



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

**INGESTÃO VOLUNTÁRIA DE FLUÍDOS E O ESTADO DE HIDRATAÇÃO
EM JOGADORES SENIORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL**

Trabalho submetido por

Eduardo Martins Machado

para a obtenção do grau de Mestre em Nutrição Clínica

dezembro de 2017



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO EM NUTRIÇÃO CLÍNICA

**INGESTÃO VOLUNTÁRIA DE FLUÍDOS E O ESTADO DE HIDRATAÇÃO
EM JOGADORES SENIORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL**

Trabalho submetido por

Eduardo Martins Machado

para a obtenção do grau de Mestre em Nutrição Clínica

Trabalho coorientado por

Dr. Rui Manuel Couto Gomes

dezembro de 2017

Dedicatória

A mente é como um paraquedas... Só funciona se estiver aberta

Agradecimentos

Apesar de uma dissertação consistir num trabalho individual, este trabalho tem o contributo de várias pessoas, entre as quais o Dr. Rui Gomes, coorientador.

Gostaria de agradecer ao diretor técnico do laboratório de análises clínicas do Hospital da Luz, pelo fornecimento de informação para o procedimento metodológico, para obtenção da osmolalidade e gravidade específica da urina, além do presidente/vice-presidente do Varzim Sport Club, por ter facultado as respetivas instalações para a realização deste trabalho. Não esqueço todos os atletas que aceitaram participar e o massagista Ricardo, pela ajuda na obtenção da massa corporal de alguns jogadores.

Ao meu irmão Zé, minha cunhada Sandra e minha mãe: um obrigado, pois sem eles não teria sido possível a conclusão desta fase da minha vida.

Resumo

Objetivo: Determinar a prevalência da desidratação e quantificar a taxa de sudorese (Ts), a ingestão de líquidos, a percentagem da perda da massa corporal e a perda de suor, aquando da ingestão de líquidos *ad libitum*, durante a realização de um treino. Estudar a correlação da massa isenta de gordura (MIG) e da área de superfície do corpo com a Ts, da Osmolalidade urinária (OsU) com a Ts, a ingestão de líquidos com a Ts e a OsU com a Gravidade específica da urina (GEU).

Material e Métodos: Estudo transversal realizado no primeiro treino do dia da última jornada do campeonato. Aceitaram participar 23 jogadores de uma equipa de futebol sénior militante de um escalão profissional. Para avaliar a desidratação prévia ao treino recorreu-se à OsU e GEU.

Resultados: A GEU e a OsU foram de $1,026 \pm 0,005 \text{ g/mL}$ e de $894 \pm 209 \text{ mOsmol/kgH}_2\text{O}$, respetivamente, valores significativamente ($p < 0,001$) acima dos valores de referência para o estado de euhidratação (13,6% amostra euhidratada). A Ts, a ingestão de líquidos, a perda de suor e a perda de massa corporal foram de $1,32 \pm 0,30 \text{ L/h}$, de $0,46 \pm 0,29 \text{ L}$, de $1,32 \pm 0,30 \text{ L}$ e de $1,13 \pm 0,44\%$, respetivamente. Adicionalmente, verificou-se uma correlação média ($r = 0,58$, $p < 0,05$) entre a MIG e a Ts, e entre a área da superfície do corpo e a Ts ($r = 0,54$, $p < 0,05$). Não houve correlação ($r = -0,12$, $p > 0,05$) da OsU com a Ts ($n = 9$) nem com a ingestão de líquidos ($n = 6$) ($r = -0,43$, $p > 0,05$). Por último, não se verificou uma correlação da ingestão hídrica com a Ts ($r = 0,30$, $p > 0,05$).

Conclusões: Em aproximadamente 13,6% da amostra, o exercício teve início num estado euhidratado, ao passo que a ingestão de líquidos *ad libitum* não preveniu a perda de massa corporal durante o treino. Nenhum atleta apresentou uma percentagem de perda de massa corporal superior aos valores de referência da ACSM, mostrando uma grande variabilidade na Ts.

Palavras chave: Taxa de sudorese, desidratação, futebol, perda de suor.

Abstract

Objective: Determine the prevalence of dehydration and to quantify the sweat rate (SR), fluid intake, percentage of body mass loss and sweat loss, when there are consume of fluids *ad libitum*, of a senior professional football team during a workout. To study the correlation of fat-free mass (FFM) and body surface area with SR, urine osmolality (UOsm) with SR, fluid intake with SR and UOsm with urine specific gravity (USG).

Material and Methods: Cross-sectional study carried out in the first training session of the day of the last round of the championship. 23 players accepted to participate. To evaluate dehydration pre-workout was measured UOsm and USG.

Results: USG and Uosm were $1,026\pm 0,005\text{g/mL}$ and $894\pm 209\text{mOmol/kgH}_2\text{O}$, respectively, values significantly ($p<0.001$) above the reference values for the state of euhydration (13,6% of the sample euhydrated). The SR, fluid intake, sweat loss and changes on body weight were $1,32\pm 0,30\text{L/h}$, $0,46\pm 0,29\text{L}$, $1,32\pm 0,30\text{L}$ and $1,13\pm 0,44\%$, respectively. Additionally, there was an average correlation of SR with FFM ($r=0,58$, $p<0,05$) and body surface area ($r=0,54$, $p<0,05$). There was no correlation ($r=-0,12$, $p>0,05$) of the Uosm with the SR ($n=9$) nor the fluid intake ($n=6$) ($r=-0,43$, $p>0,05$). Finally, there was no correlation of water intake with the SR ($r=0,30$, $p>0,05$).

Conclusions: Approximately 13,6% of the sample started exercising in an euhydrated state, whereas fluid intake *ad libitum* did not prevent loss of body mass. No athlete presented a percentage of body mass loss higher than the ACSM reference values, showing a great variability in SR.

Key words: Sweat rate, dehydration, football, sweat loss.

Resumen

Objetivo: Determinar la prevalencia de la deshidratación y cuantificar la tasa de sudoración (Ts), la ingestión de fluidos, el porcentaje de la pérdida de la masa corporal y la pérdida de sudor, en la ingestión de fluidos ad libitum, durante la realización de un entrenamiento. Estudiar la correlación de la masa libre de grasa (MLG) y del área de superficie del cuerpo con la Ts, la osmolalidad urinaria (OsU) con la Ts, la ingestión de fluidos con Ts y OsU con Gravedad específica de la orina (GEO).

Material y Métodos: Estudio transversal realizado en el primer entrenamiento del día de la última jornada del campeonato. Aceptaron participar 23 jugadores de un equipo de fútbol senior militante de un escalón profesional. Para evaluar la deshidratación previa al entrenamiento se recurrió a OsU y GEO.

Resultados: La GEO y la OsU fueron $1,026 \pm 0,005 \text{g/mL}$ y $894 \pm 209 \text{mOmol/kgH}_2\text{O}$, respectivamente, valores significativamente ($p < 0,001$) mayores que los valores de referencia para el estado de euhidratación (13,6% de la muestra euhydratada). La Ts, la ingestión de fluidos, la pérdida de sudor y la pérdida de masa corporal fueron $1,32 \pm 0,30 \text{L/h}$, $0,46 \pm 0,29 \text{L}$, $1,32 \pm 0,30 \text{L}$ y $1,13 \pm 0,44\%$, respectivamente. Además, se verificó una correlación media ($r = 0,58$, $p < 0,05$) de la Ts con la MLG y área de la superficie del cuerpo ($r = 0,54$, $p < 0,05$). No hubo correlación ($r = -0,12$, $p > 0,05$) de OsU con Ts ($n = 9$) ni la ingestión de fluidos ($n = 6$) ($r = -0,43$, $p > 0,05$). Por último, no se verificó una correlación de la ingestión hídrica con Ts ($r = 0,30$, $p > 0,05$).

Conclusiones: Aproximadamente el 13,6% de la muestra comenzó el ejercicio en un estado euhydratado, mientras que la ingestión de fluidos ad libitum no evitó la pérdida de masa corporal durante el entrenamiento. Ningún atleta presentó un porcentaje de pérdida de masa corporal superior a los valores de referencia de la ACSM, mostrando una gran variabilidad en la Ts.

Palabras clave: tasa de sudoración, deshidratación, fútbol, pérdida de sudor.

Índice Geral

| | |
|---|----|
| Resumo | 1 |
| Abstract..... | 3 |
| Resumen..... | 5 |
| Índice Geral..... | 7 |
| Índice de Figuras..... | 9 |
| Índice de Tabelas e Equações | 11 |
| Índice de Abreviaturas | 13 |
| Revisão da Literatura | 15 |
| Definição | 15 |
| Desidratação, stress fisiológico e termorregulação | 15 |
| Termorregulação: Quantidade de água corporal ou osmolalidade sérica?..... | 18 |
| Efeito da desidratação no rendimento físico e cognitivo | 20 |
| Prevalência da desidratação no futebol | 23 |
| Material e Métodos | 25 |
| Participantes | 25 |
| Recolha de dados..... | 25 |
| Critérios de inclusão e exclusão | 25 |
| Objetivos | 27 |
| Dados antropométricos..... | 27 |
| Conceção experimental | 28 |
| Gravidade específica da urina (GEU) e osmolalidade urinária (OsU)..... | 30 |
| Taxa de sudorese (Ts) e variação da massa corporal | 30 |
| Análise estatística..... | 31 |
| Resultados e Discussão | 33 |
| Conclusões | 45 |
| Limitações | 45 |

Bibliografia 47

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Fluxograma da seleção da amostra da equipa de futebol estudada..... | 26 |
| Figura 2 - Diagrama esquemático do treino, ingestão hídrica e obtenção da massa corporal..... | 29 |
| Figura 3 - Correlação da taxa de sudorese e massa isenta de gordura ($r=0,58$, $p<0,05$). n=15- exclusão de guarda-redes. | 37 |
| Figura 4 - Gravidade específica da primeira urina do dia. Os valores são apresentados em média±SD. | 38 |
| Figura 5 - Osmolalidade da primeira urina do dia. Os valores são apresentados em média±SD. | 40 |
| Figura 6 - Correlação da ingestão hídrica (L) e taxa de sudorese (L/h) ($r=0,30$, $p>0,05$). n=15- exclusão de guarda-redes. | 41 |
| Figura 7 - Correlação da osmolalidade urinária e gravidade específica da urina ($r=0,94$, $p<0,01$)..... | 42 |

Índice de Tabelas e Equações

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Mecanismos da perda e ganho de calor..... | 17 |
| Tabela 2 - Temperatura e humidade relativa durante o período de treino (aproximadamente 100 minutos). O momento 0 corresponde ao início do treino e cada momento seguinte corresponde a frações de 10 minutos. | 29 |
| Tabela 3 - Taxa de sudorese (L/h), Ingestão de água (L), Perda de suor durante o treino (L), Osmolalidade Urinária (mOmol/kgH ₂ O) e Gravidade Específica de Urina (g/mL). Os valores são apresentados em média±SD e intervalo. n=18- inclusão de guarda-redes; n=15- exclusão de guarda-redes. | 34 |
| Tabela 4 - Resumo da literatura disponível da taxa de sudorese e ingestão de fluídos em jogadores de futebol profissional. Os valores são apresentados em média±SD..... | 34 |
| Tabela 5 - % Perda de Massa Corporal, Osmolalidade Urinária (mOmol/kgH ₂ O), Gravidade Específica de Urina (g/mL), Correlação da Taxa de Sudorese e massa isenta de gordura, Correlação da Taxa de Sudorese e massa corporal, Correlação da Osmolalidade Urinária e Taxa de Sudorese e Correlação da Osmolalidade Urinária e Gravidade Específica de Urina. Os valores são apresentados em média±SD. N=15- exclusão de guarda-redes; n=9- colheita de urina entregue no mesmo dia em que se estudou a Taxa de Sudorese. Valores de referência da ACSM. | 36 |
| | |
| Equação 1 - Equação de Withers para obtenção da densidade corporal em atletas do género masculino. DC- Densidade Corporal..... | 27 |
| Equação 2 - Equação de Siri para obtenção da percentagem de gordura corporal. %GC- Percentagem de Gordura Corporal. | 28 |
| Equação 3 - Equação da área da superfície do corpo. A _D - Área da superfície do corpo (cm ²); MC- Massa Corporal (kg); A- Altura (cm); C- Constante (71,84)..... | 28 |
| Equação 4 - Ts-Taxa de sudorese (L/h); MC _{pré} - Massa Corporal pré-exercício (kg); MC _{pós} - Massa Corporal pós-exercício (kg); CF- Consumo de Fluido (L); VU- Volume de Urina (L); Texercício- Tempo de exercício (h). | 30 |

