.
Roca, A.; Ford, P.; and Memmert, D. (2018)	To identify the visual search behaviors that underpin superior creative performance of skilled soccer players.	Task: 11vs11 defensive situation	11vs11 formal game	Creativity performance: originality, fluency flexibility verbal response	Number of fixation, duration of fixation and Fixation locations. Percentage view.	1) player in possession of the ball; 2) ball; 3) space; 4) attacker; 5) threatened teammate; 6) defender; 7) other.
Timmis, M.; Piras, A.; van Paridon, K. (2018)	To investigate whether striking a stationary object to generate high ball velocity results in an anticipatory fixation prior to ball contact and if this occurs at detriment to the QE period and task success.	Task: penalties shoots situation.	Penalty Kick in situ.	Performance: Score the maximum goals.	QE: location and duration.	1) space before the ball; 2) ball.

Cardoso, F.; Gonzalez-Villora, S.;
Guilherme, J.; Teoldo, I. (2019)

To investigate whether the form and
amount of declarative tactical
knowledge and procedural tactical
knowledge influence cognitive effort
during soccer performance among
young players

Task: 11vs11 defensive situations

11vs11 Formal
game

Conditions: gaze
during video,
verbalization and rest.
Performance:
Anticipation test.
Performance
procedural: Tactical
performance in situ
Cognitive effort. Pupil
diameter

Pupil dilation in
dynamic measurements
of gaze fixation.

1) ball carrier.

DISCUSSION

In this study we attempt to identify how researchers have contributed to better comprehend how the distinguish constraints may affect the perceptual-cognitive skills underpinning anticipation and decision-making in soccer when applied distinct methodologies and experimental designs.

In addressing this aim, we may observe that studies have manipulated more performer and task constraints than other. It may look seems to show more interesting to investigate constraints linked to game and measures that may affect the player directly, such as different task situation and the physiological arousal. Notwithstanding, taking a count when environment or interaction are manipulated, it look seems to require much more care to design and to control the experimental, specially when it is applied *in situ* situation (Mann et al., 2007).

In terms of perceptual-cognitive skills, these are influenced by the detection of informational signals from the environment, allowing the selection of more relevant information optimizing the better motor task response (i.e., tactical-technical behavior) (Causer, McRobert, & Williams, 2013). Thereby, independently of task or stimuli applied by researchers when compared the players' perceptual-cognitive skills underpinning decision-making according to performance and expertise level groups, players with better performance and experts showed different visual search strategies and thought process (i.e., verbal reports of thinking) with players with a lower performance (Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2011; Williams & Ericsson, 2005; Williams et al., 2011).

Performer constraint manipulation

Studies have been manipulated *Performer constraint* holding the *Task* and *Environment* constraints stable. Thus, when the *performer* is manipulated the variables tends to affect their individual characteristics of performance, such as the physiological, emotional and cognitive pressure. Such internal manipulations influence the players' performance and their perceptual-cognitive skills regarding to efficiency and effectiveness regardless on the task. Thus, the *Performer constraint* may be manipulated through the different stimuli, submitting the player under stress, such as fatigue and anxiety states (Casanova et al., 2013; Wood & Wilson, 2012).

These stress influences the sensitive process-tracing measures of performance involving the recording eye-movement (i.e., gaze behaviours) and verbal reports of thinking.

Another factor that affects the perceptual-cognitive skills it concerns the Anxiety cognitive state. Attentional Control Theory (ACT) suggest that to the stimulate the anxiety it evoke on the performer a distract in the ability for extracting and to select relevant or irrelevant cues on the task, impairing their psychomotor system and decreasing the performance (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007). In addition, under pressure the anxiety induced a disruption to attentional control and such irrelevant cues promote a decrease of the players' performance and changes on the perceptual-cognitive skills throughout the task (i.e., gaze behaviour and effective motor behaviour).

When players are submitted to a stressful physical demand their performance and the requirement of the perceptual-cognitive skills during the task tends to endure changes, for instance, through implementation of an intermittent exercise protocol as applied by Casanova et al. (2013) in soccer. The authors reported that to the submitted soccer players to physiological wear that characterizes the soccer game demands, the ability of elite and non-elite players to make better decisions could be compromised due to an increase of the search time for relevant information to carry out the actions. Thus, influencing their perceptual-cognitive skills underpinning anticipation and the accuracy of judgments.

In fact, researchers report that elite / skilled players present better performances under physical and psychological pressure, with a tendency to use more efficient and effective visual search to pick-up relevant sources of information from the competitive environment, comparatively with their counterparts (non-elite/ less skilled players) (Panchuk & Vickers, 2006; Vickers, 2007). Moreover, experts showed more elaborate domain-specific memory, engaging more structured and sophisticated statements of thought process that enable them to better judgment and anticipate the action from the surround (Ward & Williams, 2003). By so, when manipulated the organism (i.e., player's characteristics) there is a link between the effort performed on the task and the effectiveness of performance, which may be ascertained by changes in indirect measures, such as the rating of mental effort and gaze behaviour considered efficiency (Williams et al., 2004).

Task constraint Manipulation

The studies considered for manipulating the *Task constraints*, those who maintained stable constraints for the *Performer* and *Environment constraints*. The task may be manipulated through changes in the task complexities, for example, comparing perceptual-cognitive skills regarding to numerical relations of the players in micro-structures of game (i.e., small sided and conditioned games (SSCG), dribbling complexities and different kick in the penalty task (see table 2). Thus, perceptual-cognitive skills have been assessed in distinct situations along with tactical sequences of defensive and/or offensive tasks video-based situations (McGuckian, Cole, & Pepping, 2017).

Williams and Davids (1997) examined experienced and less-experienced soccer players for comparing eye-movement and verbal report measures in two experiments of different numerical relation complexities (i.e., 11vs11 and 3vs3). They suggested that eye-movement measures, specifically visual fixations according to visual search behaviour, are dependent on the players' experience and task complexities. Hence, elite players spend more time directing their fixations towards informative areas (e.g., opponents) trying to perceive key information sources through observation of opponents' actions to support decision-making (Mark Williams & Ward, 2003).

Previous studies have confirmed such differences by suggesting that high level players search information sources in more relevant places than their counterparts, thus altering their visual search and displaying better and structured reports in relation to the variations of task constraints, like the manipulation of "Far and Near" in 11vs.11 video-based simulation (see Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2013; Williams et al., 2002). Thereby, Roca et al. (2013) manipulated the task constraints considered to be *near* and *far* to the player in ball-possession. Regarding to visual search strategy, specifically, authors reported that the closer the player is to the ball, the higher is the preference to allocate the focal point to the player in ball-possession, in particular, with short-term attachments to peripheral sites, such as the available space across the field. Interacting with verbal reports, skills players displayed statements that generated thought processes relate to the postural orientation (i.e., postural clues) in the *near* task. For the *far* tasks they reported statements regarding to recognition of structure or patterns involving game actions.

Furthermore, studies have verify how players' perceptual-cognitive skills of different level and skills, responds to the task constraints by manipulating SSCG video-

based (Mann, Farrow, Shuttleworth, & Hopwood, 2009; Savelsbergh, Haans, Kooijman, & van Kampen, 2010; Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2007). Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn, and Philippaerts (2007) compared SSCG from the smaller task complexity still more complexity task constraints (i.e., 2vs.1 till 5vs.3) during the attack phase with video-based. Authors have reported that in games with a small number of participants, elite players performed their attention more often to the player in ball-possession and to the available spaces on the field, compared to non-elite. When the number of participants increased the amount of visual search related to sources of short-term information increased, as well as changes decision-making performance (Vaeyens et al., 2007).

In concordance with the different task constraints manipulation, it tends to affect players by displaying changes in the visual search strategy and verbal reports and by consequently the performance accuracy (Roca et al., 2013). Assuming that distinct tasks involving particular characteristics requiring by part of player a physical and mental effort, as well as a specific perceptual-cognitive demand. Thus, different duration for picking-up cues from the surrounds may be linking with a detailed processing of information required for effective motor response, whilst the perceptual-cognitive skills seems to evidence a dependence from the sports, varying their behaviours according to each task (Mann et al., 2007).

Notwithstanding, in our search strategy there were no studies that had manipulated the task constraints and applied the study design *in situ* conditions. The researchers had assessed players in laboratory conditions suggesting that players' visual search behaviour and verbal reports varies according to the number of players involved in the activity, influencing the anticipation and decision-making (Williams et al., 2004). Therefore, it was just observed issues with regard performance variables to explore pass moments, opponent' dribble phases and different visual search measures along of time.

Regarding to apply specific instruction directing the gaze (e.g. centre of the target) (Piras & Vickers, 2011) as task constraints Bakker, Oudejans, Binsch, and Van Der Kamp (2006) examined the penalty task situations of seven kickers in three instruction conditions, such as: *i) without instruction, ii) maintain their focus attention in keeper and iii) placed their vision to the space with as possible as for scoring (Space Accuracy instruction)*. The kickers displayed different visual search behaviours among the instruction's manipulation, however, the more successful penalty kicks were performed when the first fixation is directed to open space.

When manipulated constraints through the instruction, the players adapted their behaviour (i.e., psychomotor system) and intentions face to different guides for achieving the success performance (Binsch, Oudejans, Bakker, Hoozemans, & Savelsberg, 2008; Mark Williams & Hodges, 2005). Such that, specific instructions (i.e. negative or to avoid area) provide ironic effects over perceptual-motor domain through unconscious manipulations players' intentions (Wegner, 1994). Moreover, the ironic effect and lower performance purport to be mediated by longer fixation duration on the "avoid area" at instruction that indicate, for example, "*you should avoid to kick on the goalkeeper*" rather than "*kick on the open space*" (Binsch et al., 2008).

The *performer* constraints have been manipulated through different tasks involving instruction, kicks strategy and goalkeeper distance. For instance, Hüttermann, Memmert, and Liesner (2014) looking at the players' visual search (looking guidance) to the identify goalkeeper's movement direction (*left* or *right*) during run-up toward kicking the penalty task *in situ*. Researchers tested players in two conditions: *i) the center-looking* and *ii) the free gaze strategy*. Although the study had no found differences for score between conditions, authors verified that players identify goalkeeper's movements more frequently when asked to *center-looking conditions*.

Likely, when gaze is located on the center, player' focus may are on a single location denominated the "visual pivot" (Kim & Lee, 2006; Vickers, 2009), enabling an optimal recruitment of the foveal and parafoveal vision (Ripoll, Kerlirzin, Stein, & Reine, 1995). Thereby, research had provided evidence that elite players consume more time fixating on specific informative areas in order to pick-up significant cues. It suggested that the "visual pivot" used by players support improvement for their performance in the different tasks and environment constraints. Such occurrence tends to increase the effective of the interaction regarding information sought from the fovea, parafovea and visual periphery, as well as other systems (vestibular, auditory, proprioceptive and haptic), pivotal to support decision-making and to guide actions (Behrmann & Ewell, 2003; Huys & Beek, 2002; Lenzen, Theunissen, & Cloes, 2009; Takeuchi, 1993; Williams & Davids, 1998)

Environment constraint Manipulation

The *Environment constraint* concerns the external manipulation over the players' body and behaviour. Studies have manipulated the *Environment constraint* in

their designs to submit players under different external stimuli, such as information extraction in different displays (e.g., video or slide), keeping up stable the *Task* and *Perform constraints* (See table 3).

For instance, North, Williams, Hodges, Ward, and Ericsson (2009) examined skilled and less-skilled anticipation accuracy, pattern recognition judgement and visual search in different display, *film-based video* and *point-light-display (PLD)*, identifying the type of information processed during 11vs.11 official match. Skilled players showed more fixation to more locations to the viewing *film-based video* then *PLD*, besides performed better anticipation performance and greater sensitive to identify previously seen from novel stimuli (i.e., scenes) compared to their counterparts.

Though other technique in conjunction with scenes video-based, the temporal occlusion has been used by studies in decision making, which players were required to decide on which action to execute at the end of each video clip, as well (Casanova et al., 2013; Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1994). That technique allows evaluate the abilities in recognize and use de postural cues, differencing the expertise across skills groups (for more details cf., (Padilha, Casanova, & Bagatin, 2017; A. M. Williams et al., 2011). Savelsbergh et al. (2010) manipulated occlusion technique in three different view sequence time situations (*Before, at and after ball contact*) in 4vs4 video-based. The authors found no difference for visual search strategy between groups. Nevertheless, the high score group employed longer fixations and had an advantage when information were showed with occlusions of 80ms after foot-ball contact. Ericsson and Simon (1993) pointed out that athletes are able to recall accurately and completely sequences of thought after a 0.5 to 10 second's task.

After a research shift was noticed towards the *in situ* conditions, with Dicks, Button, and Davids (2010) compared gaze and movement behaviour in two situations by manipulating the environment through *verbal instruction* in *video-based* and *in situ* penalty defence situations. The *verbal instruction* moments that were given to the goalkeepers at i) *to verbally* identify the ball direction (*VSV*), and ii) move joystick to predict the ball direction in *video-based situation (VSM)* and i) *to verbally (ISV)*, ii) *move a step and arms to predict direction (ISM)*, and iii) *move to intercept the ball (ISI)*. Goalkeepers showed to fixate for longer better performance. Thus, a defect in the visual system or an individual's level of experience on the task can potentially constrain the search for task solutions (Williams et al., 2004).

Notwithstanding, *in situ* conditions may influence players' perceptual skills with regard a range of stimulus promoted from the surround. Likely, it will affect the deep perception and increase the visual dimension to explore the clues on-field, beyond the areas of interest coded by researcher. Moreover, player will need to adapt your psychomotor system, face to challenge from task interactions, especially in open-play in situ conditions in which players are required to perform under strict temporal and spatial constraints unlike than video-based (Mann et al., 2007; Williams, Hodges, North, & Barton, 2006). Thus, we suggested to include areas unlike besides than verified in the literature, which may offer further details regarding to perceptual-cognitive skills underpinning anticipation and decision-making.

Interaction constraints manipulating

The studies previously exhibit had manipulated just one constraint in their designs being *Performer*, *Task* or *Environment* constraints. Following, we also verified studies that manipulated the interaction of the constraints.

Mann et al. (2009) manipulated *task* and *environment* in conjunction by verifying the decision-making and visual search behaviour of youth soccer players in different SSCG tasks under two viewing perspective (i.e., *player's perspective* and *aerial perspective*). They highlight that players' decision-making values showed better scores when was applied *aerial perspective*, as well as players spend more time fixating on the open space. It is important to highlight that the players fixated on the correct option in both perspectives, although with less frequency in *player's perspective*. Such manipulations allow us to explore information from the different perspectives aiming to comprehend players' performance, despite aerial perspective look seems super estimated the enhanced decision-making performance.

Based on ACT, Vater et al. (2016) examined how anxiety affects (i.e. *Performer constraint*) the visual search (process efficiency) and performance in anticipation dynamic task (process effectiveness) under two *task constraints*, *far* and *near* situations in 11vs11 situations. As predicted by ACT, under high anxiety level players changed their visual search strategies, as well as decreased their anticipation performance. Eysenck and Calvo (1992) postulated that there is a link between the effort performed on the task and the effectiveness of performance, which may be ascertained by changes in indirect measures, such as the gaze behaviour. In addition, when players are submitted to a stressful demand, it tends to reduce the influence their goal-directed

attentional system and increases the influence of the stimulus-driven system, impairs the attentional control in attempt to inhibit sources salient or irrelevant for player' decision-making (Eysenck et al., 2007). Notwithstanding, their performance may not be impaired when is required the compensatory strategies such as increased use of processing resources or enhanced effort spent on task. Thereby, their performance and the requirement of the perceptual-cognitive skills during the task tends to endure changes.

Associative constraints

Studies considered as *Associative constraint*, that is, those who did not involve any manipulation of the *Performer* and *Environmental constraints*, thus maintain the *Task constraint*, for example, 11vs11 situation (See table 5; Rienhoff et al., 2016).

Williams et al. (1994) had raised issues to verify anticipation task and visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players during 11vs11 video-based. They claimed that expert players intended more time to seek information in more places of the field, such as the opponent movements, through a greater number of short fixations compared to less skilled players, in which they tend to seek information according to the ball trajectory.

Recently, Krzepota, Stępiński, and Zwierko (2016) examined the players' visual search during 1vs.1 defensive tasks, suggesting that it is a recurring and decisive situation in official matches. They grouped the players into experienced, less experienced and non-football players. Despite that, study did not have manipulated constraints, authors confirmed the differences among elite players and other groups through video-based in first person perspective. In addition, they had considered a new location (i.e., space in front of player in ball-possession) on data analysis.