Índice de Abreviaturas

%GC- Percentagem gordura corporal

A- Altura

ACSM- American College of Sports Medicine

A_D- Área da superfície do corpo

ATP- Adenosina trifosfato

Bps- Batimento por segundo

C- Constante

CF- Consumo de fluido

DC- Densidade corporal

Eq.- Equação

FIFA- Fédération Internationale de Football Association

Fig.- Figura

GEU- Gravidade específica da urina

IMC- Índice de massa corporal

ISAK- International Society for the Advancement of Kinanthropometry

MC- Massa corporal

MC_{pós_e}- Massa corporal pós-exercício

MC_{pré_e}- Massa corporal pré-exercício

MIG- Massa isenta de gordura

n=15- Amostra que se obteve a taxa sudorese sem guarda-redes

n=18- Amostra que se obteve a taxa sudorese

NBA- National Basketball Association

OsU- Osmolalidade urinária

SK- Skinfold

Tab.- Tabela

Texercício- Tempo de exercício

Ts- Taxa sudorese

VU- Volume de urina

Revisão da Literatura

Definição

O estado de hidratação do ser humano é definido pelo equilíbrio entre a saída e a entrada de água no corpo. A perda de água corporal excessiva ou a ingestão de água insuficiente induzem um estado de desidratação. A água é principalmente expelida através da excreção renal e da transpiração. Outras vias conhecidas são: a respiração e as fezes (Baron, Courbebaisse, Lepicard, & Friedlander, 2015). O volume de água produzido pela oxidação de macronutrientes durante o metabolismo celular é aproximadamente igual ao da água expelida durante a respiração, o que não resulta em qualquer alteração no volume hídrico corporal (Sawka et al., 2007), sendo que isso permite quantificar o volume de água perdido durante a atividade física, pela diferença da massa corporal peritreno. Visto a água corporal total poder revestir-se de uma influência crítica na termorregulação e no desempenho do exercício realizado ao calor, a *American College of Sports Medicine* (ACSM) classifica a desidratação superior a 2% da perda de massa corporal como prejudicial à *performance* em exercício aeróbico, quando praticado em ambientes quentes, e com influência mínima em ambientes frios (Sawka et al., 2007).

Desidratação, stress fisiológico e termorregulação

Quanto maior o nível de desidratação, maior será o esforço fisiológico, a frequência cardíaca e a percepção ao estímulo de esforço durante o *stress* induzido pelo exercício, em ambiente quente, e conseqüentemente, ocorre uma diminuição do desempenho (Bardis, Kavouras, Arnaoutis, Panagiotakos, & Sidossis, 2013; Sawka et al., 2007). Durante a desidratação, a hipovolemia induzida por este estado reduz o volume sistólico com conseqüente aumento da frequência cardíaca. Este aumento da frequência cardíaca são provavelmente mediadas pelo volume diastólico final inferior, bem como pelo aumento dos níveis de catecolaminas (Sawka, Montain, & Latzka, 2001). Durante o exercício de alta intensidade, a redução do volume sistólico e do débito cardíaco vai

limitar a oxigenação nos músculos exercitados e a fadiga periférica vai desenvolver-se, devido à inadequada síntese de ATP (Nybo, Rasmussen, & Sawka, 2014).

Um *déficit* de água de apenas 1% do peso corporal eleva a temperatura corporal durante o exercício. Enquanto a magnitude da desidratação aumenta, ocorre uma elevação gradual concomitante da temperatura corporal, durante o exercício realizado ao calor. A magnitude da elevação da temperatura corporal varia de 0,1° a 0,25° C, por cada 1% de massa corporal perdida. O aumento da temperatura corporal a partir da desidratação pode, durante o exercício em ambientes quentes, ser superior ao registado em climas temperados (Sawka et al., 2001). A fadiga induzida pela hipertermia também parece advir da fadiga central, mediada, por exemplo, por alterações da concentração de neurotransmissores (Nybo et al., 2014). A inadequada síntese de ATP pode ser explicada pelo aumento plasmático de lactato e glicogenólise muscular, e por uma inferior lipólise muscular, quando a temperatura ambiente aumenta (9 para 41° C) no decurso da prática de atividade física, possivelmente devido à hipoxia local do músculo, causada pela redução do fluxo sanguíneo e consequente aumento da produção de energia pela via anaeróbica láctica (Fink, Costill, & Van Handel, 1975) ou então pela vasoconstrição proveniente da exposição a baixas temperaturas, visto não existir nenhum grupo de controlo com temperatura amena.

Além das reduções do volume de plasma sem alteração na osmolalidade sérica poderem aumentar a temperatura do corpo e prejudicar a dissipação de calor, durante o exercício realizado ao calor, a hiperosmolaridade plasmática, sem alterações na volemia, também leva a tal efeito. A osmolalidade e as alterações da volemia provavelmente afetam o sistema termorregulador através de osmorreceptores e barorreceptores, respetivamente (Sawka et al., 2001).

A eficiência da conversão da energia metabólica para trabalho externo na maioria das formas de exercício é apenas pouco mais de 20%, de modo que quase 80% da energia disponível na oxidação de substratos é convertida em calor. Em ambiente frio, isto é útil para a manutenção da temperatura corporal e para a preservação da função muscular, mas pode apresentar um desafio em situações como o exercício de alta intensidade prolongado em ambiente quente, onde o calor é gerado a altas taxas e a dissipação de calor para o meio ambiente é mais difícil (Shirreffs, 2015).

Durante o exercício, os músculos requerem energia adicional para gerar força ou para realizar trabalho, de modo que a taxa metabólica deve aumentar, em conformidade,

com um conseqüente aumento correspondente da taxa de produção de calor (Shirreffs, 2015). Está documentado *in situ* temperaturas até 50° C, nas mitocôndrias, quando a cadeia transportadora de elétrons se encontra em total funcionamento (Dominique et al., 2017). Adicionalmente, em ambientes com uma temperatura superior à da superfície da pele, o calor é obtido a partir do ambiente (ver tabela 1), o que torna esta questão preocupante, uma vez que uma temperatura rectal pós-jogo de 39° C é comum, sendo que alguns indivíduos apresentam mesmo temperaturas superiores a 40° C (Shirreffs et al., 2005), valor crítico na performance (Gonzalez-Alonso et al., 1999). Como uma das principais formas de dissipação de calor nos seres humanos é através da evaporação do suor, uma boa hidratação torna-se essencial aquando da prática de exercício físico em ambientes em que se registam temperaturas elevadas, visto que a perda de calor por evaporação é atenuada pela desidratação celular, em humanos nestas situações (B. Nielsen, 1974), como foi o caso no mundial de futebol da Fédération Internationale de Football Association (FIFA), no Brasil (2014) e como provavelmente será no Catar (2022).

| Produção de calor (ganho) | Perda de calor |
|----------------------------------|-----------------------|
| Convecção | Evaporação (suor) |
| Radiação | Convecção |
| Condução | Radiação |
| Atividade | Condução |
| Agitação (tremer) | |
| Calor metabólico | |

Tabela 1 - Mecanismos da perda e ganho de calor.

Termorregulação: Quantidade de total de água corporal ou osmolalidade sérica?

Seguindo a linha de pensamento descrita anteriormente (da importância da água na termorregulação), a hiperhidratação deveria manter a temperatura corporal baixa, quando comparada com a de um estado euhidratado, ou seja, o estado normal de teor de água corporal. Outros dados que não corroboram esta linha de pensamento relativa à termorregulação são os avançados por Montner et al. (Montner et al., 1996), visto que o uso de glicerol para aumentar a quantidade de água corporal total não conduziu a qualquer alteração na temperatura corporal, num ambiente de temperatura amena (23,5-24,5° C). Salienta-se que este estudo decorreu no âmbito de um *design* de *crossover*, o que descarta as variabilidades genéticas. Apesar de não se registarem alterações na temperatura corporal, sucede uma melhoria clinicamente significativa no tempo de *endurance*, o que leva a crer que a hiperhidratação tenha sido a causa do efeito ergogénico. O glicerol é um precursor da gluconeogénese e o consumo intra-treino de uma fonte de glicose possui um efeito ergogénico (Montner et al., 1996), o que permite especular que esta tenha sido uma das possíveis vias. O glicerol é uma substância osmoticamente ativa e o seu consumo conduz a um aumento sérico do mesmo. No estudo de Montner, a ingestão de glicerol levou a um aumento da osmolalidade (± 12 mOsmol/kgH₂O), sendo que a hiperosmolalidade pode afetar negativamente a termorregulação (Sawka et al., 2001), sendo este efeito contrabalançado pelo aumento da água corporal total. Nem todos os estudos seguem esta tendência, exemplo disso é o trabalho de Grucza et al. (Grucza, Szczypaczewska, & Kozłowski, 1987), em que a ingestão acentuada de água para criar um estado de hiperhidratação induziu a uma melhoria da termorregulação, sugerindo a possibilidade que tal efeito ter ocorrido devido a uma iniciação da sudorese precoce, e consequentemente uma termorregulação superior. Apesar de existirem diferenças estatisticamente significativas na temperatura corporal, a diferença no aumento ao fim de 60 minutos foi de 0,2° C, num limite de 38° C, valor muito abaixo do valor crítico na deterioração da *performance* (Gonzalez-Alonso et al., 1999). Nielsen et al. (E. Nielsen, Hansen, Jorgensen, & Nielsen, 1971) verificou diferentes estados de hidratação, na termorregulação em temperatura amena. Apesar de a hiperhidratação provocar uma melhor termorregulação (± 1 ° C), a hiperhidratação acompanhada de um aumento da osmolalidade plasmática (ingestão de água a 2% NaCl) não revelou produzir efeito na termorregulação, quando comparada com os restantes grupos que sofreram previamente

desidratação por sauna ou exercício. A termorregulação teve uma correlação com a osmolalidade plasmática. Em suma, estes estudos indicam que a termorregulação é melhorada quando a hidratação não é acompanhada de um aumento da osmolalidade plasmática, sendo que o aumento desta compromete a termorregulação.

Note-se que as medições do débito cardíaco no estudo de Nielsen produziram valores quase idênticos em todas as 5 condições. Isso significa que as mudanças na volemia e seu efeito no volume sistólico são totalmente compensadas pelas mudanças na frequência cardíaca. Os dados foram recolhidos a partir de uma amostra que executou exercício moderado e com uma duração de 60 minutos, o que leva a crer que uma menor volemia provocada pela desidratação pode não ser compensada pelo aumento do batimento cardíaco em exercício de maior duração e de alta intensidade, quando este atingir o limiar.

Armstrong et al. (Armstrong et al., 1997) verificaram a tendência vista anteriormente. Ao estudar o efeito de quatro estados registados no decurso da prática de exercício físico (euhidratado acompanhado de água *ad libitum*, euhidratado sem água, desidratado com água *ad libitum* e desidratado sem água durante a prática de exercício físico), verificou que a termorregulação ficou comprometida ($\pm 1^\circ \text{C}$) apenas no grupo que iniciou a atividade desidratado, sem consumo de água durante a mesma. Curiosamente, foi o único grupo que teve um aumento substancial de osmolalidade plasmática ($\pm 15 \text{ mOmol/kgH}_2\text{O}$).

Numa revisão recente da literatura sobre a influência da desidratação sobre o rendimento dos atletas, concluiu-se que esta possui um impacto negativo e que os atletas devem tentar manter um estado de euhidratação antes e durante a prática de exercício físico, apesar de a literatura se revelar inconsistente relativamente a desportos anaeróbicos (Carlton & Orr, 2015). Numa meta-análise de avaliação do desempenho no ciclismo de *endurance* com uma inclusão de 9 artigos, a ingestão de fluídos, comparado com a não ingestão de fluídos, levou a um aumento no tempo até à exaustão e no teste contrarrelógio quando praticado durante menos de 1 hora (aumento no tempo aproximadamente de 3%). Quando praticado durante mais de 1 h, apresentou uma diminuição no tempo de 2 a 3% no tempo até à exaustão e no teste contrarrelógio (Holland, Skinner, Irwin, Leveritt, & Goulet, 2017). Uma intervenção no aporte hídrico em adolescentes e jogadores de críquete permitiu que o tempo na prova de esforço (Kavouras et al., 2012) e o desempenho das capacidades motoras melhorassem (Janaka P, Angela P, Aarjan K, & Stuart D.R.,

2016), respetivamente. Num estudo (n=10), com controlo dietético e deslocação do ar em atletas de elite, a prescrição de água implicou uma vantagem clinicamente significativa na prova de esforço, quando comparada com a ingestão *ad libitum*, possivelmente devido à menor tensão termorreguladora e à maior resposta da sudorese (Bardis et al., 2017), o que salienta a importância da monitorização do estado hídrico. De notar que a sensação de sede parece não refletir o estado hídrico, no caso de atletas (Fernández-Elías et al., 2014).

Efeito da desidratação no rendimento físico e cognitivo

Recentemente, certos estudos vieram pôr em causa a capacidade de a desidratação (>3%) prejudicar a *performance* em ambientes quentes, aquando da realização de exercício aeróbico, sendo que o benefício proveniente da ingestão de água fica a dever-se ao efeito placebo (Cheung et al., 2015; Wall et al., 2015). Através de infusão intravenosa de uma solução salina, foi possível mascarar quem estava a ser hidratado, além de se formarem grupos que enxaguavam a boca com água, para se perceber o efeito da sensação da sede na *performance*. Não foi verificada nenhuma diferença no tempo e na potência, no teste contrarrelógio a uma temperatura ambiente elevada (33-35° C). Salienta-se que os atletas submetidos a estes testes ficaram sujeitos a um fluxo de ar entre os 3 e os 9 m/s, para simular uma situação real, visto que os ciclistas de elite pedalam a uma velocidade entre os 5,6 m/s e os 13,9 m/s. A deslocação do ar influencia a dissipação do calor por convecção e evaporação, com um efeito significativo na dissipação sempre que ocorre uma deslocação de ar a 2,8 m/s e com um efeito maior à medida que a velocidade aumenta (Saunders, Dugas, Tucker, Lambert, & Noakes, 2005), possivelmente o motivo que permitiu (durante a prova de esforço) manter uma temperatura retal consideravelmente inferior à do valor crítico (Gonzalez-Alonso et al., 1999). Godek et al. (Godek, Bartolozzi, Burkholder, Sugarman, & Dorshimer, 2006) observou que a temperatura corporal máxima não teve qualquer relação com a taxa de sudorese (Ts) nem com a percentagem de perda de massa corporal, o que põe em causa a importância da água corporal na termorregulação ou coloca a hipótese de existir outro mecanismo desconhecido para esse efeito. Salienta-se que, em quase todos estes estudos (Berkulo et al., 2016; Cheung et al., 2015; Godek et al., 2006; Saunders et al., 2005; Wall

et al., 2015), a temperatura corporal fica abaixo do limite crítico (Gonzalez-Alonso et al., 1999), o que pode explicar a inexistência de qualquer efeito ergogénico por parte da água.

O efeito da desidratação no humor e na cognição tem mostrado inconsistência na maioria das populações, impedindo de formar uma conclusão. Mesmo que a literatura fosse consistente, variáveis como a fadiga e o aumento de temperatura tornam a extrapolação difícil. Só as intervenções em crianças mostram uma consistência entre a ingestão de água, a memória e a atenção (Benton, 2011). O futebol enquanto atividade desportiva, obriga à tomada de decisões constantes. A desidratação, em jogadores de futebol, por uma perda de até 2,5% da massa corporal não tem mostrado qualquer efeito na função cognitiva. Apesar da ausência de um efeito da desidratação na cognição, um aumento da temperatura corporal leva a um aumento no tempo de reação (Bandelow et al., 2010). Noutro trabalho em que se realizou 45 minutos de bicicleta com 45 minutos de situação de jogo com várias intervenções de fluidos (ingestão de fluídos, enxaguamento da boca com água e sem ingestão de fluidos) previamente ao teste de esforço, a ingestão de fluidos levou a uma melhoria estatisticamente significativa (aumento da distância percorrida) no teste *Yo-Yo Intermittent Recovery*, mas não no teste de concentração (Edwards, Mann, Marfell-jones, Rankin, & Noakes, 2007).

Hidratação na *performance* no futebol e saúde

Ao contrário dos ciclistas de elite, os jogadores de futebol pertencentes às melhores equipas europeias passam aproximadamente 60% do seu tempo de jogo parados (0 m/s) ou a caminhar (1,7 m/s) e 15% a praticar *jogging* (2,2 m/s), com menos de 10% do tempo em corrida de alta velocidade ou *sprint* (Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003). A extrapolação destes estudos para o caso dos ciclistas (com temperatura corporal sempre abaixo do valor crítico) é possivelmente errónea, visto que certos jogadores atingem uma temperatura retal acima do limite crítico (Shirreffs et al., 2005), além de que muitos estádios são fechados, o que provoca uma diminuição da deslocação do vento e consequentemente uma diminuição da capacidade de dissipar calor. Considerando que o futebol é um exercício de alta intensidade intermitente de longa duração, o débito cardíaco

poderia sofrer uma diminuição num estado de desidratação devido ao batimento cardíaco não acompanhar a diminuição da volemia, levando assim a uma diminuição das habilidades físicas, visto que um VO_{2max} alto é uma necessidade para uma boa performance em desportos de alta intensidade e este está ligado ao débito cardíaco máximo, que por sua vez é afetado pela volemia (menor volume sistólico) (Shirreffs, 2015).

No estudo levado a cabo por Edwards et al. (Edwards et al., 2007), consistindo em 45 minutos a pedalar seguidos por 45 minutos de um jogo de futebol (8 contra 8), a diferença da perda de água de 0,7% para 2,4% da massa corporal não levou a alteração significativa no batimento cardíaco (cerca de 2 bps). Não foi registado o débito cardíaco máximo.

Dado o futebol ser um desporto de equipa e os atletas requererem capacidades físicas e técnicas específicas da modalidade, o estudo do impacto direto no futebol torna-se difícil. Por isso, os estudos sobre o impacto da desidratação no desporto realizam-se através da avaliação das capacidades físicas (por exemplo, o tempo de *endurance*) ou da avaliação das capacidades técnicas específicas. McGregor et al. (McGregor, Nicholas, Lakomy, & Williams, 1999) realizou um estudo junto de jogadores de futebol semiprofissionais sobre o efeito da desidratação nas capacidades físicas, técnicas e cognitivas. Concluíram que a desidratação provoca uma deterioração significativa da *performance*. O único teste em que se verificou deterioração foi no teste *block of list* - no último *sprint*, registou-se uma deterioração de 0,05 segundos. Visto que estas medições foram feitas manualmente, recorrendo a um relógio, surge a possibilidade de erro humano ao medir o tempo, além do facto de isso não se traduzir em vantagem numa situação real de jogo. Salienta-se a escassez de estudos concebidos para simular o padrão de exercício no futebol, em que se verificam frequentes e breves surtos de atividade de elevada intensidade.

A desidratação não está apenas ligada à *performance* física e motora, mas também à saúde, pelo aumento do risco de exaustão por exposição ao calor, além de ser um fator de risco de insolação. Tem sido associada a uma reduzida estabilidade cardíaca autonómica, a um volume intracraniano alterado e a um aumento das consequências da rabdomiólise (Sawka et al., 2007).

Ademais, destaca-se a dificuldade apresentada pela literatura em formular uma conclusão, pelo facto de as amostras apresentadas nestes estudos serem de pequena

dimensão, normalmente abrangendo entre 6 a 10 sujeitos, recorrendo a temperaturas extremas ($<10^{\circ}\text{C}$ ou $>40^{\circ}\text{C}$) e não a temperatura amenas, situações que não representam o mundo real (estudos realizados em laboratório, sem a presença da deslocação do ar, da deslocação do atleta contra o vento e com ausência da radiação emitida pelo meio envolvente). Também pelo facto de representarem modalidades específicas, o que obriga a extrapolar os resultados, e por envolverem a dificuldade de transpor o estatisticamente significativo para o clinicamente significativo.

Prevalência da desidratação no futebol

Certos estudos realizados com jogadores de futebol demonstram que a ingestão de fluidos *ad libitum* não permite que a massa corporal se mantenha constante em situação de treino em ambiente quente (Shirreffs et al., 2005) e em treino em ambiente frio (Maughan, Shirreffs, Merson, & Horswill, 2005). Apesar de a média da percentagem de perda de massa corporal ser inferior a 2%, isso não permite perceber se os jogadores estão hidratados previamente ao treino. Outro estudo junto de seis equipas da principal liga de futebol chilena verificou que a quase totalidade da amostra ($n=156$) apresentava um valor de gravidade específica da urina (GEU) acima de 1,020 g/mL (Castro-Sepúlveda et al., 2015). De salientar que não foram feitas medições de perda de massa corporal durante o treino e a recolha de urina decorreu no pré-treino. A ACSM define o valor de $<1,020$ g/mL para um estado de euhidratado na primeira urina do dia (Sawka et al., 2007), sendo que a colheita de urina noutra altura do dia apresenta uma GEU e uma osmolalidade urinária (OsU) menores (Armstrong et al., 2010).

Em suma, a desidratação em climas adversos parece comportar um efeito adverso na *performance* física e motora em desportos aeróbicos. Devido à escassez de estudos destinados a avaliar o impacto da desidratação em situações de simulação do padrão de exercício no futebol, torna-se necessário recorrer à extrapolação de dados a partir de amostras de estudos sobre outros desportos. Num desporto que movimenta biliões de euros anualmente, todos os pormenores são importantes, sendo necessário enfatizar o uso de estratégias para manter um bom estado de hidratação, além de outras recomendações dietéticas.

Temos conhecimento de poucos estudos sobre o efeito do consumo de fluídos *ad libitum* na manutenção do estado hídrico em desportistas profissionais, o que revela a importância de uma revisão da questão relativa aos jogadores profissionais de futebol, no sentido de se avaliar as melhores práticas na reposição de fluidos antes, durante e após o treino no futebol.

Material e Métodos

Participantes

Jogadores profissionais de futebol aclimatizados (n=23), com idade entre os 19 e os 37 anos (26 ± 6 anos) e pertencentes a uma equipa militante da ledman ligapro, aceitaram participar. A massa corporal dos atletas era de $78,2 \pm 10,3$ kg (intervalo, 60,4-96,4 kg), a altura era de $182 \text{ cm} \pm 8 \text{ cm}$ (intervalo, 170-196 cm), o índice de massa corporal (IMC) era de $23,5 \pm 1,6 \text{ kg/m}^2$ (intervalo, 19,9-25,8 kg/m^2), a área da superfície do corpo era de $19904 \pm 1676 \text{ cm}^2$ (intervalo, 16976-22962 cm^2) e a percentagem de gordura corporal (%GC) era de $9,6 \pm 3,3\%$ (intervalo, 6,4-17,5%). O trabalho de investigação foi aprovado pela comissão de ética da Faculdade Egas Moniz. Todos os participantes foram esclarecidos sobre os procedimentos, tanto verbalmente como por escrito, sendo o consentimento por escrito foi obtido de cada um antes de ter início a recolha de dados. Todos os participantes foram informados de que podiam deixar de fazer parte do estudo a qualquer momento.

Recolha de dados

O estudo foi realizado no Complexo Municipal sito na Póvoa de Varzim.

Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão: Foram incluídos todos os jogadores saudáveis pertencentes à equipa sénior A (Fig. 1).

Exclusão

Recolha da urina: Urina que não fosse proveniente da primeira micção do dia.

Outras variáveis: A ingestão de comida e água de outro recipiente que não fosse o seu após a obtenção da massa corporal pré-treino e treino individualizado ou lesão.