Limitations and future research

Although we coded the studies regarding to the different constraints in the domain-specific of soccer, it was no performed analyses verifying the quality criteria used by the selected studies. Thereby, another approach may be suggested for the future, referring to the literature's main findings when manipulated constraints, since we focus on synthesizing how the studies manipulated each of them and what are the possible effects over perceptual-cognitive skills.

Final comments

The current study provided insights according to how the constraints have been manipulated in perceptual-cognitive skills. In summary, most of the studies selected by this RS were coded to performer and task constraints followed by associative.

We verified that a variety of stimulus influence the perceptual-cognitive skills when constraints are manipulated. Thus, players show changes in your behaviours when submitted under anxiety and physiological stress demands (i.e., performer), distinct tasks (e.g., penalty kicks styles or numerical relation in SSCG) and different visual stimulus as the occlusion technique (i.e., environment).

It is known that greater the task complexity, greater the success advantage by experts, since the expertise seems to be related to specific modality, as well as presents itself according to the accomplished task. Since this systematic review, we suggested to manipulate more often the interaction of constraints either in video-based, in situ or virtual reality. The results might provide more robust information concerns how players' perceptual-cognitive skills from different expertise level contribute for anticipation and decision-making performance regardless contexts.

Notwithstanding, some cautions are required when developing task designs regarding the evaluation of the perceptual-cognitive skills, with regard the control of variables, the outcomes and test validity for understanding the functional human behaviour, mainly when applied *in situ* conditions (Causer, Barach, & Williams, 2014).

DISCLOSURE STATEMENT

No potential conflict of interest was reported by the authors.

ACKNOWLEDGE

This work was developed with the support of CNPq, National Council for Scientific and Technological Development – Brazil.

REFERENCES

- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, M., & Mesquita, I. (2012). Visual search behaviours and verbal reports during film-based and in situ representative tasks in volleyball. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 177-184. doi:10.1080/17461391.2012.730064
- Bakker, F. C., Oudejans, R. R. D., Binsch, O., & Van Der Kamp, J. (2006). Penalty shooting and gaze behavior: Unwanted effects of the wish not to miss. *International Journal of Sport Psychology*, 37(2-3), 265-280.
- Behrmann, M., & Ewell, C. (2003). Expertise in tactile pattern recognition. *Psychological Science*, 14(5), 480-492.
- Binsch, O., Oudejans, R. R., Bakker, F. C., Hoozemans, M. J., & Savelsberg, R. (2008). Ironic effects in a penalty shooting task: Is the negative wording in the instruction essential? *International Journal of Sports Psychology*, 39; 00-00.
- Binsch, O., Oudejans, R. R., Bakker, F. C., & Savelsbergh, G. J. (2010). Ironic effects and final target fixation in a penalty shooting task. *Human Movement Science*, 29(2), 277-288. doi:S0167-9457(10)00002-3 [pii]10.1016/j.humov.2009.12.002
- Broadbent, D. P., Causer, J., Ford, P. R., & Williams, A. M. (2015). Contextual interference effect on perceptual-cognitive skills training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(6), 1243-1250.
- Broadbent, D. P., Causer, J., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2015). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in the field: Future research directions. *European Journal of Sport Science*, 15(4), 322-331.
- Casanova, F., Garganta, J., Silva, G., Alves, A., Oliveira, J., & Williams, A. M. (2013). Effects of Prolonged Intermittent Exercise on Perceptual-Cognitive Processes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(8), 1610-1617.
- Causer, J., Barach, P., & Williams, A. M. (2014). Expertise in medicine: using the expert performance approach to improve simulation training. *Medical education*, 48(2), 115-123.
- Causer, J., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2013). The effect of stimulus intensity on response time and accuracy in dynamic, temporally constrained environments. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(5), 627-634. doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01440.x

- Dicks, M., Button, C., & Davids, K. (2010). Examination of gaze behaviors under in situ and video simulation task constraints reveals differences in information pickup for perception and action. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(3), 706-720.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data*: MIT press Cambridge, MA.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion*, 6(6), 409-434.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336.
- Hüttermann, S., Memmert, D., & Liesner, F. (2014). Finding the happy medium: An analysis of gaze behavior strategies in a representative task design of soccer penalties. *Journal of Applied Sport Psychology*, 26(2), 172-181.
- Huys, R., & Beek, P. J. (2002). The coupling between point-of-gaze and ballmovements in three-ball cascade juggling: the effects of expertise, pattern and tempo. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 171-186.
- Kim, S., & Lee, S. (2006). Gaze Behavior of Elite Soccer Goalkeeper in Successful Penalty Kick Defense. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18(1).
- Krzepota, J., Stępiński, M., & Zwierko, T. (2016). Gaze control in one versus one defensive situations in soccer players with various levels of expertise. *Perceptual and Motor skills*, 123(3), 769-783.
- Lenzen, B., Theunissen, C., & Cloes, M. (2009). Situated analysis of team handball players' decisions: An exploratory study. *Journal of Teaching in Physical Education*, 28(1), 54-74.
- Mann, D. L., Farrow, D., Shuttleworth, R., & Hopwood, M. (2009). The influence of viewing perspective on decision-making and visual search behaviour in an invasive sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(4), 546-546-564.
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information processing in motor skills*: Holt, Rinehart and Winston.
- McGuckian, T., Askew, G., Greenwood, D., Chalkley, D., Cole, M., & Pepping, G.-J. (2017). *The Impact of Constraints on Visual Exploratory Behavior in Football*.

Paper presented at the Studies in Perception and Action XIV: Nineteenth International Conference on Perception and Action.

- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G.-J. (2017). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880.
- McRobert, A. P., Williams, A. M., Ward, P., & Eccles, D. W. (2009). Tracing the process of expertise in a simulated anticipation task. *Ergonomics*, 52(4), 474-483. doi:10.1080/00140130802707824
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Reprint--preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Physiscal Therapists*, 89(9), 873.
- Newell, K. (1986). Constraints on the development of coordination. *Motor development in children: Aspects of coordination and control*.
- North, J. S., Williams, A. M., Hodges, N., Ward, P., & Ericsson, K. A. (2009). Perceiving patterns in dynamic action sequences: Investigating the processes underpinning stimulus recognition and anticipation skill. *Applied Cognitive Psychology*, 23(6), 878-894.
- Padilha, M. B., Casanova, F., & Bagatin, R. (2017). Avaliações e investigações acerca das habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão nos jogos desportivos coletivos. In F. Tavares & F. Casanova (Eds.), *A Tomada de Decisão nos Jogos Desportivos Coletivos: Do laboratório ao terreno de jogo* (Vol. 1). OPorto: FADEUP.
- Panchuk, D., & Vickers, J. N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25(6), 733-752. doi:10.1016/j.humov.2006.07.001
- Piras, A., & Vickers, J. N. (2011). The effect of fixation transitions on quiet eye duration and performance in the soccer penalty kick: Instep versus inside kicks. *Cognitive Processing*, 12(3), 245-245 - 255. doi:10.1007/s10339-011-0406-z
- Rienhoff, R., Tirp, J., Strauß, B., Baker, J., & Schorer, J. (2016). The 'Quiet Eye' and motor performance: A systematic review based on Newell's constraints-led model. *Sports Medicine*, 46(4), 589-603.
- Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J.-F., & Reine, B. (1995). Analysis of information processing, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situations. *Human Movement Science*, 14(3), 325-349.

- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing*, 12(3), 301-310. doi:10.1007/s10339-011-0392-1
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2013). Perceptual-Cognitive Skills and Their Interaction as a Function of Task Constraints in Soccer. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35(2), 144-155.
- Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontiers in Psychology*, 7.
- Savelsbergh, G. J. P., Haans, S. H. A., Kooijman, M. K., & van Kampen, P. M. (2010). A method to identify talent: Visual search and locomotion behavior in young football players. *Human Movement Science*, 29(5), 764-776. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2010.05.003>
- Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297-1304 1298. doi:10.1080/02640414.2016.1156241
- Stratton, G., Reilly, T., Richardson, D., & Williams, A. M., (2004). *Youth soccer: From science to performance*. London: Routledge. .
- Takeuchi, T. (1993). Auditory information in playing tennis. *Perceptual and Motor skills*, 76(3_suppl), 1323-1328.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007). The Effects of Task Constraints on Visual Search Behavior and Decision-Making Skill in Youth Soccer Players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2007). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal Motor Behaviour*, 39(5), 395-408. doi:10.3200/JMBR.39.5.395-408
- Vater, C., Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Effects of anxiety on anticipation and visual search in dynamic, time-constrained situations. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 5(3), 179.
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Champaign, IL, US: Human Kinetics.

- Vickers, J. N. (2009). Advances in coupling perception and action: the quiet eye as a bidirectional link between gaze, attention, and action. *Progress In Brain Research, 174*, 279-288. doi:10.1016/S0079-6123(09)01322-3
- Ward, P., & Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: The multidimensional nature of expert performance. *Journal of sport and Exercise Psychology, 25*(1), 93-111.
- Wegner, D. M. (1994). Ironic processes of mental control. *Psychological Review, 101*(1), 34.
- Williams, A., & Davids, K. (1997). Assessing cue usage in performance contexts: A comparison between eye-movement and concurrent verbal report methods. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 29*(3), 364-375.
- Williams, A. M., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 69*(2), 111-128.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 65*(2), 127-135.
- Williams, A. M., & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science, 24*(3), 283-307. doi:10.1016/j.humov.2005.06.002
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology, 25*(3), 432-442. doi:10.1002/acp.1710
- Williams, A. M., & Hodges, N. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. *Journal of Sports Sciences, 23*(6), 637-650. doi:10.1080/02640410400021328
- Williams, A. M., Hodges, N. J., North, J. S., & Barton, G. (2006). Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: investigating the essential information underlying skilled performance. *Perception, 35*(3), 317-332.
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology, 2*(3), 301-318.

- Williams, A. M., Singer, R. N., & Frehlich, S. G. (2002). Quiet eye duration, expertise, and task complexity in near and far aiming tasks. *Journal of Motor Behavior*, 34(2), 197-207.
- Williams, A. M., & Ward, P. (2003). Perceptual expertise. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 219-249).
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2010). Gaze behaviour and shooting strategies in football penalty kicks: Implications of a "keeper-dependent" approach. *International Journal of Sport Psychology*, 41(3), 293.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2010). A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 937-946.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2012). Quiet-eye training, perceived control and performing under pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(6), 721-728.

CAPÍTULO III: ESTUDO EMPÍRICOS

ESTUDO IV

The gaze behaviour and defensive tactical performance of soccer players during small-sided games: an *in situ* approach

Abstract

We developed a novel *in-situ* approach to examine perceptual-cognitive in soccer. We examined the gaze behaviors perception of effort and defensive tactical performance during game sequences involving 2vs1 + goalkeeper across two times of play. Ten university-level players were evaluated. At the end of each playing sequence, participants indicated their perceived effort on the task using the Rate Scale Mental Effort and Borg Scales. The defensive tactical behaviour was evaluated based on defensive tactical principles of soccer. Visual search data were recorded using a portable eye-movement registration system. We evaluate the gaze variables defined as number fixation, fixation duration, and number fixation per location, once percentage of viewing time per location namely: PlayerBall; Ball; SpacePlayer; Space, and Undefined. Participants showed poorer defensive tactical values from the first to the second time of play. Also, they indicated higher perceived effort during the second time of play. Moreover, participants presented changes in visual search measures after examination of the total values from both times for “SpacePlayerBall” and “Space”. It is worth mentioning for players searching for cues on space of playerball and spaces, allowing players to management spaces and time may to avoid a worsening in the defensive tactical throughout the game.

Keywords: Soccer, Perceptual-cognitive skills; Tactical performance, Small-sided games.

INTRODUCTION

The dynamic nature of soccer has researchers to adopt distinct theoretical and practical frameworks for investigating superior performance, particularly the perceptual-cognitive skills (Williams & Ericsson, 2005; Williams, Ford, Eccles, & Ward, 2011). Traditionally, perceptual-cognitive skills have been defined as the ability to detect and process environmental information, and to integrate them with pre-existing knowledge and motor capabilities, to select and to execute suitable actions (Marteniuk, 1976). These skills have been examined a wide variety of methods and research designs involving numerous tasks ranging from penalty shootouts to 11vs11 game situations in the first-person and/or third-person (Roca, Ford, McRobert, & Williams, 2013; Savelsbergh, Van der Kamp, Williams, & Ward, 2005; Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn, & Philippaerts, 2007).

The amount of research focusing on perceptual-cognitive skills has increased markedly in recent decades, but the original work dates back to the early 1990s (Helsen & Pauwels, 1993; Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1994). Helsen and Pauwels (1993) compared the perceptual-cognitive skills of expert and novice soccer players. They were evaluated in a variety of tasks using slides and video simulations of attacking sub-phases of play, which required tactical decision-making in small-sided and conditioned games (SSCGs) such as 2vs2, 3vs3, and “set-play” conditions (e.g., free-kicks). The authors concluded that expert players were more accurate in their decisions and showed faster responses, presenting higher efficiency in gaze behaviours.

Since then most researchers have sought to represent the reality of the game by using technological tools (McGuckian, Cole & Pepping, 2017). Published reports suggest that researchers have employed a wide range of methods (e.g., either video-based or *in-situ* conditions) and techniques (i.e., occlusion and point-light-display) to identify the perceptual-cognitive skills that underlie anticipation and decision-making (Andrade, González-Víllora, Casanova, & Teoldo, 2020; Williams et al., 2011). Process-tracing measures have been recorded such as eye movements and verbal reports (Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007; Williams et al., 2011). Roca, Ford, McRobert, and Williams (2011) proposed a novel representative task method to evaluate the perceptual-cognitive skills through two investigations based on multidimensional approach in soccer (Roca et al., 2013). Authors applied scenarios in the first-person

perspective in real-size, which simulated the far and near task-constraints situations with a movement-based response similar to the real-game settings (Roca et al., 2013).

Namely in SSCGs, scientists have presented scenarios using various video perspectives (e.g., aerial and players actions on-field) in order to manipulate a variety of task constraints during performance in soccer (Mann, Farrow, Shuttleworth, & Hopwood, 2009; Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2007). Recently, researchers have used *in-situ* simulations (e.g., penalty tasks) in an attempt to create the most realistic test settings (Dicks, Button, & Davids, 2010; Timmis, Turner, & van Paridon, 2014). Oppici, Panchuk, Serpiello, and Farrow (2017) carried out an *in-situ* experiment to compare soccer and futsal players' perceptual-cognitive skills under domain-specific task constraints involving offensive situation in soccer. The authors concluded that the differences in performance were aligned with variations in domain-specific practice. Furthermore, they highlighted the need to examine how the importance of different perceptual-cognitive skills changes as a function of task constraints (cf. Newell, 1986; Williams, Janelle, & Davids, 2004). Notwithstanding, there are important methodological issues that need to be addressed when developing study designs to evaluate perceptual-cognitive skills during *in-situ* conditions, particularly those related with variables control (cf. Andrade et al., 2020; Causer, Barach, & Williams, 2014).

Players' performance during *in-situ* tasks are influenced by multiple interrelated constraints (Roca & Williams, 2016). Players are submitted to stressful physical demands presenting higher physiological stress in workload per minute of the game (Casamichana, Castellano, Calleja, Roman, & Castagna, 2012; Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011). Moreover, it is well-known that the perceptual-cognitive skills underpinning players' performance are influenced by different physical intensities (Casanova et al., 2013). When these constraints were manipulated during SSCGs, they influenced the intensity of play, demanding from players different physical workloads and adequate tactical-technical skills, while performing decisions under pressure and fatigue (Kunrath, Nakamura, Roca, Tessitore, & Teoldo Da Costa, 2020).

In this context, this study aimed to examine the visual search behaviors of defending players and their internal load (rating perception of effort) spent during defensive tactical performance in a 2vs1 + goalkeeper SSCG across two times of play. We expected that 1) players present higher PSE in the second time of play due to

accumulation of fatigue / stress throughout tasks and time of practice (Casamichana et al., 2012; Kunrath et al., 2020); 2) players' tactical performance decrease from the first to the second time (Kunrath, Cardoso, Nakamura, & Teoldo, 2018); 3) players do not present changes in their gaze behaviors between the two times since the task is the same and they were not subjected to any controlled and high intensity physical overload (Casanova et al., 2013; Halson, 2014). However, we do not predict hypothesis concerning the characteristics of areas of interest (AOIs) due to a lack of consensus in available literature.