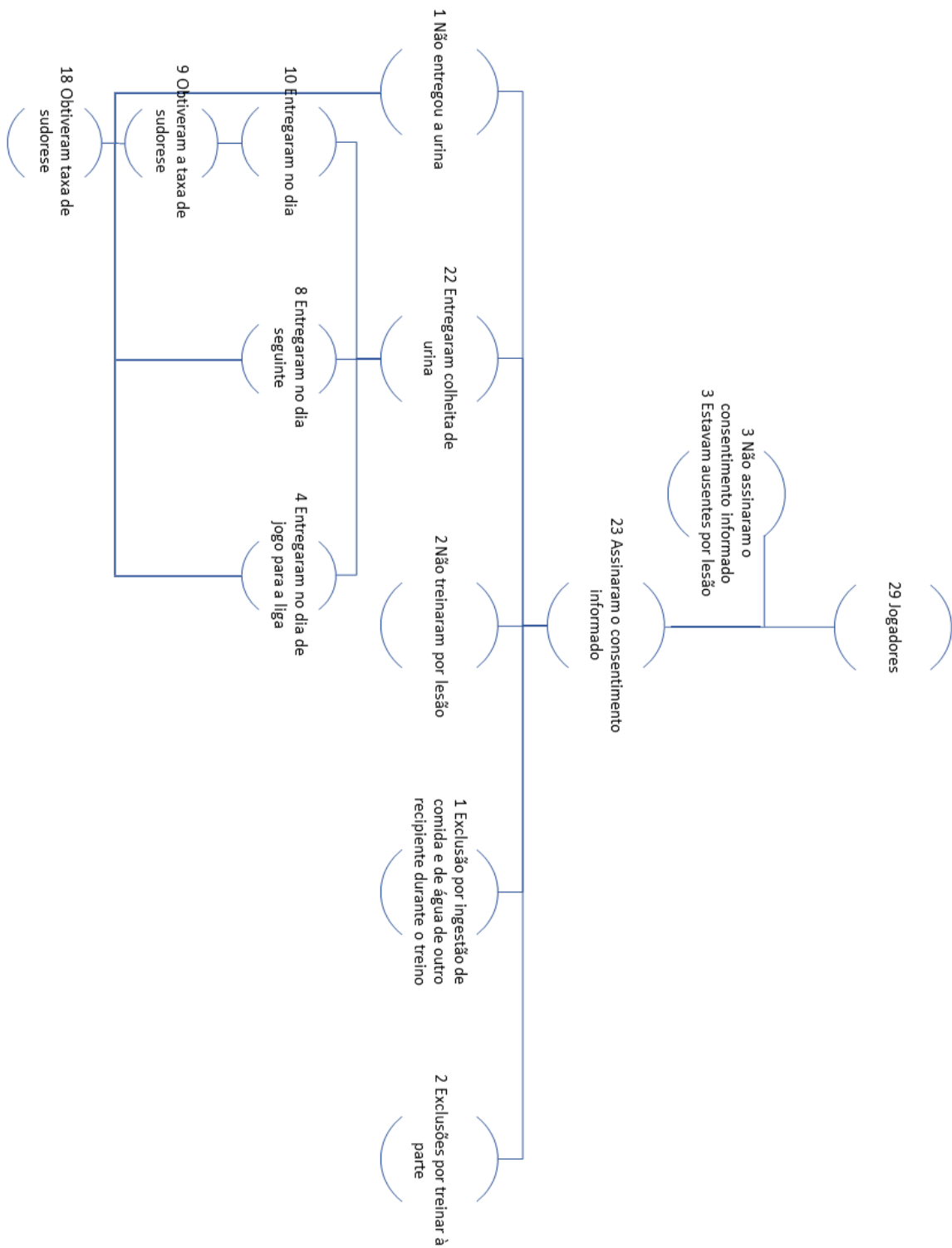


Figura 1 - Fluxograma da seleção da amostra da equipa de futebol estudada.

Objetivos

Estudar a prevalência da desidratação e quantificar a Ts, a ingestão de fluídos, a percentagem da perda da massa corporal e a perda de suor, aquando da ingestão de fluídos *ad libitum*, de uma equipa de futebol sénior militante de um escalão profissional durante a realização de um treino. Estudar a correlação da massa isenta de gordura e da área de superfície do corpo com a Ts, da OsU com a Ts, a ingestão de fluídos com a Ts e a OsU com a GEU.

Dados antropométricos

Para as avaliações antropométricas da estatura, da massa corporal e da %GC, foi utilizada uma balança digital (OMRON BF511, sensibilidade: 100 g), um estadiómetro (Seca 213, sensibilidade: 1 mm) e um lipocalibrador (Harpender Skinfold Caliper, sensibilidade: 0,2 mm). A marcação dos pontos anatómicos decorreu com recurso a uma fita métrica (Cescorf, sensibilidade: 1 mm) e a um lápis dermatográfico.

Para a obtenção da densidade corporal (DC), recorreu-se à equação Withers (Eq. 1) (Reilly et al., 2009) com 7 pregas cutâneas (SF) (prega tricipital, bicipital, subescapular, supraespinal, abdominal, coxa anterior e gêmeo), segundo as normas da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Arthur Stewart, 2011). Para a conversão da DC para %GC, recorreu-se à equação de Siri (Eq. 2) (Siri, 1956). Todas as medições foram feitas em duplicado, quando o erro foi inferior a 5% (para as pregas cutâneas) e a 1% (para as restantes medições). Sempre que se obtiveram valores iguais ou acima deste erro, foi efetuada uma terceira medição. Recorreu-se à média ou mediana para as medições em duplicado e para as medições em triplicado, respetivamente.

$$\text{Equação de Withers: } DC \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1,0988 - (0,0004 \times \sum 7sf) \text{ Eq. 1}$$

Equação 1 - Equação de Withers para obtenção da densidade corporal em atletas do género masculino. DC- Densidade Corporal.

$$\text{Equação de Siri: \%GC} = \left[\left(\frac{4,95}{DC} \right) - 4,50 \right] \times 100 \text{ Eq. 2}$$

Equação 2 - Equação de Siri para obtenção da percentagem de gordura corporal. %GC- Percentagem de Gordura Corporal.

Recorreu-se à equação de Du Bois (Eq. 3) para calcular a área da superfície do corpo (Du Bois & Du Bois, 1916).

$$A_D (\text{cm}^2) = MC^{0,425} \times A^{0,725} \times C \text{ Eq. 3}$$

Equação 3 - Equação da área da superfície do corpo. A_D - Área da superfície do corpo (cm^2); MC- Massa Corporal (kg); A- Altura (cm); C- Constante (71,84).

As medições antropométricas foram feitas no local de treino na hora antecedente a este, entre as 9:00 e 10:00, sempre pelo mesmo técnico de antropometria (ISAK nível II), de modo a minimizar o erro intra-observador. Não foi permitida a exposição ao sol prolongada, a sauna ou o banho turco, nas horas antecedente à avaliação antropométrica.

Conceção experimental

Durante o último mês da época 2016/2017, foi levado a cabo um estudo transversal. Os atletas completaram um treino de 60 minutos, com os primeiros 20 minutos de aquecimentos e os restantes 40 minutos em situação real de jogo (11 contra 11), em campo aberto, num dia com uma nebulosidade de 58-99% e ventos com uma velocidade de 5,14-7,72m/s, com temperatura de $19,6 \pm 0,7^\circ \text{C}$ (intervalo, $19,0-21,0^\circ \text{C}$) e humidade relativa de $76,5 \pm 3,2\%$ (intervalo, $72,0-83,0\%$). O treino foi realizado normalmente sem nenhuma intervenção, com o treinador a dividir o plantel em dois, plantel 1 e 2, para que cada metade jogasse 40 minutos contra a formação sénior B. Além dos 20 minutos de aquecimento à parte, dois dos guarda-redes completaram 30 minutos de jogo e um completou 20 minutos, totalizando 50 e 40 minutos, respetivamente. O treinador permitiu a ingestão de água *ad libitum* antes e após cada partida de 40 minutos, para quem jogasse, ou acesso continuo a água para quem descansasse (ver Fig. 2).

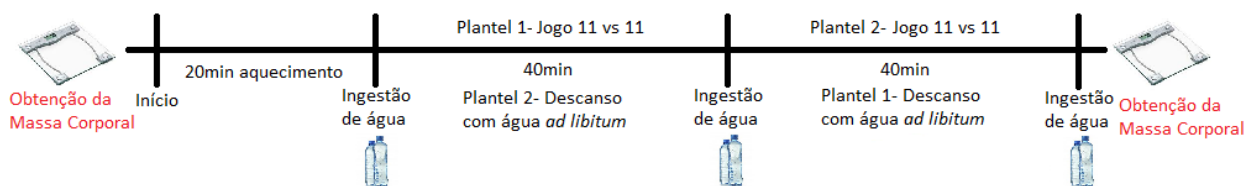


Figura 2 - Diagrama esquemático do treino, ingestão hídrica e obtenção da massa corporal.

Foi fornecida água *ad libitum* da marca Luso, em garrafas previamente usadas, quantificadas pelo volume e identificadas com o nome/número de cada indivíduo. Foram instruídos a não mudar os hábitos hídricos, a beber somente da sua própria garrafa e a não cuspir a água. Não houve micção por parte dos jogadores, durante o período em que decorreu o treino.

Foi feita uma leitura da temperatura e da humidade relativas do ambiente (ver Tab. 2), a cada 10 minutos, com recurso a um termómetro e a um higrómetro digital (OHT50, Greutor, S.L., sensibilidade: 1°C e 1% para temperatura e humidade relativa, respetivamente).

| Momento | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Temperatura (°C) | 20 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 20 | 19 | 19 |
| Humidade Relativa (%) | 77 | 83 | 80 | 76 | 76 | 77 | 76 | 72 | 72 | 78 | 75 |

Tabela 2 - Temperatura e humidade relativa durante o período de treino (aproximadamente 100 minutos). O momento 0 corresponde ao início do treino e cada momento seguinte corresponde a frações de 10 minutos.

Devido à falta de equipamento, foi usado como fonte da nebulosidade e da velocidade do vento o website www.windguru.cz.

Gravidade específica da urina (GEU) e osmolalidade urinária (OsU)

A GEU e a OsU foram determinadas a partir de uma amostra da primeira urina do dia, nas primeiras 48 h após a recolha. Para obter a amostra de urina, foi fornecido a cada jogador, no dia anterior da colheita, um recipiente selado (limpo e seco), facilitado pelo laboratório de um hospital local. Foi necessária a introdução da urina proveniente do segundo jato relativo ao dia em que se estudou a taxa de sudorese (Ts).

A GEU foi obtida por Índice de Refração (Aution Max AX-4280, Menarini) e a OsU por Vapor de Pressão (Osmómetro VAPRO 5520, Wescor), num laboratório de um hospital local.

Foram usados os valores de referência da ACSM para definir o estado de euhidratação até 700 mOsmol/kg_{H₂O} e 1,020 g/mL, para a OsU e a GEU, respetivamente (Sawka et al., 2007).

Taxa de sudorese (Ts) e variação da massa corporal

Foi calculada a Ts (L/h), volume de água que se perde por hora através das glândulas sudoríparas durante a prática da atividade física, tal como descrito por Walsh (Walsh et al., 2000) (Eq. 4), com os participantes em roupa interior e secos no primeiro treino do dia (10:08-11:50). A massa corporal foi obtida em duplicado ou triplicado, quando o erro era inferior ou superior a 1%, respetivamente. Recorreu-se à média ou mediana para as medições em duplicado e em triplicado, respetivamente.

$$Ts \text{ (L/h)} = \frac{MC_{pré_e} - MC_{pós_e} + CF - VU}{T_{exercício}} \text{ Eq. 4}$$

Equação 4 - Ts-Taxa de sudorese (L/h); MC_{pré_e}- Massa Corporal pré-exercício (kg); MC_{pós_e}- Massa Corporal pós-exercício (kg); CF- Consumo de Fluido (L); VU- Volume de Urina (L); T_{exercício}- Tempo de exercício (h).

Foram usados os valores de referência da ACSM para a perda de massa corporal não significativa até 2% (Sawka et al., 2007).

Análise estatística

A análise estatística dos dados foi efetuada com o programa IBM SPSS Statistics (versão 23.0). Os resultados são apresentados como média \pm SD (desvio padrão) e intervalo. Todos os testes de hipóteses foram aplicados ao nível de significância de 5%. O efeito do tamanho da correlação foi classificado como médio (0,50-0,79) e elevado (0,80 ou maior). Previamente aos testes-t, foram verificadas se as variáveis em estudo seguem uma distribuição normal através do teste Shapiro-Wilk. Foi aceite o valor de $p > 0,05$ para determinar se a variável segue uma distribuição normal. Todas as variáveis em estudo têm uma distribuição normal.

Recorreu-se ao teste T-student para amostras emparelhadas para estudar a diferença na variação de massa corporal peri-treino. O teste T-student para 1 amostra foi usado para comparar a média da percentagem de perda de massa corporal, OsU e GEU, com os valores de referência 2%, 700 mOsmol/kg_{H2O} e 1,020 g/mL, respetivamente. Recorreu-se ao coeficiente de correlação de Pearson para estudar as correlações entre a massa isenta de gordura (MIG)/área da superfície do corpo/massa corporal e a Ts, MIG e o Δ massa corporal, OsU e a GEU, OsU e a Ts, ingestão hídrica e a perda de suor (perda de água), ingestão hídrica e a Ts.