METHODS

Participants

Ten university-level, male soccer players (25 ± 3.50 yrs; 75.56 ± 9.29 kg; 179.56 ± 3.88 cm) without professional experience were recruited to participate in this experiment. Participants reported normal or corrected to normal levels of visual function. All procedures conformed to the Declaration of Helsinki and were in accordance with the ethical standards of the ethics committee of the lead institution. Informed consent was provided.

Field-Test Task Constraint

The task involving performing in game sequences for 1 minute (min) and 40 seconds (secs) in 2vs1 + goalkeeper of SSCG situation (2vs1 + Gk) with field dimensions of 27m x 20m (length x width) (see Figure 1a and Figure 2b). The standardization of the field measures used in the SSCGs was based on the number of players involved in the activity (Hugues, 1994). The field area was determined by calculating the game space ratio used by soccer players according to the maximum length and width dimensions, established by the *International Football Association Board* for international games (Silva et al., 2015; Teoldo, Garganta, Greco, Mesquita, & Maia, 2011). The time of the game was determined according to the official match time (Padilha, Casanova, & Bagatin, 2017).

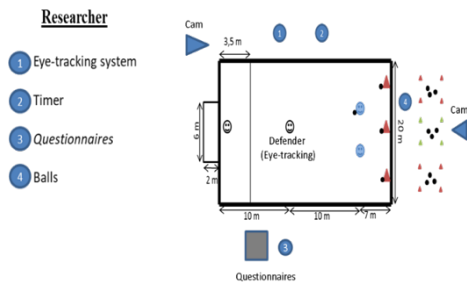


Figure 1: (a) The experimental trial and its representativeness Task (2vs1 + Gk), where the participant is wearing the eye-movement is highlighted in the black circle. (b) Pitch dimensions and its representativeness (2vs1 + Gk).

Apparatus

The Tobii Pro Glasses 2[®] eye-movement registration system was worn by participants for the whole duration of the field task and used for recording the visual search behavior of each participant. The system records the point-of-gaze onto a video image of the binocular corneal reflection with respect to an integrated camera and measures the relative position of the pupil and corneal reflection. The recording process is done through Tobii Glasses Controller Software, running on a Dell Venue 11 Pro 7130, Windows 8/8.1 Pro tablet. The image is transferred to a computer and analyzed by running Tobii Glasses Analysis Software. System accuracy was recorded at 0.5° in both horizontal and vertical directions.

Procedures

The procedures were carefully explained before the beginning of the experiment, and the eye-movement system was fitted onto the defender's head. To calibrate the Tobii eye-movement system the participant had to focus on the center of the calibration card held in front of him, for five seconds. To ensure the players' familiarity with the test procedure, they practiced three trials on the field (Williams & Davids, 1998).

In the field test two times were performed lasting 1min and 40 secs each one, once were performed through game sequences (trials). The players restarted a new trial only at the signal of the researcher. The trial finished when: (i) the defender recovered the ball possession; (ii) attackers shot at the goal and scored/outlined; or (iii) a fault was marked. To begin a new trial, the attacking players had to return to the starting point to

pick up the ball. All the trials were performed according to the official laws of the game (FIFA, 2017).

Table 1: Mean (m) and standard deviation (sd) of trials performed by players for the first and second times of play.

Task	Trials	
	Mean	(sd)
First Time	11.40	4.55
Second Time	10.60	1.84

The defending players only performed defensive actions (e.g., disarm, interception, tackle), whereas two attacking players performed offensive actions (e.g., pass, reception, dribble). Four attacking players participated in the design for counterbalancing in an attempt to control possible learning biases by the defender. They played in alternate pairs for each sequence (trial).

The defender was requested to indicate the perceived effort demanded during the task (i.e., 2vs1+ Gk) at the end of each game time. The rate of perceived exertion (RPE) scale was used, which contained two different categories: i) rating scale mental effort (RSME) and ii) Borg Scale. For verifying the RSME the researcher asked the participants the following question: “*How mentally demanding did you perceive the task?*” Players estimated their fatigue states by drawing a line through a vertical scale from 0 (not at all effortful) to 150 (very effortful). For the Borg scale players were asked: “*how do you classify the physical effort in the task from 6 (minimum effort) to 20 (maximum effort)?*”.

Analysis Methods

Defensive Tactical Performance Accuracy: The player’s defensive tactical performance accuracy was assessed based on core tactical principles of soccer (Teoldo, Guilherme, & Garganta, 2017). The tactical principles had been consistently evaluated in previous studies, which reported reliability values over .81 in the analysis of actions (Bach Padilha, Guilherme, Serra-Olivares, Roca, & Teoldo, 2017; Kunrath et al., 2020; Teoldo et al., 2011). It encompasses ten tactical principles (i.e., five defensive and five offensive principles) which are defined from the analysis and identification of the players’ efficiency in performing. Thus, this evaluation enables the accurate verification

of players' position and movement according to spatial references, as well as the analysis and categorization of the tactical actions.

For this study we evaluated actions related with the defensive tactical principles. The assessment was performed based on the System of Tactical Assessment in Soccer (FUT-SAT) developed by Teoldo et al. (2011). Thus, were considered the quality of principle performance criterion, once the scores were calculated considering negative and positive actions, once negative was classified with five points and positive action was considered ten points.

Rating scale for mental effort: The RSME was used to evaluate and to compare the invested mental effort perceived by the defenders during both times of play (i.e., 2vs 1 + Gk). This scale required participants to indicate the level of effort demanded during the task, indicating the amount of processing resources employed. The RSME ranges from 0 to 150, with three verbal anchors corresponding to 0 (*not at all effortful*), 75 (*moderately effortful*), and 150 (*very effortful*) (Zijlstra, 1993).

BORG scale: The rating of perceived physical exertion was used with verbal anchors (RPE), which comprehended a 15-grade scale ranging from 6 (minimum effort) to 20 (maximum effort) (Borg, 1982).

Visual search rate: of the total duration fixation was analyzed per location from the onset of each game sequence. A fixation was defined as the period of 100ms when the eye remained stationary within 0.5° of movement tolerance (Vater, Roca, & Williams, 2016). Three measures were recorded to provide an indication of the search rate: mean number of visual fixations (NF); the mean fixation duration (in milliseconds; FD); and the total number of fixation locations (NFL).

Percentage of viewing time (%VT) and mean of duration fixation (DFT): The %VT and DFT was defined as the proportion of time spent fixating on each of five areas of interest (AOIs): (i) ball; (ii) free space on the pitch (Space); (iii) space of player in ball possession (i.e., space around player and between legs; SpacePlayer); (iv) player in possession of the ball (i.e., body parts; PlayerBall); and (v) undefined. The undefined category was excluded.

Reliability analysis

Test-retest reliability for the observations comprised of a 20-day interval for reanalysis to avoid any potential familiarity effects with the task (Robinson &

O'Donoghue, 2007). Reliability calculation was performed using the Cohen's Kappa test. Two observers were involved in this procedure. Reliability was verified through the reassessment of a number of samples that was superior to the percentage (20%) indicated by literature. Inter and intra-observer analysis for defensive tactical performance shows an agreement above 90%. The intra and inter reliability agreement for visual search data were above 85% (see Thomas, Nelson, & Silverman, 2005).

Statistical Analysis

Repeated measures t-test was conducted to compare the Rating scales for perception efforts (RSMF and Borg), Tactical performance and Visual Search Measures according to Number fixation - NF, Fixation Duration - FD, Number Fixation Location – NFL - as dependent variables in the first and second Times. We analyzed Separate Factorial Two-way ANOVA with Times (i.e., First and Second Time) as the between-participants factor for the percentage viewing time and mean fixation duration per AOIs. The AOIs were divided into 4 fixations locations: i) ball; ii) space; iii) player in possession of the ball; and iv) space of player in ball possession, free space on the pitch. The AOIs were the within-participants factors. Additionally, we performed two-way ANOVA with AOIs as between-participants and Times as within participants. Any significant main and interaction effects were followed up using Bonferroni-corrected pairwise comparisons and Bonferroni post hoc tests, respectively. Alpha level of significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Statistical significant differences were found, between First and Second Time in the defensive tactical performance variable ($t_{(9)}=2.312$, $p=.046$; see Table 2).

Table 2: Mean (m) and Standard Deviation (sd) for Percentage Defensive Tactical Performance accuracy.

	First Time		Second Time	
	<i>mean</i>	<i>sd</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>
Defensive tactical performance				
Percentage accuracy*	81.40	08.87	69.50	18.93

* Significant differences between times ($p < .05$).

The data revealed significant differences between Times for RSMF and BORG scale, with participants indicating higher scores in the Second Times when compared with the First Time ($t_{(9)}=3.156$, $p=.012$; $t_{(9)}=5.127$, $p=.001$; see Table 3).

Table 3: Mean (m) and Standard Deviation (sd) for Rating Scale of Mental Effort (RSME) and Borg scales (Borg) of rate perception exertion.

RPE	First Time		Second Time	
	<i>mean</i>	<i>sd</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>
RSME*	95.50	11.89	104.30	19.10
BORG*	13.90	2.92	15.45	3.44

* Significant differences between times ($p < .05$).

Although visual search measures had displayed changes between times, the *t-Test* showed no significant differences for Fixation Duration ($t_{(9)}=.838$, $p=.424$); Number Fixation ($t_{(9)}=1.270$, $p=.236$); and Number Fixation Location, between First and Second Time ($t_{(9)}=1.270$, $p=.236$; please see Table 4).

Table 4: Mean (m) and Standard Deviation (sd) of Fixation Duration, Number Fixation and Number Fixation Location for each time.

Visual search measures	First Time		Second Time	
	<i>mean</i>	<i>sd</i>	<i>mean</i>	<i>sd</i>
FD	.261	.057	.253	.053
NF	12.92	5.56	11.02	5.03
NFL	2.58	1.11	2.20	1.01

The results revealed significant differences for percentage view in AOIs ($F_{3,72}=2.856$; $p=.043$). However, the AOIs did not displayed differences between the Times. In additions, we did not found differences between AOIs when verified within Time, as well as when compared each AOI from the first to the second Time (see Figure 2a).

In which regards the Mean of Fixation Duration we have verified main effects for AOIs ($F_{3,72}=3.64$; $p=.027$), evidencing that the players spent more time fixating on the *SpacePlayerBall* rather than *Spaces* available ($p=.017$). In contrast, there were no main effects for both Times. Moreover, we did not find significant differences for AOIs within and between Times (see Figure 2b).

*

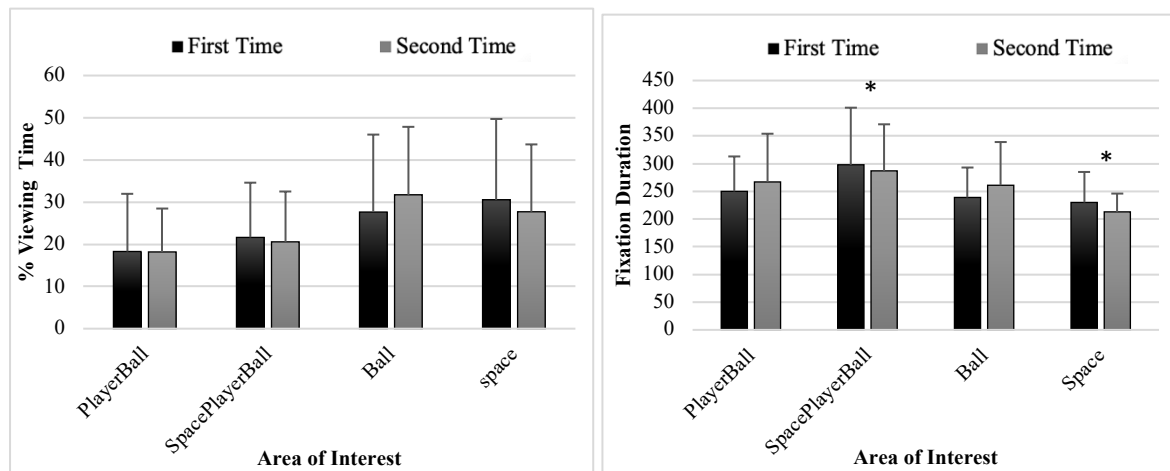


Figure 2: a) Percentage view time for each AOIs across Times; b) Mean of fixation duration spent for each fixation on the AOIs across Times.
 *Significant difference among AOIs ($p < .05$).

DISCUSSION

This study aimed to examine the visual search behavior of defending players and their internal load (rating perception of effort) during defensive tactical performance in a 2vs.1 + goalkeeper task constraint (i.e., 2vs.1 + Gk), across two times of play. We presume that, contrarily to the conditions found in laboratory settings, *in-situ* designs such as playing in SSCGs may significantly influence the players' behaviors due to the complexity of constraints inherent to these performance environments (McGuckian et al., 2017).

The findings of our study revealed that players decreased their accuracy on the defensive tactical performance from the first time to second time, while they presented higher scores of perceived efforts (i.e., RSME and Borg scales) when compared both time of play. Moreover, there were no significant differences between times when the visual search measures (NF, FD, and NFL) were observed. In addition, despite players having displayed changes in their visual search strategies and differences for different areas of interest AOIs, there were no significant differences observed for AOIs it concerns each time and within times. However, participants showed main effects for AOIs in percentage view time fixating and FD spent for AOIs.

On the other hand, the defending players presented a decreased of the defensive tactical performance and, consequently, an increased in the rate of perceived effort, measured through both RSME and Borg scales, from the first to the second time. While RSME gives insights into the amount of processing resources spent on the task (Williams, Vickers, & Rodrigues, 2002), the Borg scale is considered to be a psychophysical estimated effort (Borg, 1982). In this sense, the current task of 2vs.1 + Gk demanded from players specific cognitive efforts for maintaining their concentration (i.e., attentional control) in making fast and accurate decisions, due to the information processing required in dynamic and complex environments (Andrade et al., 2020; Walsh, 2014).

Moreover, when players invested more mental effort in the second time of the task, aiming to anticipate the opponent's intention and to adapt their movement according to their decision-making, the process of picking-up relevant sources of information and information processing during the task can prove to be more difficult. Consequently, this impairs their decision-making and technical-tactical performances during their defensive actions in numerical inferiority 2vs.1 SSCGs (Badin et al., 2016; Kunrath et al., 2020; Smith, Zeuwts et al., 2016).

Looking at the increase of the Borg scale between times, it seems that it is linked with the task characteristics since players performed the 2vs.1 task constraint throughout many trials (see Table 1). Such demands during the task tend to follow an intermittent exercise (Hill-Haas et al., 2011). Moreover, although previous studies have suggested that mental fatigue increases RPE, it has little impact on high-intensity and short-duration exercises (Martin, Thompson, Keegan, Ball, & Rattray, 2015; Smith, Coutts et al., 2016; Smith, Marcora, & Coutts, 2015).

Concerning the visual search behavior, the results obtained showed no significant differences between times, however, we observed some changes from first to second time. Even though we did not found a significant difference, Eysenck and Calvo (1992) postulated that there is a link between the effort performed on the task and the effectiveness of performance, which may be ascertained by changes in indirect measures, such as the gaze behaviour and rating of mental efforts, such as displayed in our results from the defensive tactical and PSE results. Therefore, it should not be disregarded the impact of mental and physical fatigue on tactical performance *in-situ* settings, which might affect the players' ability of management and control the spaces

on-field (Kunrath et al., 2020). Notwithstanding, one of the main issues of our results concerns to athletes' characteristics, once our study required university soccer players. Other studies highlighted that elite players are able to adapt their visual search under stress and have not displayed high reductions in their performance (Casanova et al., 2013).

Thereby, such stress that could influence gaze behaviour, mental effort or verbal reports, may be manipulated, for instance, through implementation of an intermittent exercise protocol and workload demand, as applied by Casanova et al. (2013) in soccer, and by Vickers and Williams (2007) in biathlon, respectively. Unlike the current study performed *in-situ* condition, studies aforementioned had applied their designs into laboratory conditions.

When we focus on the percentage viewing time, our results displayed main effects for AOI, however, players displayed no differences when verified the spent of time fixated amongst AOI. Although previous research has applied 2vs.1 task constraint in laboratory conditions, authors claimed that players' visual search behaviour varies according to their decision-making level. Successful players spend more time fixating on the player in ball-possession and switching their visual search more frequently between the player and any other area (Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2007).

Even though this current study had not assessed the decision-making, players decreased their tactical behavior accuracy, as well as changes in their visual search strategies. Such findings may be related with players' skills according to their soccer specific-domains (i.e., tactical knowledge) and physical conditions, since they are university soccer players. Thus, we state that it is imperative to develop more *in-situ* studies to examine different skill levels and to enhance information according to elite players and their perceptual skills. Yet, how players are capable to comprehend and to read the game in a shorter time and more assertively, might support our understanding regarding players' decision-making.

Considering the fixation duration per AOI there were no significant differences between times and within times. Nonetheless, players spent more time fixating on the space of the player in ball-possession, rather than in free space on the pitch, in the 2vs.1 task constraint. Since soccer is characterized by game space management, it is worth mentioning for players searching for cues on space of playerball and spaces support

them to manage the distances according to spaces and time, avoiding to decrease the tactical performance under effort demands during the game (Kunrath et al., 2020). Therefore, when the defenders are capable to manage the spaces on-field, controlling the distance from opponents with and without the ball to them comprises key information clues that defenders to adapt their decision-motor response to anticipate the opponent's actions.

Similarly, Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn et al. (2007) conducted a quasi-experimental study to investigate whether youth soccer players' visual search behaviour would present differences according to numerical relations. Notwithstanding, the authors had assessed players in laboratory conditions, results have showed that players' visual search behaviour varies according to the number of players involved in the activity.

In a SSCGs with smaller number of participants (i.e., 2vs.1 and 3vs.1), players used fewer fixations of longer duration and spent more time fixating on the player with the ball and the ball than the other structure (i.e., 3vs.2, 4vs.3 and 5vs.3). Such results may be associated with the aerial perspective video-simulated and the AOI coded, since in our analysis we considered the AOI closer to each other due to *in-situ* conditions analysis (e.g., space of the player and player in ball-possession), and its implicit and specific-domain task constraints from the real environment. For example, for analyzing the gaze behavior *in-situ* conditions, this current study considered as AOI the space of the player in ball-possession (i.e., space around player and between legs), while in other studies this area was not analyzed, most likely because authors had applied the task in video conditions for third-person perspective.

Such changes in visual search behaviour may have been influenced by task complexity and, consequently, by the cognitive load demanded during players' performance throughout the trials, showed by the RPE results. In agreement with our study, Badin et al. (2016) suggested that when players are in a state of fatigue their mean of FD increased during 2vs.1 task constraint video condition.

Since a specific-domain task constraint (i.e., 2vs.1 + Gk) *in-situ* condition was applied in this study, the ongoing and unpredictable actions displayed in these SSCGs seemed to shape players' perceptual skills for picking-up relevant information sources from the environment, leading to an adaptation to the task being performed, throughout both tow times (Williams et al., 2004). Likewise, perceptual changes exhibited

throughout trials amongst AOIs may have been influenced by a psychophysiological demand, possibly verified by the rating of perceived efforts (assessed through RSME and Borg scales). Importantly, our interpretations and discussions are limited to the scarcity of studies that have applied similar task constraints *in-situ* conditions.

Despite the results and the aforementioned interpretations, this study aimed to offer possible future research avenues in examining the perceptual-cognitive skills *in-situ* conditions. In this regard, to examine whether the physiological workload, either *pre-test* or between times, affected the tactical behaviour and visual search behaviour underpinning anticipation and decision-making performance might offers a further step in literature. In addition, it would be paramount to better understand how different complex task constraints *in-situ*, such as 1vs.1 (smaller complexity), 2vs.2 and 3vs.2 (higher complexity) would promote changes in players' perceptual skills. Besides, we suggest an experimental design that determines the number of trials for each time, such as estimated by our study (see Table 1), thus enabling a better control of the testing conditions.

In summary, this study demonstrated how players developed their visual search strategy during 2vs.1 + GK *in-situ* conditions. The effort spent by players throughout practice tends to impair the defensive tactical behavior, as well as how players pick-up relevant cues on the surround, once players changed their visual search strategies regarding the space of the playerball and other spaces for adjusting their decision-making performance.

The methods applied in the current study may offer novel directions for future studies in regard to the control and research designs applied in the investigation of the perceptual skills evaluated directly on the pitch.

DISCLOSURE STATEMENT

No potential conflict of interest was reported by the authors.

SUPPORT FOUNDATION

This study was funded by the SEESP-MG through the State Act of Incentive to Sports, by FAPEMIG, CAPES, CNPQ, FUNARBE from Brazil and FCT and IPDJ from Portugal

ACKNOWLEDGE

We thanks to Centre of studies and Sport games (CEJD), Faculty of Sports, University of Porto, and colleagues by support during to data collection and developing that work.

REFERENCES

- Andrade, M. O. C., González-Víllora, S., Casanova, F., & Teoldo, I. (2020). The attention as a key element to improve tactical behavior efficiency of young soccer players. *Revista de Psicología del Deporte*, 29(2), 47-55.
- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue: impairment of technical performance in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100-1105.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medice and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Casamichana, D., Castellano, J., Calleja, J., Roman, J. S., & Castagna, C. (2012). Relationship between Indicators of Training Load in Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* doi:10.1519/JSC.0b013e3182548af1
- Casanova, F., Garganta, J., Silva, G., Alves, A., Oliveira, J., & Williams, A. M. (2013). Effects of Prolonged Intermittent Exercise on Perceptual-Cognitive Processes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(8), 1610-1617.
- Causser, J., Barach, P., & Williams, A. M. (2014). Expertise in medicine: using the expert performance approach to improve simulation training. *Medical Education*, 48(2), 115-123.
- Dicks, M., Button, C., & Davids, K. (2010). Availability of advance visual information constrains association-football goalkeeping performance during penalty kicks. *Perception*, 39(8), 1111-1124.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion*, 6(6), 409-434.
- Eysenck, M. W., & Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences*, 50(7), 955-960.

- Gonzaga, A. d. S., Albuquerque, M. R., Malloy-Diniz, L. F., Greco, P. J., & Teoldo, I. (2014). Affective decision-making and tactical behavior of under-15 soccer players. *PLoS ONE*, 9(6), e101231.
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Med*, 44(2), 139-147.
- Helsen, W., & Pauwels, J. M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. In J. L. Starkes, F. Allard, J. L. Starkes, & F. Allard (Eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise*. (pp. 109-134). Amsterdam, Netherlands: North-Holland/Elsevier Science Publishers.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220. doi:10.2165/11539740-000000000-00000
- Hugues, C. (1994). *The football association coaching book soccer tactics and skills*. Harpenden: Queen Anne Press.
- Kunrath, C. A., Cardoso, F., Nakamura, F. Y., & Teoldo, I. (2018). Mental fatigue as a conditioner of the tactical and physical response in soccer players: A pilot study. *Human Movement*, 19(3), 16-22.
- Kunrath, C. A., Nakamura, F. Y., Roca, A., Tessitore, A., & Teoldo Da Costa, I. (2020). How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach. *Journal of Sports Sciences*, 1-11.
- Mann, D. L., Farrow, D., Shuttleworth, R., & Hopwood, M. (2009). The influence of viewing perspective on decision-making and visual search behaviour in an invasive sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(4), 546-546-564.
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information Processing in Motor Skills*: Holt, Rinehart and Winston.
- Martin, K., Thompson, K. G., Keegan, R., Ball, N., & Rattray, B. (2015). Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 115(4), 715-725.

- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G.-J. (2017). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880.
- Newell, K. (1986). Constraints on the development of coordination. *Motor development in children: Aspects of coordination and control*.
- Oppici, L., Panchuk, D., Serpiello, F. R., & Farrow, D. (2017). Long-term practice with domain-specific task constraints influences perceptual skills. *Frontier in Psychology*, 8, 1387.
- Padilha, M. B., Casanova, F., & Bagatin, R. (2017). Avaliações e investigações acerca das habilidades perceptivo-cognitivas subjacentes à tomada de decisão nos jogos desportivos coletivos. In F. Tavares & F. Casanova (Eds.), *A Tomada de Decisão nos Jogos Desportivos Coletivos: Do laboratório ao terreno de jogo* (Vol. 1). Porto: FADEUP.
- Padilha, B. M., Guilherme, J., Serra-Olivares, J., Roca, A., & Teoldo, I. (2017). The influence of floaters on players' tactical behaviour in small-sided and conditioned soccer games. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(5), 721-736.
- Robinson, G., & O'Donoghue, P. G. (2007). A weighted kappa statistic for reliability testing in performance analyses of sport. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(1), 12-19.
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing*, 12(3), 301-310. doi:10.1007/s10339-011-0392-1
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2013). Perceptual-cognitive skills and their interaction as a function of task constraints in soccer. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35(2), 144-155.
- Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontiers in Psychology*, 7.
- Savelsbergh, G. J. P., Van der Kamp, J., Williams, A. M., & Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48(11-14), 1686-1697. doi:10.1080/00140130500101346

- Silva, P., Esteves, P., Correia, V., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2015). Effects of manipulations of player numbers vs. field dimensions on inter-individual coordination during small-sided games in youth football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 641-659.
- Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. M. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(2), 267-276.
- Smith, M. R., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2015). Mental fatigue impairs intermittent running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(8), 1682-1690.
- Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297-1304 1298p.doi:10.1080/02640414.2016.1156241
- Teoldo, I., Garganta, J., Greco, P. J., Mesquita, I., & Maia, J. (2011). System of tactical assessment in Soccer (FUT-SAT): Development and preliminary validation. *Motricidade*, 7(1), 69-84.
- Teoldo, I., Guilherme, J., & Garganta, J. (2017). *Training football for smart playing: On tactical performance of teams and players*: Appris Editora e Livraria Eireli-ME.
- Timmis, M. A., Turner, K., & van Paridon, K. N. (2014). Visual search strategies of soccer players executing a power vs. placement penalty kick. *PLoS ONE*, 9(12), e115179.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2007). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal Motor Behaviour*, 39(5), 395-408. doi:10.3200/JMBR.39.5.395-408
- Vater, C., Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Effects of anxiety on anticipation and visual search in dynamic, time-constrained situations. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 5(3), 179.

- Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 381-394.
- Walsh, V. (2014). Essay: Is sport the brain's biggest challenge? *Current Biology*, 24(18), R859. doi:10.1016/j.cub.2014.08.003
- Williams, A., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2), 111-128.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(2), 127-135.
- Williams, A. M., & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement and Science*, 24(3), 283-307. doi:10.1016/j.humov.2005.06.002
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442. doi:10.1002/acp.1710
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301-318.
- Williams, A. M., Vickers, J., & Rodrigues, S. (2002). The effects of anxiety on visual search, movement kinematics, and performance in table tennis: A test of Eysenck and Calvo's processing efficiency theory. *Journal of Sport and Exercise psychology*, 24(4), 438-455.
- Zijlstra, F. R. H. (1993). *Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools*. (Ph.D). Technische Universiteit Delft, Netherlands.

ESTUDO V

The Effect of Physical Workload on Visual Search Behaviors Soccer Defenders Performance During 2vs1 Conditions in Situ

Abstract:

This study examined the effect of physical workload on gaze behavior during defensive 2vs.1+Gk situations. Twenty-two soccer players were separated into two groups based on their defensive tactical performance on-task, creating separate high- and low-performing groups using a within-task criterion. In the task, 12 game sequences (trials) were presented under high- and low-workload conditions. At the end of each workload condition, participants were asked to indicate their perceived effort on the task using the Rating Scale of Mental Effort and the Borg Scale. The low- and high-workload conditions were defined when the players achieved at least 60% and 90% of their HRmax respectively, during performance on the Yo-Yo Intermittent Recovery Test. Visual search data were recorded using Tobii pro eye-movement registration glasses. Players reported an increase in RPE values from the low- to high-workload conditions. The low-performing group increased FD and decreased the NF and NFL between the low- to high-workload conditions. Both groups displayed different visual search strategies with regards the AOIs fixated upon. Participants in the high-performing group focused on the SpaceFrontPlayer then Ball and AnotherOpponent. The low-performing group spent more time focusing on SpaceFrontPlayer and SpacePlayers than Ball and AnotherOpponent. Findings highlight how fatigue impacts differently on perception and decision-making in high- and low-performing players respectively.

Keywords: eye-tracking; yo-yo test; small sided-conditioned games; soccer; visual search

INTRODUCTION

The development of perceptual-cognitive skills enhances the ability to identify and process environmental information in order to select and execute the most appropriate actions (Marteniuk, 1976). These skills are influenced by different interrelated constraints during *in situ* tasks (Roca & Williams, 2016; Williams, Janelle, & Davids, 2004), which are inherent to specific competitive demands such as the mental-physical workload, and the technical-tactical and perceptual-cognitive skills required (Casanova et al., 2013).

Scientists have stressed that perceptual-cognitive skills are influenced by fatigue and match demands, mainly using laboratory-based protocols involving filmed simulations (e.g., Casanova et al., 2013). Casanova et al. (2013) highlighted that players change their gaze behaviors, particularly towards the end of a match in soccer. High-level participants fixate on significantly more locations and use more fixations of shorter duration across fatigued and non-fatigued conditions when compared with the low-level players. Yet, players increase the search time needed to pick-up relevant information from the performance environment under increasing workload conditions, particularly in less-skilled individuals. Also, Vickers and Williams (2007) examined the effects of fatigue on gaze behavior across different workloads in Olympic biathletes. The authors report a change in mean fixation times and a more pronounced performance decrement at higher workloads.

Thus, different physical intensities create higher physiological stress across varying workloads, leading to fatigue (Casamichana et al., 2012; Casanova et al., 2013). Fatigue reduces the neuromotor recruitment capacity available for performing technical-tactical and physical demands during the match (Gandevia, 2001). Moreover, it affects the athlete's ability to maintain attentional focus, impacting on-field, negatively impacting on decision-making and the quality of technical actions the ability to identify relevant information (Boksem, Meijman, & Lorist, 2005; Smith et al., 2016). When stressed, players need to adapt their gaze behaviors to different intensity demands when distributing the compensatory resources needed to continue to effectively process the information critical for technical skill execution (Eysenck & Derakshan, 2011).

Notwithstanding, players who display better performance levels have the ability to adapt their visual strategy under pressure, adjusting the allocation of attention in the search for relevant information to support subsequent actions (Casanova et al., 2013;

Vickers, 2009; Ward & Williams, 2003). Thus, the decline in performance, seems to be related to the decreased ability to identify relevant information in the game environment, as well as to suppress irrelevant cues that may be picked up during gaze (Gilis, Helsen, Catteeuw, & Wagemans, 2008; Smith et al., 2016).

A key issue that needs to be addressed is how does workload intensity influence gaze behavior when players perform *in situ* rather than when viewing film simulations (Casanova et al., 2013).

This study investigated the effects of physical workload on gaze behavior and tactical performance during defensive situations involving a 2vs.1 plus goalkeeper task *in situ* using high and low performance groups. We hypothesized that mental and physical rate of perceived effort would increase across workload conditions (Pageaux & Lepers, 2016). Although previously researchers have not attempted to examine gaze behaviors under different physical workload during *in situ* conditions, it was predicted, based on studies conducted by Casanova et al. (2013) and Vickers and Williams (2007), that players will change their gaze behaviors between low- and high-workload conditions, with the extent of these changes being mediated by performances on the task. Thus, in keeping with previous work, the high-performing players were predicted to employ less fixations to fewer locations compared with the low-performing group in both workload condition. We predicted that both high and low performing players would fixate on different areas of interest under low and high fatigue conditions, with these changes being most evident in low performing players (Casanova et al., 2013).

METHODS

Participants

Altogether, 22 soccer players (defenders and/or defensive midfielders) were separated into two groups using a median split approach based on their defensive tactical accuracy under low-workload conditions: high-performing (N=11; mean age 24.75 years, SD=6.43; mean performance =61.08%, SD=4.70), and low-performing (N=11; mean age 24.75 years, SD=6.43; mean performance =53.29%, SD=2.43). The G-Power software was used to calculate sample size and indicated a minimum of 16 players (eight per group). The inclusion criteria adopted in this study were: (i) participants played at professional or semi-professional level; (ii) players reported normal levels of visual function. All procedures followed the guidelines of the

Declaration of Helsinki and were in accordance with the standards of the ethics committee of the lead institution.

Field-Test Task Constraint

The task consisted of 12 trials¹ involving a goalkeeper and three outfield players (i.e., GK + 2 vs. 1). The situations were played out in a field with 27m length x 20m width (see Figure 1) calculated based on-field/players ratio according to the *International Football Association Board* (Hugues, 1994). This game structure is considered one of the most prevalent during match-play (see. Ribeiro et al., 2019; Ramos et al., 2019).