Resultados e Discussão

A amostra deste trabalho foi composta por atletas profissionais que tomaram parte nas últimas jornadas da época da ledman ligapro. Apesar das condições climáticas não serem favoráveis, dia nublado e ventoso, foi o suficiente para haver uma perda significativa de massa corporal ($p < 0,001$) durante o período em que decorreu o treino: perda de $0,8 \text{ kg} \pm 0,4 \text{ kg}$ (intervalo, 0,0-1,5 kg). Isto corresponde a uma desidratação de $0,99\% \pm 0,52$ (intervalo, 0,00-1,98%), valor significativamente inferior a 2% ($p < 0,001$). Após exclusão dos guarda-redes, a perda de massa corporal continuou significativa ($p < 0,001$): de $0,9 \text{ kg} \pm 0,4 \text{ kg}$ (intervalo, 0,4-1,5 kg). Isto corresponde a uma desidratação de $1,13\% \pm 0,44$ (intervalo, 0,60-1,98%), valor significativamente inferior a 2% ($p < 0,001$). Todos os jogadores, com a exceção do guarda-redes que esteve em campo 20 min., tiveram perda de peso. Adicionalmente, não houve qualquer correlação entre a quantidade de água perdida pela sudorese e a ingestão hídrica ($p > 0,05$). A média ($n=18$) de ingestão de água foi de $0,43 \pm 0,30 \text{ L}$ (intervalo 0,00-1,05 L) e de $1,20 \pm 0,42 \text{ L}$ (intervalo, 0,17-1,84 L), para a perda de água pelo suor. Com a exclusão dos guarda-redes ($n=15$), a média de ingestão de água foi de $0,46 \pm 0,29 \text{ L}$ (intervalo, 0,03-1,05 L) e de $1,32 \pm 0,30 \text{ L}$ (intervalo, 0,85-1,84 L), para a perda de água pelo suor (ver Tab. 3).

| | n=18 | n=15 |
|---------------------------------|--|--|
| Taxa de sudorese (L/h) | $1,22 \pm 0,40 \text{ L/h}$ (intervalo, 0,26-1,84 L/h) | $1,32 \pm 0,30 \text{ L/h}$ (intervalo, 0,85-1,84 L/h) |
| Ingestão de fluídos (L) | $0,43 \pm 0,30 \text{ L}$ (intervalo, 0,00-1,05 L) | $0,46 \pm 0,29 \text{ L}$ (intervalo, 0,03-1,05 L) |
| Perda suor durante o treino (L) | $1,20 \pm 0,42 \text{ L}$ (intervalo, 0,17-1,84 L) | $1,32 \pm 0,30 \text{ L}$ (intervalo, 0,85-1,84 L) |
| % Perda de Massa Corporal | $0,99\% \pm 0,52$ (intervalo, 0,00-1,98%) | $1,13\% \pm 0,44\%$ (intervalo, 0,60-1,98%) |

| | | |
|--|--|---------------|
| Osmolalidade Urinária (mOmol/kg _{H2O}) | 894±209mOmol/kg _{H2O} (intervalo, 468-1282 mOmol/kg _{H2O}) | Não aplicável |
| Gravidade Específica de Urina (g/mL) | 1,026±0,005g/mL (intervalo, 1,015-1,033 g/mL) | |

Tabela 3 - Taxa de sudorese (L/h), Ingestão de água (L), Perda de suor durante o treino (L), Osmolalidade Urinária (mOmol/kg_{H2O}) e Gravidade Específica de Urina (g/mL). Os valores são apresentados em média±SD e intervalo. n=18- inclusão de guarda-redes; n=15- exclusão de guarda-redes.

Os resultados aqui expostos parecem encaixar-se numa tendência de um aumento do consumo de fluídos *ad libitum* e da Ts com a temperatura/humidade relativa, além da grande variabilidade da Ts (ver Tab. 4). A ingestão de fluídos *ad libitum* não foi o suficiente em nenhum dos estudos para prevenir a perda significativa de massa corporal, o mesmo sucedendo em uma amostra de 107 jogadores de futebol adolescentes (0,77 ± 0,50%) (Arnaoutis et al., 2013). Salienta-se que em nenhum destes estudos, tal como na nossa amostra, se registou uma perda de massa corporal significativa suficiente para prejudicar a *performance*, segundo as diretrizes da ACSM (Sawka et al., 2007).

| | Temperatura/Humidade Relativa | Taxa de sudorese | Ingestão de fluídos <i>ad libitum</i> |
|------------------------|-------------------------------|------------------|---------------------------------------|
| Maughan et al., 2005 | 5±0,7°C/81±6% | 1,13±0,30L/h | 0,28L/h |
| Nossos resultados | 19,6±0,7°C/76,5±3,2% | 1,32±0,30L/h | 0,46L/h |
| Maughan et al., 2004 | 26,6°C/54,8% | 1,36±0,27L/h | 0,65L/h |
| Shirreffs et al., 2005 | 32±2°C/20±5% | 1,46±0,24L/h | 0,65L/h |

Tabela 4 - Resumo da literatura disponível da taxa de sudorese e ingestão de fluídos em jogadores de futebol profissional. Os valores são apresentados em média±SD.

O consumo de fluídos no desporto não tem implicações exclusivamente na desidratação. A principal causa de hiponatremia associada ao exercício é a ingestão de fluídos superior à Ts (Sawka et al., 2007). Apesar de não existir nenhum caso de uma ingestão de fluídos superior à Ts na nossa amostra, um dos jogadores apresentou uma ingestão de fluídos igual à água perdida durante a prática de exercício.

A nossa amostra foi observada em 40 minutos de situação real de jogo, num treino realizado de manhã, quando a temperatura está mais baixa comparativamente ao início da tarde, horário frequente dos jogos disputados na ledman ligapro. O dia foi atípico, relativamente às últimas 8 semanas, com dias ensolarados e temperaturas ligeiramente mais altas. Numa situação real de jogo, o acesso a fluídos é difícil, sendo escassas as possibilidades de hidratação, sendo que, nesta situação, cada metade do plantel teve acesso a água por 40 minutos (Fig. 6).

| | Valor de referência | Valor obtido | Nº atletas acima do valor de referência |
|---|---------------------|----------------------|---|
| % Perda de Massa Corporal (n=15) | <2% | 1,13±0,44; p<0,001 | 0 |
| Osmolalidade Urinária (mOmol/kg _{H2O}) | <700 | 894±209; p<0,001 | 18 |
| Gravidade Específica de Urina (g/mL) | <1,020 | 1,026±0,005; p<0,001 | 19 |
| Correlação da Taxa de Sudorese e massa isenta de gordura (n=15) | | r=0,58; p<0,05 | |
| Correlação da Taxa de Sudorese e massa corporal (n=15) | | r=0,53; p<0,05 | |
| Correlação da Osmolalidade Urinária e Taxa de Sudorese (n=9) | Não aplicável | r=-0,12; p>0,05 | Não aplicável |

| | | |
|---|---------|------------------|
| Correlação da Osmolalidade Urinária e Gravidade Específica de Urina | da e de | $r=0,94, p<0,01$ |
|---|---------|------------------|

Tabela 5 - % Perda de Massa Corporal, Osmolalidade Urinária (mOmol/kg_{H2O}), Gravidade Específica de Urina (g/mL), Correlação da Taxa de Sudorese e massa isenta de gordura, Correlação da Taxa de Sudorese e massa corporal, Correlação da Osmolalidade Urinária e Taxa de Sudorese e Correlação da Osmolalidade Urinária e Gravidade Específica de Urina. Os valores são apresentados em média±SD. N=15- exclusão de guarda-redes; n=9- colheita de urina entregue no mesmo dia em que se estudou a Taxa de Sudorese. Valores de referência da *ACSM*.

A *ACSM* (Sawka et al., 2007) fornece valores teóricos para a taxa de sudorese em função da massa corporal, da temperatura ambiente e da velocidade de deslocação. Consideremos o nosso estudo, numa situação real de jogo, com todos expostos à mesma temperatura e com a tendência de os jogadores correrem a mesma distância em campo sem grande variação nos diferentes jogos, à exceção dos defesas (Mohr et al., 2003), houve uma grande variação na Ts (intervalo, 0,85-1,84 L/h), tal como sucedeu em outros estudos sobre jogadores de futebol profissionais (Maughan, Merson, Broad, & Shirreffs, 2004; Maughan et al., 2005; Shirreffs et al., 2005). Estes dados não suportam o uso de recomendações para a ingestão hídrica segundo as tabelas teóricas da *ACSM*. As recomendações da ingestão hídrica baseadas na Ts deveriam ocorrer individualmente após avaliação prévia. Salienta-se que estas tabelas usam valores fixos, ou seja, exercício contínuo realizado sempre à mesma velocidade. Muitos desportos, no qual incluiu o futebol, não encaixariam em nenhuma destas tabelas visto serem intermitentes com momentos explosivos.

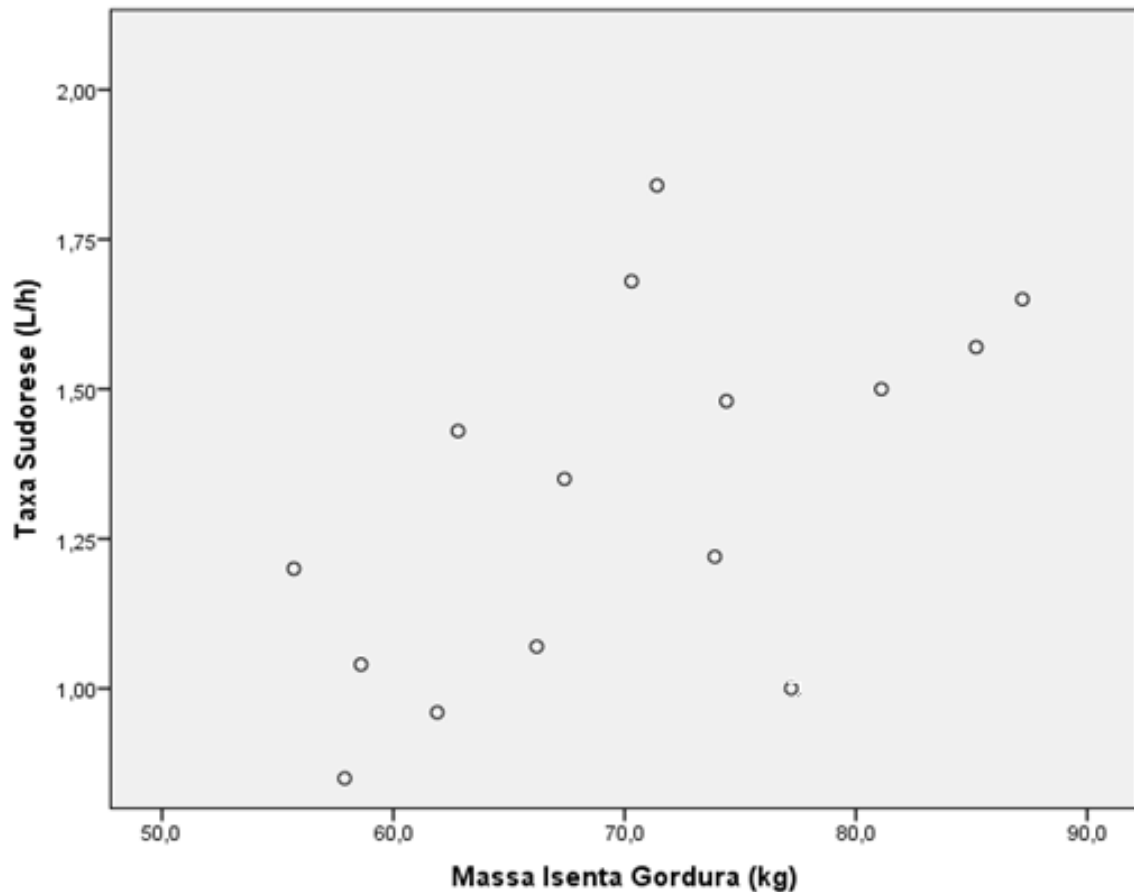


Figura 3 - Correlação da taxa de sudorese e massa isenta de gordura ($r=0,58$, $p<0,05$). $n=15$ - exclusão de guarda-redes.