The sequences consisted of a free-play situation. The participants were evaluated only the defensive actions (e.g., interception, tackle), whereas two attacking players performed the offensive actions. The sequences started and finished on the command of the researcher. The trials finished when either: (i) the defender recovered ball possession; (ii) the attackers shot at goal; or (iii) when an offside or a foul was observed. To begin a new trial, the attacking players had to return to the starting point to pick up the ball and then re-start a new trial only at the signal of the researcher. The attackers were instructed to perform an attack quickly and accurately as in a match situation.

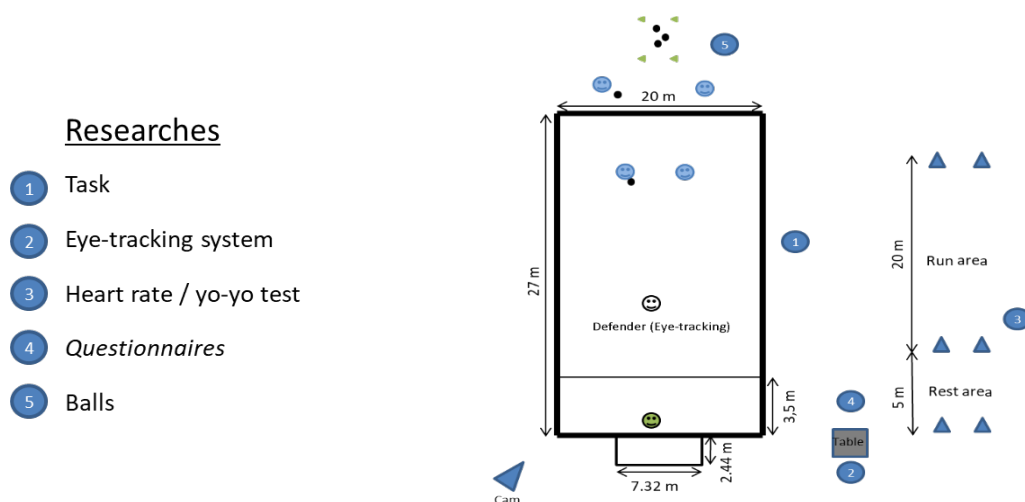


Figure 1. Pitch dimensions and its representativeness (Gk + 1 vs. 2) and procedures.

Workload test conditions

The workload test conditions were defined as low-workload, players were required to achieve 60% of their Maximal Heart Rate (HR_{max}), while in the high-workload, players were required to achieve at least 90% according to the age-predicted HR_{max} equation (Robergs & Landwehr, 2002; Tanaka, Monahan, & Seals, 2001). The two conditions were accomplished through implementation of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test (level 2) (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008).

Apparatus

Eye-movement registration system

The Tobii Pro Glasses 2[®] eye-movement system was used to record the point-of-gaze onto a video image of the scene, measuring the relative position of the pupil and corneal reflection, during the whole test. System accuracy was recorded at 0.5° in both horizontal and vertical directions.

Heart rate system

The HR was monitored continuously at 1-s intervals to provide information regarding the circulatory strain monitored by using Suunto Ambit3 peak shapphire HR system- Vantaa, Finland (Düking, Hotho, Holmberg, Fuss, & Sperlich, 2016).

Procedure

Players were asked to warm-up before the test (Karsten et al., 2016). The eye-movement system was fitted onto the participant's head. To calibrate the Tobii eye-movement system, the participant had to focus on the center of the calibration card, held in front of him, for 5 secs. To ensure familiarity with the test procedure, players were given three practice trials (Williams & Davids, 1998). The HR monitor Suunto Ambit3 was worn by the participant.

Initially, players were assigned to the low-workload condition. Participants performed a total of 12 game trials. After completing each trial, participants completed the rating scale for mental effort (RSME) and the Borg scale for perceived exertion (RPE). After completing these procedures, players were asked to perform the same task under the high-workload condition, after which they completed the RSME and RPE

scales. The HR values for each player were monitored during the whole Yo-Yo test (see Figure 1). All trials were performed according to the official laws of the game.

In an attempt to control for possible learning biases of participants, four attacking players were recruited in the task. They played in alternate pairs for each trial. No feedback was provided during performance.

Defensive Tactical behavior

Defensive Tactical Accuracy (DTP): The player's DT accuracy was assessed based on defensive tactical principles of soccer (Teoldo, Garganta, Mesquita, Maia, & Greco, 2011). The scores were calculated considering both negative (five-point scale) and positive actions (ten-point scale). Previously, researchers have reported reliability values over .79 in the analysis of actions (Bach Padilha, Guilherme, Serra-Olivares, Roca, & Teoldo, 2017).

Dependent Measures

Rate of Perceived Exertion

Rating scale for mental effort: The RSME was used to evaluate the mental effort invested during the task. This scale required participants to indicate the level of effort demanded during the task, indicating the amount of processing resources employed. The RSME ranges from 0 to 150, with three verbal anchors corresponding to 0 (*not at all effortful*), 75 (*moderately effortful*), and 150 (*very effortful*) (Zijlstra, 1993).

BORG scale: The rating of perceived physical exertion was used with verbal anchors, which comprehended a 15-grade scale ranging from 6 (minimum effort) to 20 (maximum effort) (Borg, 1982).

Visual Search Behaviors

The gaze data were analyzed frame-by-frame using a sampling rate of 50 Hz. A fixation was defined as a period of at least 100ms when the eye remained stationary within 0.5° of movement tolerance (Vater, Roca, & Williams, 2016). Visual behaviours were analyzed to obtain the search rate and the percentage of viewing time (%VT) data.

Search rate: Three measures were recorded to provide an indication of the search rate: mean number of visual fixations (NF); the mean fixation duration (in milliseconds; FD); and the total number of fixation locations (NFL).

Percentage of viewing time (%VT): The %VT was defined as the proportion of time spent fixating on each of seven different display areas or AOIs: (i) player in ball possession (i.e., body parts - PlayerBall); (ii) space of player in ball possession (i.e., space around player and between legs - SpacePlayerBall); (iii) Space in front of player in ball possession (i.e., SpaceFrontPlayerBall); (iv) ball; (v) free space on the pitch (i.e., Space); (vi) Another opponent (i.e., opponent without ball possession); and (vii) undefined. The undefined category was excluded.

Reliability

Test-retest reliability comprised a 20-day interval for re-analysis to avoid any potential familiarity effects with the task performed using the Cohen's Kappa test (Robinson & O'Donoghue, 2007). Two independent observers were involved in this procedure. Moreover, reliability was verified through the reassessment of a number of samples superior to the percentage of 25% as suggested in the literature (Roca et al., 2013). The intra- and inter-reliability for visual search data were above 85%. For inter and intra defensive tactical analysis the agreement was above 90% for inter-observer agreement (cf. Thomas, Nelson, & Silverman, 2005).

Statistical Analysis

The distribution of data sets were analyzed using the Shapiro-Wilk test. Various factorial ANOVAs were performed using Group (high- and low-performing) as the between-participant factor and Workload (high- and low-workload) as the within-participant factor in order to examine how these factors impacted on performance. Moreover, separate factorial ANOVAs were used to analyse the RSME and RPE data respectively, with Group (high- and low-performing) as the between-participant factor and Workload (high- and low-workload) as the within-participant factor.

The different gaze data measures (NF, NFL and FD) were analysed using separate factorial ANOVAs with Group as the between-participant factor and Workload as the within-participant factor. The percentage viewing time (%VT) data across the different AOIs were analyzed using a three-way ANOVA with Group as the between-participants factor and Workload and AOIs as within-participants factors, respectively. Greenhouse Geisser procedures were used to correct for violations of the sphericity assumption. Any significant main and interaction effects were followed up using Bonferroni-corrected pairwise comparisons and Bonferroni post hoc tests, respectively.

Partial eta squared (η^2_p) values were provided as a measure of effect size for all main effects and interactions. The alpha level for significance was set at $p < 0.05$.

RESULTS

Rate of Perceived Exertion

There were main effects for Group on the RSME ($F_{1, 20} = 1.949$; $p = .170$; $\eta^2_p = .046$) and Borg scales ($F_{1, 20} = .163$; $p = .689$; $\eta^2_p = .004$). For workload, there were main effects on the RSME ($F_{1, 20} = 6.360$, $p = .016$; $\eta^2_p = .137$) and Borg scales ($F_{1, 20} = 18.312$; $p < .0001$; $\eta^2_p = .314$). There was a significant Group*workload interaction on the Borg scale ($F_{1, 20} = 1.884$; $p = .178$; $\eta^2_p = .045$). There was no interaction effect for the RSME scale (see Table 1).

The high-performing group achieved higher values on both the RSME ($p = .031$) and Borg scales ($p < .0001$) for the high- compared with the low-workload condition. In contrast, the low-performing group presented higher values for the Borg, but not the RSME, on the high-workload when compared with the low-workload condition ($p = .046$).

Table 1 - Mean (m) and standard deviation ($\pm$ sd) for RPE across workload conditions.

RPE	Groups	Low-workload		High-workload	
		Mean	$\pm$ sd	mean	$\pm$ sd
RSMF	High-performing	*90,27	27,655	115,73	26,039
	Low-performing	84,09	25,473	99,36	27,879
BORG	High-performing	*14,64	1,912	17,82	1,471
	Low-performing	*15,18	2,316	16,82	1,662

* Significant differences between workload conditions ($p < .05$).

Visual Search Rate

There were significant effects for Group on NF ($F_{1,20} = 8.629$; $p = .003$; $\eta^2_p = .016$), NFL ($F_{1,20} = 5.518$; $p = .019$; $\eta^2_p = .010$) and FD ($F_{1,20} = 16.862$; $p < .0001$; $\eta^2_p = .031$). Also, there were main effects for the workload conditions on NF ($F_{1,20} = 9.436$; $p = .002$; $\eta^2_p = .018$) and NFL ($F_{1,20} = 9.067$; $p = .003$; $\eta^2_p = .017$). There was no significant effect for FD. There were significant main effects for NF ($F_{1,20} = .482$; $p = .488$; $\eta^2_p = .001$) and FD ($F_{1,20} = .486$; $p = .486$; $\eta^2_p = .001$) for Group*Workload interactions. There were no main effects for NFL (see Table 3).

The low-performing group showed differences on the NF and NFL (NF: $p<.0001$; NFL: $p<.0001$), and increased their average FD ($p=.029$) between the low- and high-workload conditions.

The high-performing players employed less fixations to fewer locations compared with the low-performing group on the low-workload condition (NF: $p<.0001$; NFL: $p<.0001$; FD: $p<.0001$). On the high-workload condition there were no significant differences in search rate (NFL: $p=.585$; NFL: $p=.631$; FD: $p=.121$) across groups.

Table 2 - Mean (m) and standard deviation ($\pm$ sd) of visual search rate measures per trials across.

Visual search rate measures	Groups	Low-workload		High-workload	
		Mean	$\pm$ sd	mean	$\pm$ sd
FD	High-performing	+232,76	66,54	228,45	65,16
	Low-performing	*197,60	54,64	215,65	69,18
NF	High-performing	+16,00	4,37	15,59	4,18
	Low-performing	*18,30	5,78	15,94	6,08
NFL	High-performing	+2,55	0,71	2,55	0,69
	Low-performing	*2,94	0,91	2,50	0,97

* Significant differences between workload conditions ($p < .05$).

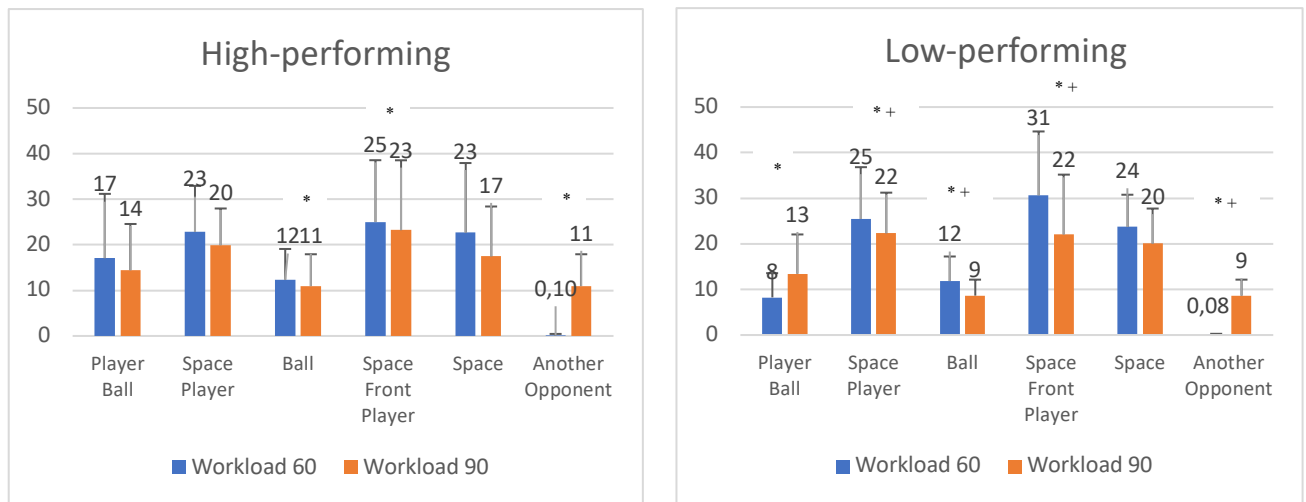
+ Significant differences between groups for low-workload condition ($p < .05$).

Percentage of viewing time

There were no significant main effects for Group or Workload. In contrast, we observed significant differences on AOIs ($F_{5,240}=29.315$; $p<.0001$; $\eta_p^2=.379$). There were significant interactions for Group*Workload ($F_{5,240}=3.661$; $p=.003$; $\eta_p^2=.071$) and Workload*AOIs ($F_{5,240}=3.661$; $p=.003$; $\eta_p^2=.071$). However, the Group*AOIs interaction was not significant. There was no Group*Workload*AOIs interaction.

The high-performing group spent more time fixating on the “SpaceFrontPlayer” than “Ball” ($p=.034$) and “Another Opponent” ($p<.0001$). Players spent less time fixating on “Another Opponent” compared with other AOIs ($p>.05$) on the low-workload condition. For the high-workload, the high-performing players fixated more time on “SpaceFrontPlayer” than “Ball” ($p=.046$) and “Another Opponent” ($p=.046$).

In contrast, the low-performing group spent more time fixating on “SpacePlayer” and SpaceFrontPlayer” than “PlayerBall” ($p=.001$; $p<.0001$), “Ball” ($p=.016$; $p<.0001$) and “Another Opponent” ($p<.0001$; $p<.0001$). In the high-workload condition they spent more time fixating on “SpacePlayer” and “SpaceFrontPlayer” than “Ball” ($p=.015$; $p=.015$) and “Another Opponent” ($p=.018$; $p=.018$) (see Figure 2).



* Significant differences within high-performing group between SpaceFrontPlayer and, Ball and AnotherOppnent in both workload conditions ($p < .05$).

* Significant differences within low-performing group between SpaceFrontPlayer and, PlayerBall, Ball and AnotherOppnent in low-workload conditions ($p < .05$).

* Significant differences within low-performing group between SpacePlayer and, PlayerBall, Ball and AnotherOppnent in low-workload conditions ($p < .05$).

* Significant differences within low-performing group between SpaceFrontPlayer and, Ball and AnotherOppnent in high-workload conditions ($p < .05$).

+ Significant differences within low-performing group between SpacePlayer and, Ball and AnotherOppnent in high-workload conditions ($p < .05$).

Figure 2 - Mean and Standard Deviation percentage of time spent viewing each fixation location across workload conditions for both defensive tactical performance groups.

DISCUSSION

We examined the effects induced by physical workload on perceived effort, gaze behavior and tactical performance during a 2vs.1+Gk *in situ* task. across high- and low-performing groups in regard to defensive tactical performance (DTP). It was predicted that the mental and physical rate of perceived effort would increase due to the accumulation of fatigue/stress under the high workload conditions (Pageaux & Lepers, 2016; Vater et al., 2016). It was hypothesized that players would change their gaze behaviors between low- and high-workload conditions and the high-performing players were predicted to employ less fixations to fewer locations compared with the low-performing group in both workload condition. We also predicted that the high-performing group would be less impacted by the high-workload conditions compared to the low-performing group. Finally, we expected that differences would be observed across several gaze variables across the two different workloads.

Rate of Perceived Exertion

The increase in mental effort observed for the high-performing group might be linked with the effort spent on-task in an attempt to maintain performance. Players

displayed higher values for RSME on the high-workload condition (high group: 90,27 – 115,73; low group: 84,09 – 99,36) (Vater et al., 2016; Vickers & Williams, 2007). Once players invest more mental effort in the task in an attempt to maintain performance, the resources available to maintain optimal gaze behavior on the task are reduced. Consequently, the potential decline in performance efficiency, can lead to a decline in performance effectiveness, as evident in impaired decision-making and technical-tactical performance during defensive actions (Badin et al., 2016; Kunrath et al., 2020; Smith, Zeuwts et al., 2016).

As predicted, players exhibited higher values on the Borg scale under high compared to low workload conditions. However, there were no significant differences between groups in either condition. This finding indicates that our efforts to manipulate workload were successful. Previously, in other studies, different physical intensities have been reported to create higher physiological stress, leading to fatigue (Casamichana et al., 2012; Casanova et al., 2013). Fatigue is associated with declines in performance, decreasing the ability to identify relevant information in the game environment, and suppressing irrelevant cues (Gilis, Helsen, Catteeuw, & Wagemans, 2008; Smith et al., 2016).

Visual Search Rate

The low-performing group displayed changes in search strategy across conditions (low-workload: FD: 197,60. NF: 18,30. NFL: 2,94; high-workload: FD: 215,55. NF: 15,94. NFL: 2,50), decreasing the number of fixations and the mean number of fixations per location. In contrast, the high-performing group did not show significant changes across most of the gaze variables between low- and high-workload conditions (low-workload: FD: 232,76. NF: 16,00. NFL: 2,55; high-workload: FD: 228,45. NF: 15,59. NFL: 2,55), despite players did decrease the number of fixations under high-workload conditions.

In agreement with our findings, Badin et al. (2016) suggested that when players are in a state of fatigue, their mean FD increases during 2vs.1 task constraint. Such changes in visual search behaviour may have been influenced by task complexity and the effort demanded of players, as shown by changes in effort perception. Also, such differences between groups suggest that high-performing players search for information

cues in more relevant places than their counterparts when performing the task under low-workload conditions (Casanova et al., 2013).

Casanova et al. (2013) highlighted that elite players employed more fixations of shorter duration than non-elite participants and fixated on more locations at the beginning of each playing half under low-intensity workloads. However, elite players maintained their time fixating on a greater number of locations during the high-intensity physical workload protocol. Previously, researchers have confirmed that different physical intensities induce changes in gaze behavior (Casanova et al., 2013; Vickers & Williams, 2007), whereas, in our study, players did not show a difference between groups under high-workload condition. The lack of effects could be due to the fact that all players were at an intermediate level of performance, in regard to their playing level, with the two groups being segregated based on their actual performance on the task. While differences were evident in performance under low workloads, the differences were less evident under high-workloads, this implying that the players who show superior decision-making under low-workload may not be the ones that perform better under higher workload conditions.

Percentage of viewing time (AOIs)

Regarding the AOIs, Vaeyens et al. (2007) claimed that players' visual search behaviors vary according to their decision-making level, as measured under laboratory conditions. Successful players spent more time fixating on the player in ball-possession of the ball and alternated their fixations to other AOIs (Vaeyens et al., 2007). In contrast, in our study, the high-performing players spent more time fixating on the "SpaceFrontPlayer" when compared with the "Ball", in both conditions (low-workload: 25% - 12%; high-workload: 31% - 11%). However, the high performing players have spent more time fixating "AnotherOpponent" in the high-workload conditions.

As per Vaeyens et al. (2007), in our study players seemed to switch their gaze between "SpaceFrontPlayer" and other locations ("PlayerBall", "SpacePlayer" and "Space"), although there were no significant differences among such AOIs. Such changes observed may have been provoked by fatigue induced by the physical workload (Eysenck & Derakshan, 2011; Vickers & Williams, 2007). Consequently, it may have influenced players' search rate with clear implications on the adjustments of attentional

focus away from goal-directed stimuli, thus impairing anticipation, motor response and decision-making (Williams et al., 2004).

The low-performing group spent more time fixating on the “SpacePlayer” and SpaceFrontPlayer” when compared with “PlayerBall”, “Ball” and “Another Opponent” during the high-workload condition. Williams and Davids (1998) conducted a study on a 1vs.1 (video-based) and found that experienced players spending more time fixating between the “PlayerBall” and the “Ball”.

Additionally, players spent more time fixating on the “AnotherOpponent” in the high-workload than the low-workload conditions. It may have been associated with physical and mental fatigue, thus affecting information-processing effectiveness and changing the attentional focus from goal-directed to stimulus-driven attention (Ackerman, 2011; Boksem et al., 2005). An increase in the use of these bottom-up stimulus-driven processes under pressure might lead to threat-related attention and response tendencies (i.e., AnotherOpponent), resulting in reduced attentional control and impairment of the inhibition, shifting functions, affecting visual perception (Eysenck, & Derakshan, 2011).

Thereby, previous research reports provide evidence that high-level players spent more time fixating on specific informative areas (e.g., areas involving player ball and around) in order to pick-up the crucial to support decision-making and to technical actions (Casanova et al., 2013; Williams, Ford, Eccles, & Ward, 2011).

This study provides important information for coaches when designing their training sessions. Manipulation of constraints during training need to consider key information clues used by defenders to regulate behaviors and anticipate actions, namely interpersonal distances and opponent's postural orientation. Learning environments rich in such information will allow players to adequately adapt their decision-making, due to restricted time and space available, thus performing functional behaviors.

The present study presents some limitations. We had manipulated a physical workload demand by controlling the high-workload in the workload conditions. However, we did not consider the HR values throughout trials to verify the physiological impact of the task. In future studies, it would be important to examine the influence of physiological demands on performance according to the visual search strategy.

CONCLUSION

In summary, players reported higher RPE values under high- compared to low-workload conditions. The participants in low-performing group increased their FD and decreased their NF and NFL under high- compared to low-workload conditions. There were differences between groups in the visual search rate only under low-workload conditions. The high-performing group focused on the SpaceFrontPlayer than Ball and AnotherOpponent for both conditions. The low-performing group spent more time focusing on SpaceFrontPlayer and SpacePlayers than PlayerBall, Ball and AnotherOpponent under the low-workload conditions and focused more time on SpaceFrontPlayer and SpacePlayers than Ball and AnotherOpponent under the high-workload conditions.

REFERENCES

- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, M., & Mesquita, I. (2014). Visual search behaviours and verbal reports during film-based and in situ representative tasks in volleyball. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 177-184.
- Ackerman, P. L. (2011). *Cognitive fatigue: Multidisciplinary perspectives on current research and future applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue: impairment of technical performance in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100-1105.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51.
- Boksem, M. A., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2005). Effects of mental fatigue on attention: an ERP study. *Cognitive Brain Research*, 25(1), 107-116.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Casanova, F., Garganta, J., Silva, G., Alves, A., Oliveira, J., & Williams, A. M. (2013). Effects of prolonged intermittent exercise on perceptual-cognitive processes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(8), 1610-1617.
- Cohen J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Dellal, A., Varliette, C., Owen, A., Chirico, E. N., & Pialoux, V. (2012). Small-sided games versus interval training in amateur soccer players: Effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2712-2720.
- Düking, P., Hotho, A., Holmberg, H.-C., Fuss, F. K., & Sperlich, B. (2016). Comparison of non-invasive individual monitoring of the training and health of athletes with commercially available wearable technologies. *Frontiers in Physiology*, 7, 71.
- Eysenck, M. W., & Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences*, 50(7), 955-960.
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
- Hugues, C. (1994). *The football association coaching book soccer tactics and skills*. Harpenden: Queen Anne Press.
- Karsten, B., Larumbe-Zabala, E., Kandemir, G., Hazir, T., Klose, A., & Naclerio, F. (2016). The effects of a 6-week strength training on critical velocity, anaerobic running distance, 30-M sprint and Yo-Yo intermittent running test performances in male soccer players. *PLoS ONE*, 11(3).
- Krzepota J., et al. (2016), Gaze control in one versus one defensive situations in soccer players with various levels of expertise, *Perceptual and Motor Skills*, 123(3), 769–783.
- Kurz J., Hegele M., Munzert J. (2018). Gaze behavior in a natural environment with a task-relevant distractor, *Frontiers in Psychology* 9.
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information processing in motor skills*: Holt, Rinehart and Winston.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G.-J. (2017). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880.

- Nagano, T., Kato, T., & Fukuda, T. (2006). Visual behaviors of soccer players while kicking with the inside of the foot. *Perceptual and Motor skills*, 102(1), 147-156.
- Padilha, M., Guilherme, J., Serra-Olivares, J., Roca, A., & Teoldo, I. (2017). The influence of floaters on players' tactical behaviour in small-sided and conditioned soccer games. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(5), 721-736.
- Pageaux, B., & Lepers, R. (2016). Fatigue induced by physical and mental exertion increases perception of effort and impairs subsequent endurance performance. *Frontiers in Physiology*, 7, 587.
- Ramos, J., Lopes, R., Marques, P., & Araújo, D. (2017). Hypernetworks reveal compound variables that capture cooperative and competitive interactions in a soccer match. *Frontiers in Psychology*, 8, 1379.
- Ribeiro, J., Silva, P., Davids, K., Araújo, D., Ramos, J., Lopes, J.L., Garganta, J. (2020). A multilevel hypernetworks approach to capture properties of team synergies at higher complexity levels. *European Journal of Sport Sciences*, 20(10): 1318-1328
- Robergs, R. A., & Landwehr, R. (2002). The surprising history of the "HRmax= 220-age" equation. *Journal of Exercise Physiology Online*, 5(2), 1-10.
- Robinson, G., & O'Donoghue, P. G. (2007). A weighted kappa statistic for reliability testing in performance analyses of sport. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(1), 12-19.
- Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontier Psychology*, 7.
- Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M. S., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1297-1304.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of American College of Cardiology*, 37(1), 153-156.
- Teoldo, I., Garganta, J., Mesquita, I., Maia, J., & Greco, P. J. (2011). System of tactical assessment in Soccer (FUT-SAT): Development and preliminary validation. *Motricidade*, 7(1), 69-84.

- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2007). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal Motor Behaviour*, 39(5),395-408.
- Vater, C., Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Effects of anxiety on anticipation and visual search in dynamic, time-constrained situations. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 5(3),179.
- Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5),381-394.
- Williams, A. M., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 69(2), 111-128.
- Williams, A. M., Ford, P. R., Eccles, D. W., & Ward, P. (2011). Perceptual-cognitive expertise in sport and its acquisition: Implications for applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442.
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301-318.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2010). A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 937-946.
- Zijlstra, F. R. H. (1993). *Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools*. (Ph.D). Technische Universiteit Delft, Netherlands.
- Zwierko T. et al. (2019). Oculomotor dynamics in skilled soccer players: The effects of sport expertise and strenuous physical effort, *European Journal of Sport Science*, 19(5), 612-620.

CAPÍTULO IV

DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES

DISCUSSÃO GERAL

A presente tese teve como objetivo perceber o efeito da sobrecarga física no comportamento tático defensivo e no comportamento de procura visual de futebolistas durante a realização de jogos reduzidos e condicionados (JRCs), no formato de 2vs1 + guarda-redes, em condições reais de prática (*in situ*).

Deste modo, e a fim de compreender como as habilidades perceptivo-cognitivas têm sido investigadas e quais as contribuições que a literatura corrente apresenta nas diferentes condições e situações relacionadas com o Futebol, inicialmente pretendeu-se explicitar vias de investigação, metodologias utilizadas e contributos científicos acerca das habilidades perceptivo-cognitivas no Futebol. Para além disso, procurou-se verificar o comportamento dessas habilidades quando os futebolistas são submetidos a diferentes constrangimentos, sejam relativos à da tarefa, ao ambiente e/ou ao indivíduo (Roca & Williams, 2016).

Vias de investigação a propósito das habilidades perceptivo-cognitivas

Com base no estudo inicial realizado, as investigações têm explorado uma variedade de métodos, técnicas de aplicação e avaliação, no que tange às medidas de rastreamento ocular e às técnicas de relatos verbais relativas ao processamento da informação com recurso a vídeos simulados e a aplicações “*in situ*”. Posteriormente, de modo a sistematizar informações decorrentes da literatura disponível, recorreu-se ao levantamento bibliográfico e sistemático acerca das habilidades perceptivo-cognitivas em situações específicas do Futebol, objetivando identificar as situações que têm sido consideradas pela literatura e em que condições os experimentos têm sido aplicados. Concomitantemente, verificou-se como tem sido realizada a manipulação dos constrangimentos relacionados com a tríade *Indivíduo*, *Tarefa* e *Ambiente* e seus possíveis efeitos, consoante os diferentes delineamentos de pesquisa no domínio do Futebol.

Com base na primeira revisão sistemática realizada (vide Estudo dois-Habilidades perceptivo-cognitivas em futebol: uma revisão sistemática), os estudos têm centrado em delineamentos com aplicação de tarefas específicas do treino e jogo de Futebol, entre elas as marcações de penálti (Wood & Wilson, 2010; Woolley et al., 2015), JRCs (e.g., 5vs.3 (Williams & Davids, 1998; Vaeyens et al., 2007a) e jogos

formais (i.e., 11vs.11) (Casanova et al., 2013; Roca et al., 2013). Nessas tarefas os investigadores têm submetido os avaliados em condições de vídeo-simulado que envolvem perspectivas referentes à 1ª e 3ª pessoa (realização) em perspectiva plana ou aérea por meio de cenas defensivas e/ou ofensivas (observação).

Não obstante, Mann et al. (2009) verificaram o desempenho da tomada de decisão e o comportamento da procura visual de futebolistas em JRCs com diferentes relações numéricas, aplicadas em duas condições de vídeo-simulado, sob a perspectiva da primeira pessoa e em perspectiva aérea da terceira pessoa. Os autores destacaram que, em perspectiva aérea, os avaliados apresentaram melhores desempenhos ao tomarem decisões mais adequadas com mais frequência. Tal parece facilitar a tomada de decisão dos avaliados, posto que a perspectiva aérea oferece uma visualização mais ampla do posicionamento, das distâncias e das ações dos jogadores no jogo observado, bem como dos espaços disponíveis em campo, potencializando a acurácia em tomarem decisões, quando comparado com a perspectiva em primeira pessoa (Mann et. al. 2007; Mann et. al. 2009). Esses resultados alertam sobre como a utilização de diferentes perspectivas de vídeo-simulado, uma vez que podem estimular e apresentar desempenhos distintos com os mesmos avaliados.

Consoante o segundo estudo da presente tese, foi possível averiguar que nos últimos anos as investigações têm explorado as condições *in situ* de modo preliminar, numa tentativa de aproximação à realidade no que respeita aos constrangimentos das tarefas, seja em situações de marcação de penáltis, ou avaliando o desempenho e o comportamento das habilidades perceptivo-cognitivas dos guarda-redes e/ou dos marcadores (Dicks et al., 2010; Timmis et al., 2014). No que diz respeito aos JRCs, a aplicação de investigações *in situ* têm sido exploradas pontualmente, devido à dificuldade que tal condição oferece quanto ao controlo das variáveis analisadas durante a dinâmica, bem como à aleatoriedade inerente ao jogo de Futebol (Causer, McRobert, & Williams, 2013).

Neste âmbito, Piras e Vickers (2011) conduziram um experimento em que compararam as condições em vídeo-simulado e *in situ*, tendo constatado diferenças em seus resultados, quando examinaram o desempenho e a percepção visual (i.e., procura visual). Não obstante, os resultados encontrados pelos autores justificam alguma cautela, uma vez que ambas as situações apresentam vantagens e limitações quanto à

compreensão das habilidades perceptivo-cognitivas em seus delineamentos de pesquisa e no que concerne a consequente análise das informações.

Embora as pesquisas realizadas em laboratório venham oferecendo um contributo significativo para melhor entender o desempenho dos futebolistas, devido à vantagem do rigor e do controlo laboratorial, na presente tese procurou-se recorrer a situações mais próximas do ambiente natural do jogo de Futebol, respeitando as suas características matriciais, bem como as especificidades do treino (Williams & Ericsson 2005).