O tecido mole magro contém a quase totalidade da água corporal, podendo considerar-se o tecido adiposo como “anidro” e o mineral ósseo pouco hidratado (St-Onge, Wang, Horlick, Wang, & Heymsfield, 2004). Desta forma, estudou-se a correlação entre a MIG e a massa corporal, com vários parâmetros antropométricos. Não se verificou correlação da MIG com o Δ massa corporal ($p> 0,05$), mas verificou-se uma correlação média ($r=0,58$, $p< 0,05$) da MIG com a Ts, quando $n=15$ (Fig. 3). O uso da massa corporal, quando $n=15$, mostrou também uma correlação média com a Ts ($r=0,53$, $p< 0,05$), ainda que menor. Talvez esta correlação não venha de um aumento total da quantidade de água corporal, mas sim em parte da necessidade de dissipar calor pela evaporação do suor já que quanto maior a MIG, maior o gasto energético em repouso (Wang et al., 2000) e consequentemente maior produção de calor (Shirreffs, 2015). Contradizendo esta linha de pensamento, dados de outros trabalhos mostram que a temperatura corporal máxima não tem qualquer relação com a taxa de sudorese e com a percentagem de massa corporal perdida durante o treino (Godek et al., 2006).

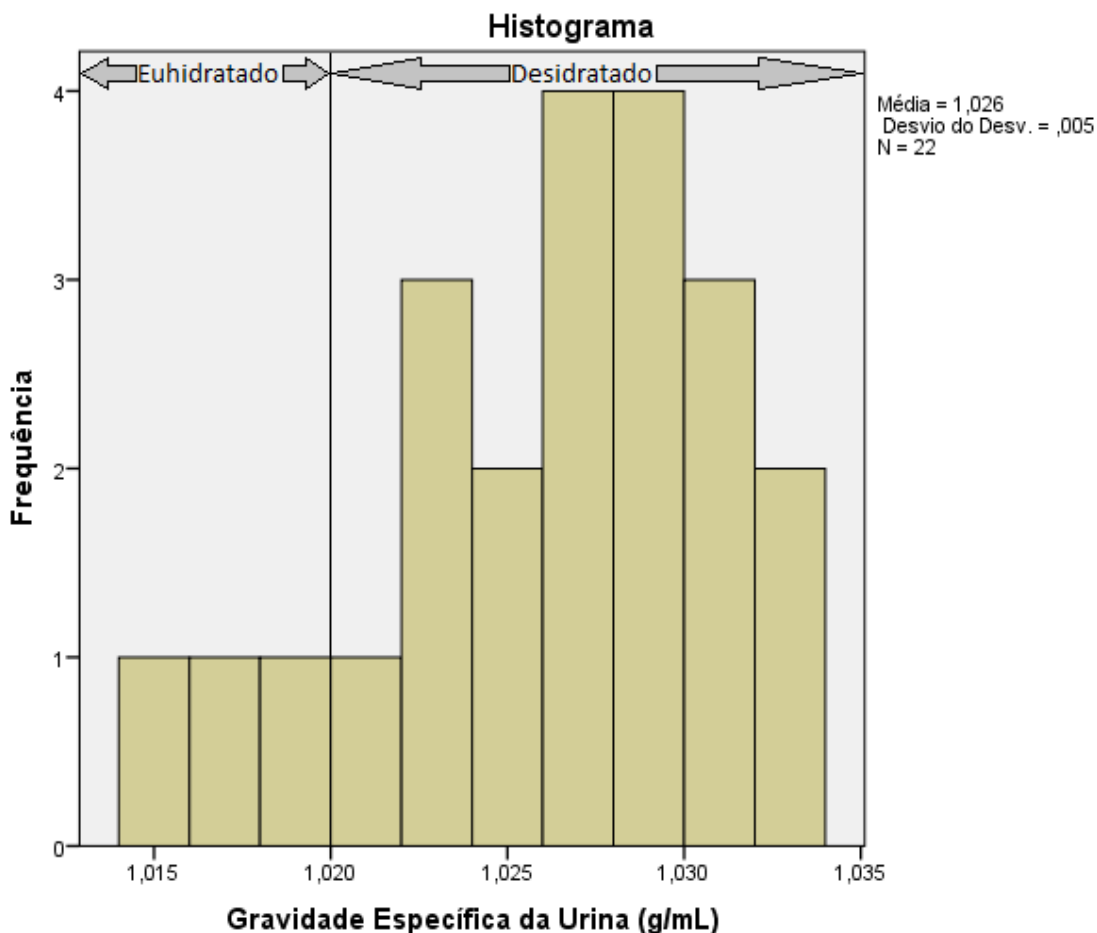


Figura 4 - Gravidade específica da primeira urina do dia. Os valores são apresentados em média±SD.

Adicionalmente, estudou-se a correlação da área da superfície do corpo com a Ts, com uma correlação média ($r=0,54$, $p<0,05$). Num outro estudo, verificou-se também uma correlação superior ($r=0,77$, $P<0,05$) à nossa amostra entre a Ts e a área da superfície do corpo (Godek et al., 2006). Possivelmente a razão da perda de calor cutânea ser relativamente proporcional à área superficial da pele (Sessler, McGuire, & Sessler, 1991) seja em parte por um aumento da Ts.

A GEU foi de $1,026 \pm 0,005$ g/mL (intervalo, 1,015-1,033 g/mL) significativamente superior a 1,020 g/mL ($p<0,001$). Segundo a GEU, só três atletas (13,6%) se encontravam num estado euhidratado previamente ao treino/jogo (Fig. 4). Isto segue a tendência de outros estudos sobre jogadores de futebol profissional ($n=156$) com um GEU $1,026 \pm 0,005$ g/mL e a quase totalidade da amostra num estado de desidratação (Castro-Sepúlveda et al., 2015) ou sobre jogadores de futebol adolescentes ($n=107$) com

um GEU $1,033 \pm 0,007$ g/mL e com a desidratação a apresentar a quase totalidade da amostra (Arnaoutis et al., 2013).

Relativamente a atletas amadores, numa amostra composta por 14 jogadores de futebol jovens, entre 62 a 77% apresentavam um estado de desidratação entre o primeiro e o terceiro dia (Phillips, Sykes, & Gibson, 2014).

A OsU desta amostra foi de 894 ± 209 mOmol/kg_{H₂O} (intervalo, 468-1282 mOsmol/kg_{H₂O}), significativamente superior a 700 mOsmol/kg_{H₂O} ($p < 0,001$). De acordo com a OsU, apenas quatro atletas (18,2%) se apresentaram num estado euhidratado previamente ao treino/jogo (Fig. 5). Só 3 atletas (13,6%) apresentaram ambos os marcadores, OsU e GEU, dentro dos valores de referência para um estado euhidratado.

O futebol é um desporto em que os atletas podem apresentar uma temperatura retal muito alta (Bandelow et al., 2010; Shirreffs et al., 2005) ao ponto de limitar o rendimento físico (Gonzalez-Alonso et al., 1999). Apesar de a maioria da amostra se apresentar desidratada, a termorregulação parece não ser afetada pela desidratação pré-treino, caso esta seja acompanhada por um consumo de fluídos durante a prática de atividade física (Armstrong et al., 1997). No nosso trabalho o treinador da equipa permitiu um acesso frequente a fluídos, mas num jogo de futebol oficial a realidade é diferente, não sendo raras as vezes em que o acesso a fluídos é feita exclusivamente no intervalo. Nestes casos, Armstrong et al. verificaram que a termorregulação era superior, na prática de exercício sem acesso a fluídos, nas pessoas que se apresentavam previamente ao treino num estado euhidratadas. Além de uma termorregulação inferior nos indivíduos que apresentavam um estado desidratado prévio ao treino (diferença superior a 1°C), houve um aumento na frequência cardíaca aproximadamente de 20bps (Armstrong et al., 1997), possivelmente para tentar aumentar o débito cardíaco devido a uma menor volemia.

Como descrito anteriormente, a desidratação não afeta a *performance* exclusivamente por uma diminuição da termorregulação. É especulado que a desidratação presente na maioria dos jogadores desta equipa possa levar a uma diminuição da *performance* por uma descida do débito cardíaco caso o aumento do batimento cardíaco não acompanhasse a diminuição da volemia por uma diminuição na oxigenação nos músculos exercitados e assim o desenvolvimento da fadiga periférica por uma inadequada síntese de ATP (Nybo et al., 2014). Edwards et al. (Edwards et al., 2007) verificaram, durante um jogo de futebol, uma diferença no batimento cardíaco de apenas 2 bps

provocada pela desidratação (comparação de uma perda de massa corporal de 0,7% com 2,4%), assim como Nielson et al. não verificaram alterações no débito cardíaco máximo provocadas pela desidratação em 60min de exercício moderado (E. Nielsen et al., 1971). Outros dados não seguem esta tendência (Armstrong et al., 1997). A falta de estudos diretos avaliar a *performance* e a desidratação prévia ao jogo impede de tirar uma conclusão do impacto dos valores apresentados no rendimento físico.

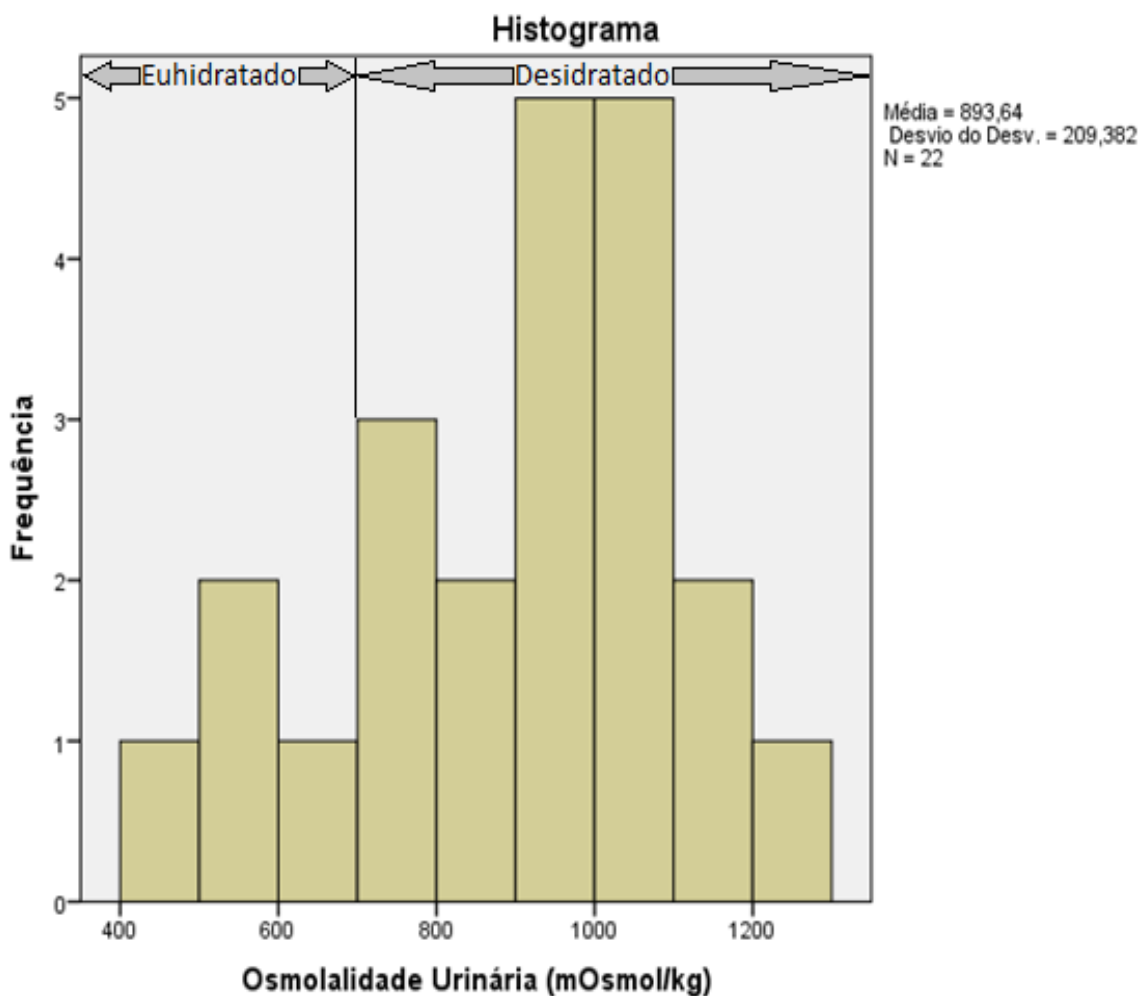


Figura 5 - Osmolalidade da primeira urina do dia. Os valores são apresentados em média±SD.