Por sua vez, McGuckian et al. (2017) realizaram uma revisão sistemática, objetivando identificar os métodos, os delineamentos de pesquisa empregados e as principais conclusões de investigações anteriores. Os autores destacaram que, em próximas investigações, os delineamentos de pesquisa deveriam se aproximar do ambiente real do jogo, de modo a que os atletas possam desempenhar suas ações o mais próximo do habitual. Nessa linha, na nossa tese adotou-se um delineamento tomando em conta as multifacetadas habilidades relacionadas com o desempenho do futebolista, as quais interagem em diferentes contextos durante o jogo, tal como preconizam Ward & Williams (2003) e Williams e Ericsson (2005). Isto porque a relação entre as demandas impostas pela tarefa e a imprevisibilidade das ações *in situ*, podem influenciar o desempenho a níveis técnico-táticos, físicos e psicológicos. Nessa condição o avaliado dispõe de um leque mais alargado de escolhas e decisões e, como tal, evidencia maior variabilidade em sua resposta motora no terreno de jogo, o que pode gerar um maior esforço físico e mental na execução das ações (Causer, McRobert, & Williams, 2013; Roca & Williams, 2016; Eysenck et al., 2007).

Como suporte para o terceiro estudo desta tese, recorreu-se ao ensaio teórico publicado por Williams, Janelle e Davids (2004), no qual os autores propõem uma base teórica relacionada com a manipulação/interação de constrangimentos, a partir da conceção de Newell (1986). Deste modo, atendeu-se à relação do comportamento da procura visual com as tarefas desportivas, tendo em consideração os constrangimentos inerentes ao *Indivíduo*, à *Tarefa* e ao *Ambiente* (Rienhoff, Tirp, Strauß, Baker, & Schorer, 2016; Roca & Williams, 2016).

Com base nessa literatura específica, o estudo três da presente tese, intitulado *Perceptual-cognitive skills in soccer: a systematic review based on newell's constraints-led framework*, objetivou identificar de que modo os diferentes

constrangimentos têm sido investigados na literatura e como eles influenciam os comportamentos das habilidades perceptivo-cognitivas dos futebolistas durante o desempenho. Maioritariamente, as investigações centraram-se na manipulação de constrangimentos no âmbito da *Tarefa*, comparando, por exemplo, as respostas dos futebolistas em duas configurações distintas de JRCs, tais como 5vs3 e 4vs3. Concomitantemente, constatou-se uma menor quantidade de estudos tendentes a investigar os efeitos dos constrangimentos relacionados com o *Ambiente* e o *Indivíduo*, para além de poucos aplicarem seus delineamentos em condições *in situ*. As prioridades apresentadas pela literatura, quanto a questões inerentes aos constrangimentos da tarefa, deixam perceber a importância procurar compreender a prática e seus constrangimentos de aplicação. Por outro lado, e não descurando a importância e o interesse em melhor compreender como esse fenómeno ocorre, investigar constrangimentos que influenciam o indivíduo podem viabilizar a compreensão acerca de como os indivíduos e suas valências respondem quando são submetidos aos diferentes tipos de pressão e estresse, que influenciam o desempenho (Roca & Williams, 2016). Tomando em conta a relação das diferentes valências do desempenho, Eysenck, Derakshan, Santos e Calvo (2007) postularam que existe uma ligação entre o esforço realizado na tarefa e a efetividade do desempenho. Dessa forma, quando ocorre a manipulação de um constrangimento, por exemplo relativo ao indivíduo, tal como foi realizado nesta tese, constata-se uma ligação entre o esforço realizado na tarefa e a eficácia do desempenho que pode ser percebida por intermédio de mudanças que ocorrem em medidas indiretas, através da avaliação do esforço mental e do comportamento da procura visual (Williams et al., 2004).

Procura visual, desempenho tático e esforço percebido. Manipulação de constrangimentos centrada no indivíduo mediante a uma sobrecarga física *in situ*

Nos delineamentos dos estudos empíricos da presente tese recorreu-se a tarefas em situação de 2vs1 + guarda-redes, em condições *in situ*. Não obstante, tendo em conta a meta-análise conduzida por Mann, Williams, Ward e Janelle (2007), acerca das habilidades perceptivo-cognitivas em desporto, os investigadores dedicam uma atenção especial às tarefas realizadas em condições *in situ*, ressaltando a importância e o rigor ao nível do controlo sobre o delineamento do estudo, no que diz respeito à tarefa aplicada e à análise das variáveis estudadas.

Com base nessas afirmações e considerando a dificuldade de controlar um experimento aplicado *in situ*, bem como as variáveis a estudar, em comparação com as condições laboratoriais, foram tidos em conta alguns cuidados e padronizações, de modo a condicionar a continuidade e a natureza do jogo. Particularmente, teve-se em conta a limitação dos fluxos de jogo relativos aos distintos momentos de transição, durante os quais ocorre a perda e/ ou a recuperação da posse de bola pelas equipes, possibilitando a continuidade das ações, seja em organização ofensiva ou defensiva (Garganta, 1997). Isto é, ao limitar-se o fluxo de jogo os avaliados realizaram apenas ações defensivas (por exemplo: intercepção e/ou temporização ao portador da bola relacionados ao princípio tático da contenção), ao passo que as sequências defensivas iniciavam e terminavam por ordem do pesquisador, quando: (i) o defensor recuperasse a posse de bola; (ii) os atacantes rematassem ao gol; ou (iii) quando ocorresse alguma ação em que infringe as leis do jogo de Futebol. Tal situação defensiva apresenta o suporte da literatura objetivando um melhor controlo das variáveis, principalmente ao se tratar das medidas da procura visual (McGuckian et al., 2017)

Assim, atendendo aos objetivos específicos do presente trabalho, o primeiro estudo exploratório possibilitou averiguar a resposta do comportamento da procura visual dos avaliados durante o desempenho tático defensivo no formato de um jogo reduzido e condicionado de 2vs1 + guarda-redes, bem como a resposta do esforço despendido ao longo dos dois momentos temporais da tarefa em condições *in situ*, tendo como base as escalas de percepção de esforço mental (Rating Scale Mental Effort – RSME) e psicofísica (BORG).

Foram avaliados estudantes universitários com experiência na modalidade. Os resultados mostraram uma diminuição dos índices de desempenho tático defensivo do primeiro para o segundo momento, ao mesmo tempo que apresentaram um maior escore nas escalas de esforço percebido (Borg e RSMF), para o segundo momento do jogo. Além disso, os participantes apresentaram alterações em suas estratégias visuais quando observados os valores totais de ambos os momentos conjuntamente. Isto posto, Eysenck e Calvo (1992) postulam que existe uma ligação entre o esforço realizado na tarefa e o desempenho, que pode ser constatada por mudanças em medidas indiretas, como as escalas subjetivas de esforço e o comportamento da procura visual.

Quando se atenta no aumento dos scores da escalas de esforço percebido entre os tempos de jogo, os resultados parecem estar relacionados com as características da

tarefa, uma vez que os jogadores realizaram suas ações em um JRCs 2vs1 ao longo de aproximadamente doze tentativas, com demandas que tendem estimular a se caracterizar em um exercício intermitente (Hill-Haas et al., 2011). Esses resultados corroboram o estudo de Sampaio et al. (2007), uma vez que os JRCs com um menor número de jogadores, quando aplicados em dois momentos, com a duração de mais de um minuto de duração por tempo do jogo, parecem fazer aumentar a percepção subjetiva de esforço dos praticantes.

Deste modo, a sequência das tentativas realizadas ao longo da tarefa, aplicadas neste estudo parece ter exigido dos avaliados uma maior esforço cognitivo/ mental, dificultando a manutenção do nível de controle atencional e influenciando o processamento da informação recolhida pelo avaliado, tal como destacado em pesquisas anteriores, e.g., Andrade et al. (2020) e Walsh (2014). Ou seja, quando os defensores investiram maior esforço no segundo tempo da tarefa, as tentativas de antecipar a intenção do adversário, de tomar decisões e de adaptar os comportamentos técnico-táticos que favorecessem e sustentassem o desempenho defensivo, parecem ter sido prejudicadas, visto a queda do desempenho tático defensivo do primeiro para o segundo momento.

Considerando as estratégias visuais utilizadas pelos avaliados, os resultados não apresentaram diferenças significativas quando comparados os dois momentos aplicados. Não obstante, quando são observados os valores totais do tempo destinado para cada área de interesse (i.e., AOI) selecionada, os defensores fixaram durante mais tempo no espaço do portador da bola do que no espaço livre em campo, durante a tarefa 2vs1.

Relativamente aos JRCs, Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn et al. (2007) conduziram um estudo quase experimental para investigar se o comportamento da procura visual de futebolistas apresentaria diferenças de acordo com diferentes estruturas de JRCs no que diz respeito as relações numéricas. Embora os autores tenham aplicado a tarefa em condições laboratoriais, os resultados mostraram que o comportamento da procura visual variou de acordo com o número de jogadores envolvidos na atividade e consoante ao nível de desempenho em tomar decisões. Assim, em estruturas com um menor número de participantes (ou seja, 2vs1 e 3vs1), os avaliados recorreram a um menor número de fixações com maior duração, destinando mais tempo fixando o portador da bola, do que em estruturas com um maior número de participantes (ou seja, 3vs2, 4vs3 e 5vs3).

Ainda que as condições do teste e os resultados da nossa tese difiram do estudo acima citado, sugere-se que ambos os resultados podem indicar que a procura por informações relevantes provenientes do portador da bola e do espaço que o circunda, tendem a ser pistas relevantes para o desempenho tático defensivo dos defensores em JRCs com um menor número de participantes (Nagano et al., 2007 e Krzepota, Stępiński, & Zwierko, 2016; Broadbent et al., 2014), ou até em situações similares às ocorridas em jogo formal.

Além disso, as constatações referidas podem estar condicionadas pela perspectiva aérea simulada por vídeo, bem como pelas AOI codificadas no estudo. Não obstante as investigações disponíveis tenham analisado a procura visual em situações envolvendo um menor número de praticantes, tais como 1vs1 e 2vs1, em condições de vídeo-simulado, os investigadores destacam que os avaliados retiram informações decorrentes do portador da bola e do espaço à sua frente (Nagano et al., 2004; Krzepota et al., 2016). Todavia, tal como destacado por Mann et al. (2007) e McGuckian e colaboradores (2017) as condições *in situ* influenciam as habilidades percetivas dos avaliados em relação a uma gama de estímulos temporais e espaciais promovidos pelo ambiente, afetando a percepção visual e aumentando a dimensão visual para explorar e retirar as informações no campo de jogo (Williams, Hodges, North, & Barton, 2006).

Daí que, no presente trabalho, tenham sido consideradas AOI mais próximas entre si, devido à análise das condições *in situ*, e suas restrições de tarefa implícita e de domínio específico do ambiente real. Por exemplo, para analisar as condições do comportamento da procura visual *in situ*, o presente estudo considerou como AOI o espaço do jogador com a posse de bola (ou seja, o espaço ao redor do jogador e entre as pernas), enquanto em outros estudos esta área não foi analisada, provavelmente porque os pesquisadores aplicaram a tarefa em condições de vídeo. Desse modo, este estudo preliminar teve por objetivo oferecer possibilidades futuras de pesquisa no que concerne às habilidades percetivo-cognitivas em condições *in situ* e suportar o delineamento do estudo seguinte, a saber: i) padronização de tentativas por momento de avaliação; ii) definição e sugestões das áreas de interesse para análise do comportamento da procura visual em condições *in situ*. Os procedimentos adotados no presente estudo, nomeadamente o recurso à condição *in situ*, abriram caminhos metodológicos para examinar medidas de rastreamento ocular, mantendo o caráter específico do jogo. Nessa medida, tivemos a preocupação de delinear um experimento que respeitasse a ecologia

do jogo em situação de contexto real do terreno de jogo, tal como a situação 2vs1 e guarda-redes (cf. Abernethy, Baker, & Côté, 2005).

Pelo que foi aduzido, afigura-se plausível afirmar que as contínuas e imprevisíveis ações exibidas nestes JRCs parecem condicionar as habilidades perceptivo-cognitivas dos avaliados quanto a captarem fontes de informação que suportam seus comportamentos e o desempenho tático defensivo. O estudo mostrou ainda como o esforço demonstrando pelos jogadores, com base nas escalas de percepção de esforço, ao longo da prática, tende a prejudicar o comportamento tático defensivo durante a prática JRCs de 2vs1 + guarda-redes. Assim, ao submeter o futebolista a um estresse físico-fisiológico, este poderá influenciar o comportamento da procura visual. Sobre tal efeito os futebolistas necessitam adaptar suas estratégias da procura visual frente a diferentes demandas, distribuindo os recursos compensatórios, de modo a processarem informação relevante para a melhorar a resposta motora durante a prática (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007).

Uma vez que a fadiga parece ser uma condicionante determinante no desempenho dos futebolistas, torna-se pertinente verificar se o estresse físico-fisiológico é suscetível de influenciar o desempenho técnico-tático dos futebolistas. Esse estresse pode ser manipulado, por exemplo, por meio da implementação de um protocolo de exercícios intermitentes e demanda de carga de trabalho, conforme aplicado por Casanova et al. (2013) no futebol, e por Vickers e Williams (2007) com atletas olímpicos do biatlo, respectivamente. Ao contrário do aplicado na presente tese em condições *in situ*, os estudos mencionados anteriormente aplicaram seus projetos em condições de laboratório.

Na continuidade, e tendo em conta o avanço da literatura sobre o tema, no segundo experimento da presente tese foram abordados a manipulação do constrangimento centrada no indivíduo (Newell, 1986; Williams et al., 2004), submetendo os participantes a uma sobrecarga física antes de desempenharem tarefas defensivas específicas. Assim, procurou-se examinar o efeito da sobrecarga física sobre o desempenho tático defensivo, o esforço percebido (físico e mental) e o comportamento da procura visual durante uma situação de 2vs1 + guarda-redes em condição *in situ*.

Enquanto em outros estudos se comparou os futebolistas em função do respetivo nível competitivo (Williams & Ericsson, 2005), no delineamento do nosso estudo foi

proposto examinar os futebolistas sob o efeito das demandas de baixa e alta intensidade de sobrecarga física, agrupados em baixo e alto desempenho tático defensivo, tendo em conta os respectivos níveis de desempenho tático apresentados no primeiro momento do experimento.

Independentemente das tarefas ou estímulos aplicados pelos pesquisadores, quando comparadas as habilidades perceptivo-cognitivas de futebolistas de diferentes níveis de desempenho, o grupo de maior eficácia revelou diferentes estratégias no comportamento da procura visual em contraste com os seus pares, apresentando diferenças estatísticas e variando o número e o tempo de fixação consoantes a tarefa desempenhada e aos constrangimentos para qual os praticantes são submetidos (Rienhoff, Tirp, Strauß, Backer & Schorer 2016; McGuckian et al., 2017). Constatou-se que quanto menor é o número de intervenientes na situação de JRCs, menor é o número de fixações com maior tempo de duração apresentados pelos futebolistas. Apesar do nosso estudo apresentar resultados concordantes com os de pesquisas anteriores, foram encontradas diferenças quanto às estratégias utilizadas pelos participantes ao longo da tarefa, no que concerne à ocorrência de alterações do comportamento da procura visual, quando estes se encontram sob pressão (física e/ ou psicológica (cf. Casanova et al., 2013; Vater, Roca, & Williams, 2016)).

Verificou-se que apenas o grupo de alto desempenho tático defensivo exibiu diferenças significativas entre as condições de alta intensidade física, quando avaliado o esforço mental percebido por meio do RSMF. Em relação à escala de Borg, ambos os grupos apresentaram um aumento no score da referida escala, do primeiro momento do teste para o segundo, ao passo que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação a ambas as condições. Enquanto a RSME fornece informações sobre o esforço despendido a um nível mental associado à tarefa (Williams, Vickers, & Rodrigues, 2002), a escala de Borg permite estimar o esforço psicofísico (Borg, 1982).

Assim, a alteração do esforço mental observada para o grupo de alto desempenho tático defensivo, após a tarefa realizada sobre o efeito de uma sobrecarga física de alta intensidade, pode estar relacionada com a tentativa e esforço despendido na tarefa para manter o nível de desempenho (Vater et al., 2016; Vickers & Williams, 2007). Paralelamente, a literatura tem fornecido evidências substanciais acerca da relação entre a percepção de esforço do processo neuronal e o comando motor central

(Pageaux & Lepers, 2016), não sendo assim indicado descurar o impacto da fadiga mental sobre o desempenho tático em ambientes *in situ* (Badin et al., 2016; Kunrath et al., 2020).