Não houve correlação da OsU com a Ts na amostra (n=9, incluí guarda-redes) de colheita de urina entregue no mesmo dia em que se estudou a Ts ($r=-0,12$, $p> 0,05$). Outros estudos debruçaram-se sobre as alterações da massa corporal em jogadores adolescentes durante o treino de futebol e o estado de hidratação (GEU), sem se verificar qualquer correlação ($r^2=0,03$, $p> 0,05$) (Arnaoutis et al., 2013). Se um estado de

desidratação prévio ao treino influenciasse negativamente a taxa de sudorese, era de supor que a desidratação aumentasse a temperatura corporal por uma deterioração da termorregulação. Armstrong et al. (Armstrong et al., 1997) não verificaram influência do estado de hidratação prévio ao treino na termorregulação.

Ao contrário de Maughan et al. (Maughan et al., 2005) que verificaram uma correlação entre a ingestão de fluídos e a OsU prévia ao treino, com uma amostra de 15 jogadores (após eliminação de dois outliers), na nossa amostra não foi verificada correlação ($n=6$) ($r=-0,43$, $p> 0,05$). Numa amostra de cinco equipas da National Basketball Association (NBA), também se seguiu a mesma tendência registada nos nossos resultados, sem se verificar qualquer correlação entre a ingestão de fluídos durante dois jogos em momentos diferentes e a GEU (Osterberg, Horswill, & Baker, 2009). Desconhece-se o motivo da correlação significativa apresentada no trabalho de Maughan.

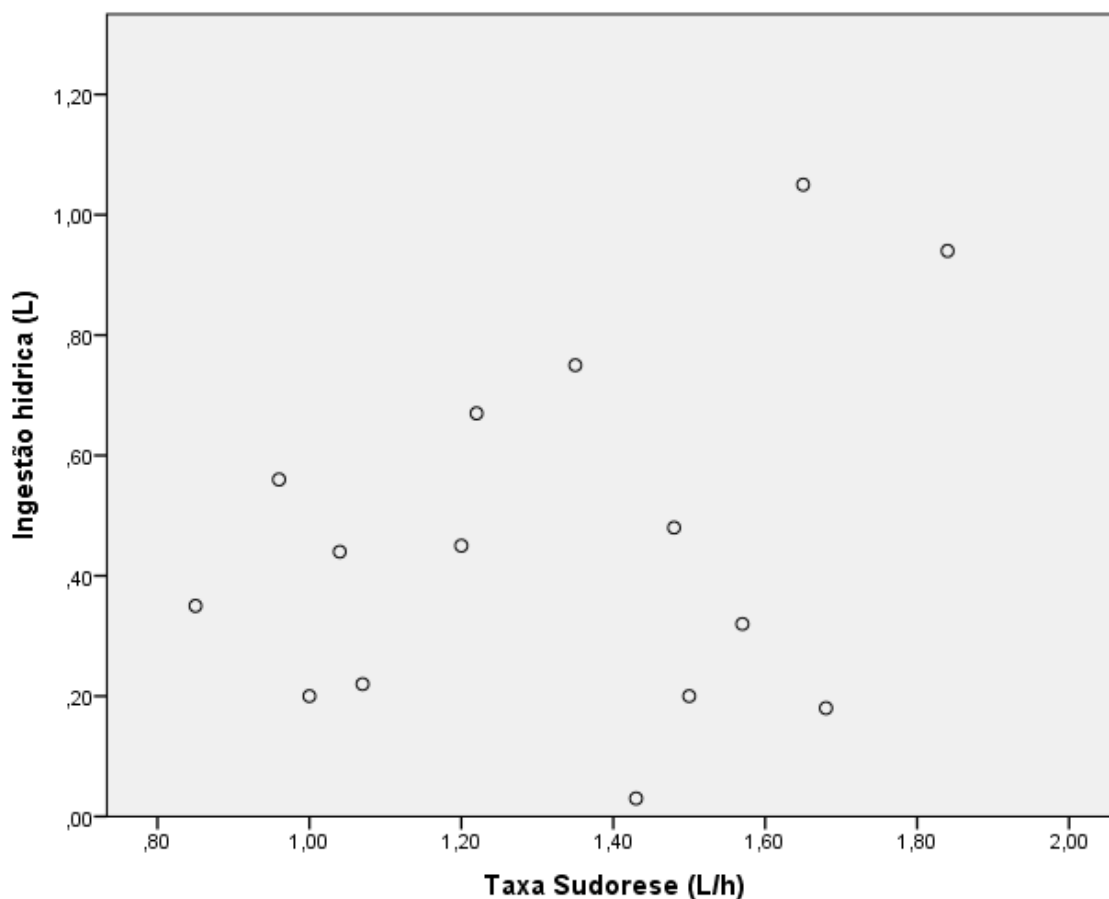


Figura 6 - Correlação da ingestão hídrica (L) e taxa de sudorese (L/h) ($r=0,30$, $p>0,05$). $n=15$ - exclusão de guarda-redes.

Estudos da cinética da água, mostram que o consumo de 300ml leva apenas 5 minutos para que a água ingerida apareça no plasma e nos eritrócitos e aproximadamente 11 minutos para que metade da água fosse absorvida (Péronnet et al., 2012). Devido à rápida absorção da água, especulou-se se a ingestão de água poderia influenciar a perda de fluidos através do suor ou se a perda de água pelo suor pode levar a um maior consumo de fluidos na tentativa de compensar a perda através de um aumento da sede. Não verificou-se qualquer correlação ($r=0,30$, $p> 0,05$) entre a ingestão hídrica e a Ts (Fig. 6), assim como Maughan et al. (Maughan et al., 2004, 2005) relativamente ao consumo de fluidos e a perda de volume de suor.

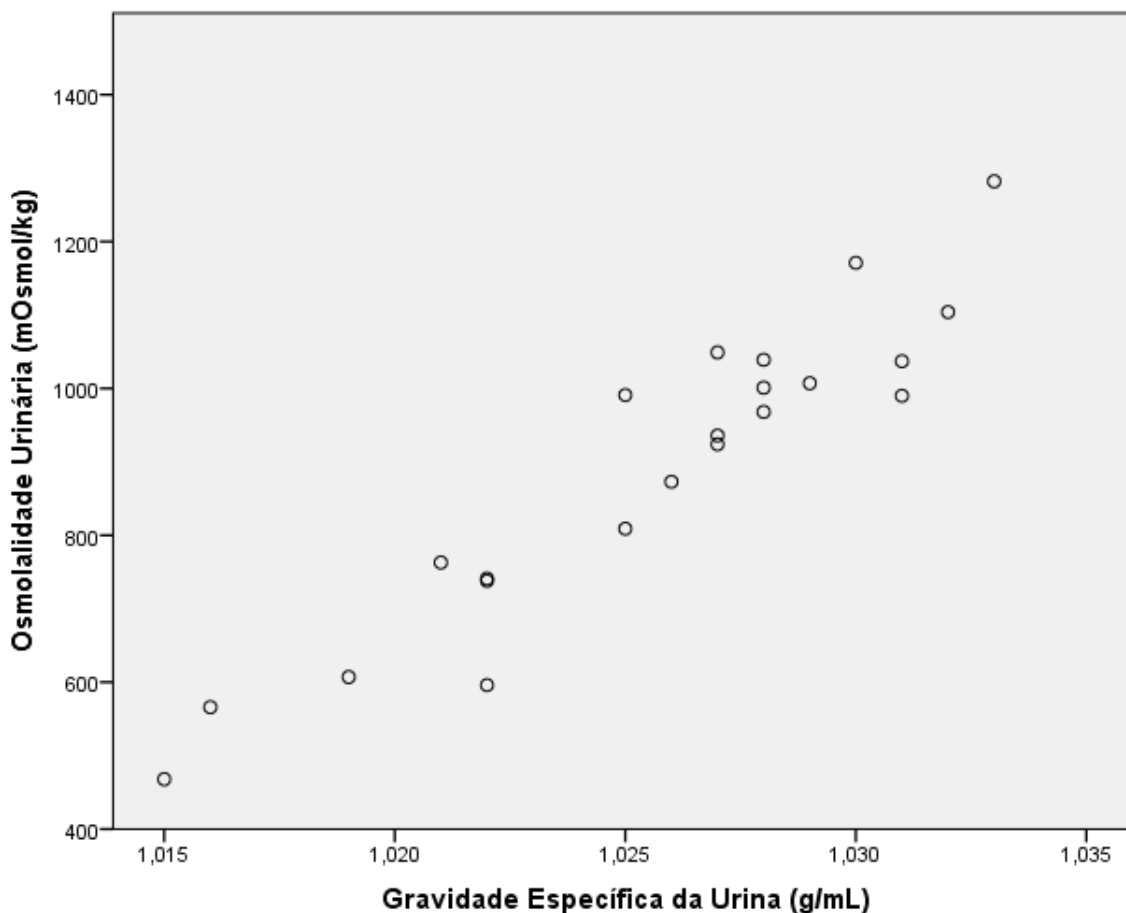


Figura 7 - Correlação da osmolalidade urinária e gravidade específica da urina ($r=0,94$, $p<0,01$).

Visto que nem todos laboratórios possuem um osmómetro para determinar a OsU, a obtenção da OsU através da GEU seria de grande utilidade. Para isso, alguns trabalhos tentaram criar equações por regressão linear numa tentativa de estimar a OsU através da

GEU. Alguns estudos mostraram que, em amostras de urina de indivíduos saudáveis é possível estimar a OsU a partir da GEU quando obtida por um refratômetro, mesmo método usado no nosso trabalho. Quando a GEU é obtida por um refratômetro, a estimativa da OsU mostra ter influência da presença de corpos cetônicos, bilirrubina e hemoglobina na urina (Imran, Eva, Christopher, Flynn, & Henner, 2010), testes presentes num exame de urina tipo II juntamente com a densidade. Na nossa amostra foi verificada uma correlação assinalável ($r=0,94$, $p < 0,01$) entre OsU e a GEU (Fig. 7), assim como noutros estudos realizados com atletas também se verificou uma considerável correlação entre a OsU e a GEU ($r=0,89$, $p < 0,001$), ainda que esta correlação diminuísse à medida que a OsU e a GEU se tornava maior ($r=0,65$, $p=0,000$) (Fernández-Elías et al., 2014). Apesar de muitos trabalhos mostrarem grande correlação entre estes dois marcadores, outros dados não suportam a possibilidade de estimar a OsU através da GEU, tanto em indivíduos saudáveis como em sujeitos com nefropatias (Souza et al., 2015).

Conclusões

Os nossos dados indicam que os atletas desta amostra não ingerem água suficiente para manter um estado de euhidratação previamente ao treino. Em apenas 13,6% da amostra se verificava um estado de euhidratação prévia ao treino/jogo e uma perda de água por sudorese também substancial, mesmo com condições climatéricas não propícias, relativamente aos 40 minutos de jogo realizados nesta amostra. De acordo com a literatura este estado de desidratação parece não ter nenhum impacto na *performance*, tanto física como cognitiva nesta amostra. Em jogos oficiais, não rara as vezes em que o acesso a fluídos seja feita somente no intervalo, uma intervenção na ingestão de fluídos prévia ao jogo poderia levar a uma melhor termorregulação e do débito cardíaco máximo, melhorando assim o rendimento físico.

Apesar da ingestão de água *ad libitum* não se revelar suficiente para prevenir a perda de massa corporal, nenhum atleta apresentou uma perda acima de 2% da massa corporal durante o treino. Considerando que uma situação real de jogo é composta por 90 minutos, a perda de massa corporal provavelmente seria superior a 2%. Estes dados sugerem que se deve atribuir maior importância ao recurso a estratégias como, por exemplo, a disponibilização de fluídos antes e durante os jogos ou pela sensibilização, após determinação da taxa de sudorese individual, já que, tanto neste estudo como em outros similares, se tem verificado que a taxa de sudorese apresenta uma grande variabilidade interpessoal, o que dificulta a criação de recomendações práticas, como as *guidelines* fornecidas pela ACSM. Adicionalmente, parece ser indicada a recomendação do recurso a um aumento do volume de fluídos na prática desportiva, em pessoas com uma maior massa corporal, especialmente quando a massa corporal provém sobretudo da massa magra.

Apesar de os nossos dados mostrarem grande correlação entre a GEU e a OsU, de acordo com outros estudos a estimação da OsU através da GEU não é indicada tanto em pessoas com nefropatias ou saudáveis, sendo necessário recorrer a um osmómetro.