O aumento percebido através dos relatos dos futebolistas, no que concerne aos valores da escala de Borg, parece estar associado à condição de alta intensidade aplicada antes do segundo momento da tarefa 2vs1 + guarda-redes, bem como às características da tarefa de domínio específico de Futebol (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011). Isto porque, ao contrário das condições encontradas em ambientes de laboratório, a tarefa *in situ* conduzida na presente tese estimulou os defensores a realizarem um conjunto de ações intermitentes, como *sprints*, travagem / mudanças de direção, acelerações e desacelerações sem bola, durante as ações táticas defensivas (Dellal, Varliette, Owen, Chirico, & Pialoux, 2012). Essas características específicas do Futebol tendem a influenciar o desempenho dos futebolistas, em conjunto com a fadiga física e mental induzida pela complexidade da tarefa (Smith et al., 2016), o que também pode explicar as mudanças na percepção visual, as quais estão relacionadas com a especificidade de cada modalidade e tarefa realizada (Pageaux & Lepers, 2016; Mann et al., 2007).

Como é reportado na literatura, a alternância de intensidades físicas gera uma maior demanda de estresse físico-fisiológico para o futebolista, levando-o à fadiga (Casamichana et al., 2012; Casanova et al., 2013). A fadiga parece afetar a redução da capacidade de recrutamento neuromotor, necessária para a realização de ações técnico-táticas (Gandevia, 2001), afetando a capacidade do atleta de manter o foco atencional (ou seja, percepção visual) e ao condicionar a resposta motora e a qualidade das ações, influenciando o desempenho técnico-tático (Shou & Ding, 2013; Boksem, Meijman, & Lorist, 2006; McNamara, Gabbett, Naughton, Farhart, & Chapman, 2013).

No que diz respeito aos indicadores do comportamento da procura visual, os resultados apresentaram diferenças para o grupo de baixo desempenho tático defensivo quando comparada as duas condições, uma vez que os avaliados aumentaram a duração das fixações, diminuindo o número de fixações e a média do número de fixações por local. Ao contrário do que revelaram os avaliados de desempenho tático defensivo de nível baixa, como reportam Casanova e colaboradores (2013), os futebolistas de elite empregam mais fixações de curta duração em comparação aos participantes de não elite,

além de fixarem em um maior número de locais durante a sobrecarga física de alta intensidade.

Não obstante, o grupo de alto desempenho tático defensivo não apresentou diferenças significativas entre as condições propostas. Embora pesquisas anteriores destaquem que diferentes intensidades de sobrecargas físicas induzem alterações no comportamento da procura visual (Casanova et al., 2013; Martins et al., 2014), a sobrecarga física aplicada nesse estudo não induziu alterações significativas nesse grupo. Essa ausência de diferenças significativas apresentada pelo grupo de alto desempenho tático defensivo, parece estar associada à capacidade de adaptarem suas estratégias de procura visual sob pressão, ajustando a alocação da atenção na busca de informações relevantes, que suportem as ações subsequentes e evitem a queda do desempenho (Casanova et al., 2013; Vickers, 2009; Ward & Williams, 2003).

Quando são considerados os resultados entre os grupos, apenas se constata uma diferença na condição de sobrecarga física de baixa de intensidade. Embora não tenha ocorrido diferença entre grupos do primeiro para o segundo momento, levanta-se a seguinte hipótese: os futebolistas que apresentam melhor desempenho tático e mais adequadas tomadas de decisão sob baixa sobrecarga física, serão capazes de manter o esse nível de desempenho em condições de sobrecarga física mais elevada?

Por outro lado, uma das principais questões relacionadas com os nossos resultados diz respeito às características dos atletas e ao delineamento do estudo, sabendo que os participantes foram agrupados consoante o seu desempenho tático defensivo. O nosso estudo utilizou futebolistas com nível competitivo intermédio, enquanto outros estudos destacam que jogadores de elite são capazes de adaptar as suas estratégias da procura visual sob alta pressão, não apresentando reduções significativas em seus desempenhos antecipatórios e de tomada de decisão (Casanova et al., 2013; Vater et al., 2016).

Em relação ao tempo destinado às áreas de interesse relativamente às estratégias de procura visual, os futebolistas que apresentaram um maior nível de desempenho tático defensivo destinaram mais tempo para direcionar o foco atencional para a área de interesse “Espaço em frente ao portador da bola”, do que para a “Bola”, em ambos os momentos da tarefa. Entretanto, quando foram submetidos a uma sobrecarga física mais intensa, as estratégias visuais evidenciaram alterações, acompanhadas do decréscimo de nível do respetivo desempenho tático. Tais mudanças podem ter sido influenciadas pela

fadiga central e/ou pela fadiga periférica, as quais impõem um ajustamento do foco atencional dos futebolistas, de modo a ignorarem as informações não relevantes no ambiente de jogo e a direcionarem a atenção para as informações que promovam a eficácia da tarefa, atenuando assim a diminuição do desempenho antecipatório, tático e decisional (Eysenck & Derakshan, 2011; Martell & Vickers, 2004; Vickers & Williams, 2007).

Adicionalmente, algumas das diferenças identificadas parecem estar relacionadas com a condição adotada para o delineamento do estudo, uma vez que a tarefa desempenhada pelos participantes foi aplicada diretamente no terreno de jogo. Importa ressaltar que os estudos com que contrastamos nossos resultados no domínio do Futebol em tarefas semelhantes, recorreram a condições de vídeo-simulado (cf. Nagano, Kato, & Fukuda, 2004; Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn, & Philippaerts, 2007). Ou seja, nessas investigações os futebolistas não realizaram ações em que tivessem a necessidade em interceptar um passe ou um remate, assim como temporizar e controlar os espaços entre os jogadores, tal como a distância entre ele e o oponente, como apresentando na presente tese. Ao mesmo tempo, quando apresentamos investigações que aplicaram seus delineamentos em condições “*in situ*” os estudos disponíveis na literatura centram-se em tarefas individuais, caso das marcações de penáltis (cf. Binsch, Oudejans, Bakker, & Savelsbergh, 2010; Wood & Wilson, 2011), ou ainda em outras modalidades, tais como o voleibol (cf. Afonso et al., 2012b).

Durante o desenvolvimento da presente tese, alguns estudos preliminares permitiram explorar as habilidades perceptivo-cognitivas, mediante a delineamentos em condições *in situ* (cf. Oppici et al., 2017). Não obstante, indicadores específicos do comportamento da procura visual, por intermédio da visão central, ou foveal, tais como a frequência e o tempo de fixação, não foram utilizados neste âmbito.

CONCLUSÕES

A presente tese evidenciou como o desempenho tático defensivo, a percepção de esforço e o comportamento da procura visual de futebolistas sofreram alterações durante condições 2vs1 + guarda-redes, em condições *in situ*, devido à influência da prática de jogo e de uma sobrecarga física.

Quando os avaliados foram submetidos ao protocolo de sobrecarga física de baixa e alta intensidade, os futebolistas relataram aumento nos escores nas escalas de percepção subjetiva de esforço na condição de alta intensidade. O grupo de baixo desempenho tático apresentou um menor número de fixações com maior duração. A condição de alta sobrecarga física não apresentou diferenças entre os grupos para as medidas da procura visual.

No que toca as estratégias de procura visual despendida para as diferentes áreas de interesse, o grupo de alto desempenho tático defensivo focou-se mais tempo no “Espaço em frente ao portador da bola” do que na “Bola” e no “Adversário sem bola” para ambas as condições. O grupo de baixo desempenho destinou um maior tempo às áreas de interesse do “Espaço em frente ao portador da bola” e “Espaço do portador da bola” do que no “Portador da bola” “Bola” e no “Adversário sem bola”, na condição de baixa sobrecarga física. Além disso, apresentando alterações após a condição de alta sobrecarga física, destinando um maior tempo da estratégia de procura visual para o “Espaço em frente ao portador da bola” e “Espaço do portador da bola” quando comparadas com a “Bola” e o “Adversário sem bola”.

Por fim, os métodos aplicados no presente estudo poderão sugerir novas direções para pesquisas futuras em relação aos delineamentos realizados e ao controle das variáveis na investigação das habilidades perceptivo-cognitivas, quando avaliadas diretamente no campo.

Em síntese:

1. O delineamento do estudo preliminar ofereceu novas vias para as investigações *in situ* que explorem situações e jogos de oposição;
2. A partir dos métodos e resultados do estudo preliminar, foi possível indicar a possibilidade de avaliações em condições *in situ* com base em tentativas em jogos de oposição, as quais permitiram um melhor controlo da recolha e análise das variáveis.

3. Mediante delineamento e análise do comportamento da procura visual *in situ* foram reveladas áreas de interesse para a análise do comportamento visual, ainda não referidas na literatura, configurando assim novas pistas relativas à utilização das habilidades perceptivas dos futebolistas.

4. Os resultados do estudo preliminar revelaram alterações no desempenho tático defensivo dos praticantes, quando comparados ambos os momentos, para além de evidenciarem alterações na estratégia de procura visual quando comparado as diferentes áreas de interesse para no total de ambos os momentos.

5. Os participantes apresentaram alterações em seus desempenhos táticos defensivos e em suas estratégias de procura visual quando submetidos a uma sobrecarga física previamente à tarefa (2vs1 + guarda-redes), nomeadamente no que diz respeito a áreas de interesse como o “espaço na frente do portador da bola” e o “espaço do portador da bola”.

6. Futebolistas com diferentes níveis de desempenho tático defensivo apresentaram diferentes estratégias de procura visual ao longo da tarefa.

SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

A partir do delineamento de pesquisa aplicado na presente dissertação, foram identificadas algumas limitações. Ao nível dos participantes, no último estudo os grupos foram separados conforme o seu nível de eficácia do desempenho tático defensivo. Entretanto, experimentos em que se compare participantes de níveis competitivos distintos (e.g., distrital vs. participantes de competições europeias) podem fornecer indicativos acerca das habilidades perceptivas-cognitivas apresentadas por futebolistas de elite competitiva em comparação aos seus pares, praticantes em níveis competitivos mais baixos (Williams & Ericsson, 2005). Também, nos dois estudos empíricos realizados, o desempenho dos atacantes não foi considerado. Ao contrário das condições laboratoriais, em que é possível controlar e padronizar as tarefas realizadas, o desempenho tático dos atacantes *in situ* permite aferir o porquê dos valores do desempenho tático defensivo dos participantes de cada um dos grupos, uma vez que neste tipo de delineamento os comportamentos expressados por cada um dos indivíduos presentes na tarefa, influenciam o comportamento de colegas e adversários emergindo inter(ações) que não estão presentes em condições laboratoriais.

Outras pertinentes questões devem também ser tidas em conta. Ao submeter os participantes sob um protocolo de demanda de sobrecarga física, considerar as variáveis relativas a variabilidade e a taxa da frequência cardíaca (FC), sejam elas ao longo do protocolo de sobrecarga ou durante as tentativas realizadas na situação 2vs1, complementaríamos as informações acerca do nível de fadiga física e mental dos indivíduos.

Além disso, sugere-se que em futuras investigações se explorem constrangimentos da tarefa consoante as diferentes relações numéricas, nomeadamente 1vs1 ou 2vs2 e 3vs2, ainda, tarefas em diferentes dimensões de campo, tencionando compreender como estes constrangimentos podem influenciar as habilidades perceptivo-cognitivas e o desempenho de futebolistas em condições *in situ*.

Por fim, para melhor se compreender as estratégias de procura visual realizada pelos futebolistas, afigura-se pertinente recorrer à recolha de relatos verbais retrospectivos, imediatamente após a realização de cada tentativa, tal como utilizado por Afonso, Garganta, McRobert, Williams e Mesquita (2012a) no âmbito do voleibol. Esta técnica pode facilitar a compreensão dos comportamentos dos avaliados, visto que ao ser cruzada com o rastreamento do olhar, mediante estratégia de procura visual, permite aceder a informações importantes, relativas aos processos atencionais subjacentes à antecipação e à tomada de decisão no âmbito das ações que ocorrem no terreno de jogo.

REFERÊNCIAS

- Abernethy, B., Baker, J., & Côté, J. (2005). Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 19(6), 705-718.
- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, A. M., & Mesquita, I. (2012a). The perceptual cognitive processes underpinning skilled performance in volleyball: Evidence from eye-movements and verbal reports of thinking involving an in situ representative task. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 339-345.
- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, M., & Mesquita, I. (2012b). Visual search behaviours and verbal reports during film-based and in situ representative tasks in volleyball. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 177-184.

- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue: impairment of technical performance in small-sided soccer games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1100-1105.
- Binsch, O., Oudejans, R. R., Bakker, F. C., & Savelsbergh, G. J. (2010). Ironic effects and final target fixation in a penalty shooting task. *Human Movement Science*, 29(2), 277-288.
- Broadbent, D. P., Causer, J., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2015). Perceptual-cognitive skill training and its transfer to expert performance in the field: Future research directions. *European Journal of Sport Science*, 15(4), 322-331.
- Casanova, F., Garganta, J., Silva, G., Alves, A., Oliveira, J., & Williams, A. M. (2013). Effects of prolonged intermittent exercise on perceptual-cognitive processes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(8), 1610-1617.
- Castellano, J., Silva, P., Usabiaga, O., & Barreira, D. (2016). The influence of scoring targets and outer-floaters on attacking and defending team dispersion, shape and creation of space during small-sided soccer games. *Journal of Human Kinetics*, 50(2), 153-163.
- Causer, J., McRobert, A. P., & Williams, A. M. (2013). The effect of stimulus intensity on response time and accuracy in dynamic, temporally constrained environments. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(5), 627-634.
- Eysenck, M. W., & Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences*, 50(7), 955-960.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336.
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199-220.
- Hughes, M. D., & Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 739-754.
- Krzepota, J., Stępiński, M., & Zwierko, T. (2016). Gaze control in one versus one defensive situations in soccer players with various levels of expertise. *Perceptual and Motor Skills*, 123(3), 769-783.
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G. J. (2018). A systematic review of the technology-based assessment

- of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880.
- Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.
- Martell, S. G., & Vickers, J. N. (2004). Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science*, 22(6), 689-712.
- Nagano, T., Kato, T., & Fukuda, T. (2004). Visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field. *Perceptual and Motor Skills*, 99(3), 968-974.
- Newell, K. (1986). Constraints on the development of coordination. *Motor development in children: Aspects of coordination and control*.
- Rienhoff, R., Tirp, J., Strauss, B., Baker, J., & Schorer, J. (2016). The 'quiet eye' and motor performance: A systematic review based on Newell's constraints-led model. *Sports Medicine*, 46(4), 589-603.
- Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Expertise and the interaction between different perceptual-cognitive skills: Implications for testing and training. *Frontiers in Psychology*, 7(1518), 792.
- Roca, A., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2012). Developmental activities and the acquisition of superior anticipation and decision making in soccer players. *J Sports Science*, 30(15), 1643-1652.
- Roca, A., Williams, A. M., & Ford, P. R. (2013). Capturing and testing perceptual-cognitive expertise: A comparison of stationary and movement response methods. *Behaviour Research Methods*, 173-177.
- Sampaio, J., Garcia, G., Macas, V., Ibanez, J., Abrantes, C., & Caixinha, P. (2007). Heart rate and perceptual responses to 2 x 2 and 3 x 3 small-sided youth soccer games. *Journal Sports Science and Medicine*, 6(Suppl 10), 121-122.
- Savelsbergh, G. J. P., Haans, S. H. A., Kooijman, M. K., & van Kampen, P. M. (2010). A method to identify talent: Visual search and locomotion behavior in young football players. *Human Movement Science*, 29(5), 764-776.

- Teoldo, I., Garganta, J., Mesquita, I., Maia, J., & Greco, P. J. (2011). System of tactical assessment in Soccer (FUT-SAT): Development and preliminary validation. *Motricidade*, 7(1), 69-84.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L., & Philippaerts, R. M. (2007). The effects of task constraints on visual search behavior and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(2), 147-169.
- Vater, C., Roca, A., & Williams, A. M. (2016). Effects of anxiety on anticipation and visual search in dynamic, time-constrained situations. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 5(3), 179.
- Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 381-394.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 737-750.
- Williams, A. M., Janelle, C. M., & Davids, K. (2004). Constraints on the search for visual information in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2(3), 301-318.
- Williams, A. M., & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science*, 24(3), 283-307.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2011). Quiet-eye training for soccer penalty kicks. *Cognitive Processing*, 12(3), 257-266.