Limitações

Apesar da grande adesão ao estudo, 79,3% da equipa, o atraso na recolha de urina levou a uma amostra pequena para estudar certos parâmetros que se obtiveram durante o

treino, como por exemplo a correlação da OsU e a Ts. Apesar da entrega prévia do consentimento informado aproximadamente 2 semanas antes da recolha de dados, o facto de se lembrarem do objetivo do estudo pode ter levado a que inconscientemente alterassem os hábitos hídricos, enviesando os resultados.

Devido à impossibilidade de verificar a calibração da balança pelo serviço municipal de metrologia, foi usada uma balança calibrada como referência. A calibração manual foi feita até aos 40kg, quando todos os participantes deste estudo apresentavam uma massa corporal acima deste valor.

Bibliografia

- Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Gabaree, C. V, Hoffman, J. A. Y. R., Kavouras, S. A., Kenefick, R. W., ... Lynn, E. (1997). Thermal and circulatory responses during exercise : effects of hypohydration , dehydration , and water intake. *American Physiological Society*, 82(6), 2028–2035.
- Armstrong, L. E., Pumerantz, A. C., Fiala, K. A., Roti, M. W., Kavouras, S. A., Casa, D. J., & Maresh, C. M. (2010). Human hydration indices: Acute and longitudinal reference values. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(2), 145–153. <http://doi.org/10.1016/j.autneu.2014.11.006>
- Arnautis, G., Kavouras, S., Kotsis, Y., Tsekouras, Y., Makrillos, M., & Bardis, C. (2013). Ad Libitum Fluid Intake Does Not Prevent Dehydration in Suboptimally Hydrated Young Soccer Players During a Training Session of a Ad Libitum Fluid Intake Does Not Prevent Dehydration in Suboptimally Hydrated Young Soccer Players During a Training Session. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 23(3), 245–251.
- Arthur Stewart, M. M.-J. (2011). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica. traducción: Francisco Esparza-Ros.*
- Bandelow, S., Maughan, R., Shirreffs, S., Ozgunen, K., Kurdak, S., Ersoz, G., ... Dvorak, J. (2010). The effects of exercise , heat , cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(3), 148–160. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01220.x>
- Bardis, C. N., Kavouras, S. A., Adams, J. D., Geladas, N. D., Panagiotakos, D. B., & Sidossis, L. S. (2017). *Prescribed Drinking Leads to Better Cycling Performance than Ad Libitum Drinking. Medicine & Science in Sports & Exercise.* <http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001202>
- Bardis, C. N., Kavouras, S. A., Arnautis, G., Panagiotakos, D. B., & Sidossis, L. S. (2013). Mild dehydration and cycling performance during 5-kilometer hill climbing. *Journal of Athletic Training*, 48(6), 741–747. <http://doi.org/10.4085/1062-6050-48.5.01>
- Baron, S., Courbebaisse, M., Lepicard, E. M., & Friedlander, G. (2015). Assessment of

- hydration status in a large population. *British Journal of Nutrition*, 113(1), 147–158. <http://doi.org/10.1017/S0007114514003213>
- Benton, D. (2011). Dehydration Influences Mood and Cognition: A plausible Hypothesis? *Nutrients*, 3(5), 555–573. <http://doi.org/10.3390/nu3050555>
- Berkulo, M. A. R., Bol, S., Levels, K., Lamberts, R. P., Daanen, H. A. M., & Noakes, T. D. (2016). Ad-libitum drinking and performance during a 40-km cycling time trial in the heat. *European Journal of Sport Science*, 16(2), 213–220. <http://doi.org/10.1080/17461391.2015.1009495>
- Carlton, A., & Orr, R. M. (2015). The effects of fluid loss on physical performance: A critical review. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 357–363. <http://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.09.004>
- Castro-Sepúlveda, M., Astudillo, S., Álvarez, C., Zapata-Lamana, R., Zbinden-Foncea, H., Ramírez-Campillo, R., & Jorquera, C. (2015). Prevalencia de deshidratación en futbolistas profesionales Chilenos antes del entrenamiento. *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 308–311. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8881>
- Cheung, S. S., McGarr, G. W., Mallette, M. M., Wallace, P. J., Watson, C. L., Kim, I. M., & Greenway, M. J. (2015). Separate and combined effects of dehydration and thirst sensation on exercise performance in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(1985), 104–111. <http://doi.org/10.1111/sms.12343>
- Dominique, C., Paule, B., Hyung-Ho, H., Susanne, K., Riyad, E.-K., Young-Tae, C., ... Malgorzata, R. (2017). Mitochondria Are Physiologically Maintained At Close To 50 C. <http://doi.org/https://doi.org/10.1101/133223>
- Du Bois, D. B. S., & Du Bois, E. F. (1916). A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Intern Medicine*, 17(6_2), 863–871. <http://doi.org/10.1001/archinte.1916.00080130010002>
- Edwards, A. M., Mann, M. E., Marfell-jones, M. J., Rankin, D. M., & Noakes, T. D. (2007). Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *Br J Sports Med.*, 41(6), 385–391. <http://doi.org/10.1136/bjism.2006.033860>

- Fernández-Elías, V. E., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J. M., Morán-Navarro, R., Pallarés, J. G., De La Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2014). Validity of hydration non-invasive indices during the weightcutting and official weigh-in for olympic combat sports. *PLoS ONE*, 9(4), e95336. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0095336>
- Fink, W. J., Costill, D. L., & Van Handel, P. J. (1975). Leg muscle metabolism during exercise in the heat and cold. *European Journal of Applied Physiology*, 34(3), 183–190. <http://doi.org/10.1007/BF00999931>
- Godek, S. F., Bartolozzi, A. R., Burkholder, R., Sugarman, E., & Dorshimer, G. (2006). Core temperature and percentage of dehydration in professional football linemen and backs during preseason practices. *Journal of Athletic Training*, 41(1), 8–14.
- Gonzalez-Alonso, J., Teller, C., Andersen, S. L., Jensen, F. B., Hyldig, T., & Nielsen, B. (1999). Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J Appl Physiol (1985)*, 86(3), 1032–1039. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10066720>
- Grucza, R., Szczypaczewska, M., & Kozłowski, S. (1987). Thermoregulation in hyperhydrated men during physical exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56(5), 603–607.
- Holland, J. J., Skinner, T. L., Irwin, C. G., Leveritt, M. D., & Goulet, E. D. B. (2017). The Influence of Drinking Fluid on Endurance Cycling Performance: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(11), 2269–2284. <http://doi.org/10.1007/s40279-017-0739-6>
- Imran, S., Eva, A. G., Christopher, S., Flynn, E., & Henner, D. (2010). Is Specific Gravity a Good Estimate of Urine Osmolality? *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 24(6), 426–430. <http://doi.org/10.1002/jcla.20424>
- Janaka P, G., Angela P, D. S., Aarjan K, N., & Stuart D.R., G. (2016). Effects of Dehydration on Cricket Specific Skill Performance in Hot and Humid Conditions. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(6), 531–541. <http://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0012>
- Kavouras, S. A., Arnaoutis, G., Makrillos, M., Garagouni, C., Nikolaou, E., Chira, O., ... Sidossis, L. S. (2012). Educational intervention on water intake improves hydration

- status and enhances exercise performance in athletic youth. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22(5), 684–689. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01296.x>
- Maughan, R. J., Merson, S. J., Broad, N. P., & Shirreffs, S. M. (2004). Fluid and Electrolyte Intake and Loss in Elite Soccer Players During Training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 14(3), 333–346.
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., Merson, S. J., & Horswill, C. A. (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Sciences*, 23(1), 73–79. <http://doi.org/10.1080/02640410410001730115>
- Mcgregor, S. J., Nicholas, C. W., Lakomy, H. K. A., & Williams, C. (1999). The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *J Sports Sci*, 17(11), 895–903. <http://doi.org/10.1080/026404199365452>
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528. <http://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Montner, P., Stork, D. M., Riedesel, M., Murata, C., Robergs, R., Timms, M., & Chick, T. W. (1996). Pre-Exercise Glycerol Hydration Improves Cycling Endurance Time. *Int J Sports Med*, 17(1), 27–33. <http://doi.org/10.1055/s-2007-972804>
- Nielsen, B. (1974). Effects of Changes in Plasma Volume and Osmolarity on Thermoregulation during Exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 90(4), 725–730. <http://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1974.tb05640.x>
- Nielsen, E., Hansen, G., Jorgensen, S. O., & Nielsen, E. (1971). Thermoregulation in Exercising Man During Dehydration and Hyperhydration with Water and Saline. *Int. J. Biometeor.*, 15(2), 195–200.
- Nybo, L., Rasmussen, P., & Sawka, M. N. (2014). Performance in the heat-physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue. *Comprehensive Physiology*, 4(2), 657–689. <http://doi.org/10.1002/cphy.c130012>
- Osterberg, K. L., Horswill, C. A., & Baker, L. B. (2009). Pregame urine specific gravity

- and fluid intake by national basketball association players during competition. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 53–57. <http://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.53>
- Péronnet, F., Mignault, D., du Souich, P., Vergne, S., Le Bellego, L., Jimenez, L., & Rabasa-Lhoret, R. (2012). Pharmacokinetic analysis of absorption, distribution and disappearance of ingested water labeled with D2O in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 112(6), 2213–2222. <http://doi.org/10.1007/s00421-011-2194-7>
- Phillips, S. M., Sykes, D., & Gibson, N. (2014). Hydration Status and Fluid Balance of Elite European Youth Soccer Players during Consecutive Training Sessions. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(4), 817–822.
- Reilly, T., George, K., Marfell-Jones, M., Scott, M., Sutton, L., & Wallace, J. (2009). How Well do Skinfold Equations Predict Percent Body Fat in Elite Soccer Players? *International Journal of Sports Medicine*, 30(8), 607–613. <http://doi.org/10.1055/s-0029-1202353>
- Saunders, A. G., Dugas, J. P., Tucker, R., Lambert, M. I., & Noakes, T. D. (2005). The effects of different air velocities on heat storage and body temperature in humans cycling in a hot, humid environment. *Acta Physiologica Scandinavica*, 183(3), 241–255. <http://doi.org/10.1111/j.1365-201X.2004.01400.x>
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377–390. <http://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
- Sawka, M. N., Montain, S. J., & Latzka, W. A. (2001). Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.*, 128(4), 679–690. [http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00274-4](http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00274-4)
- Sessler, D., McGuire, J., & Sessler, A. (1991). Perioperative thermal insulation. *Anesthesiology*, 74(5), 875–879.
- Shirreffs, R. J. (2015). Physiology of sports. Em L. B. Deakin, *Clinical Sport Nutrition 5th Edition* (pp. 1-17). Australia: McGraw-Hill Education.
- Shirreffs, S. M., Aragon-Vargas, L. F., Chamorro, M., Maughan, R. J., Serratos, L., &

- Zachwieja, J. J. (2005). The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 26(2), 90–95. <http://doi.org/10.1055/s-2004-821112>
- Siri, W. (1956). The Gross Composition of the Body. *Advances in Biological and Medical Physics I*, 4, 239–280. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4832-3110-5.50011-X>
- Souza, A. C. P., Zatz, R., Oliveira, R. B. De, Santinho, M. A. R., Ribalta, M., Jr, J. E. R., & Elias, R. M. (2015). Is urinary density an adequate predictor of urinary osmolality? *BMC Nephrology*, 16(46), 4–9. <http://doi.org/10.1186/s12882-015-0038-0>
- St-Onge, M., Wang, Z., Horlick, M., Wang, J., & Heymsfield, S. (2004). Dual-energy X-ray absorptiometry lean soft tissue hydration: independent contributions of intra- and extracellular water. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 287(5), E842–E847. <http://doi.org/10.1152/ajpendo.00361.2003>
- Wall, B. A., Watson, G., Peiffer, J. J., Abbiss, C. R., Siegel, R., & Laursen, P. B. (2015). Current hydration guidelines are erroneous : dehydration does not impair exercise performance in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 49(16), 1077–1083. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092417>
- Walsh, K. M., Bennett, B., Cooper, M. A., Holle, R. L., Kithil, R., & Lo, R. E. (2000). National Athletic Trainers ' Association Position Statement : Lightning Safety for Athletics and Recreation. *Journal of Athletic Training*, 35(4), 471–477. <http://doi.org/10.4085/1062-6050-48.2.25>
- Wang, Z., Heshka, S., Gallagher, D., Boozer, C. N., Kotler, D. P., Heymsfield, S. B., ... Steven, B. (2000). Resting energy expenditure-fat-free mass relationship : new insights provided by body composition modeling. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 279(3), 539–545. <http://doi.org/10.1152/ajpendo.2000.279.3.E539>