

# Variabilidade da frequência cardíaca durante um jogo de padel

## Autores

José Alberto Parraça<sup>1,2</sup>; Joana Alegrete<sup>2</sup>; Nuno Batalha<sup>1,2</sup>; Francisco Manteigas<sup>2</sup>; Orlando Fernandes<sup>1,2</sup>

[jparraca@uevora.pt](mailto:jparraca@uevora.pt)

## Resumo

A prática de padel tem vindo aumentar exponencialmente, e, principalmente na prática amadora podem existir riscos cardiovasculares associados. Estes riscos podem ser prevenidos pela monitorização da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Porém não existe nenhum estudo a nível mundial que faça a caracterização da VFC no padel. Portanto este estudo pretende monitorizar as respostas da VFC e caracterizá-las através de métricas lineares e não lineares em 3 momentos: repouso, jogo e recuperação; de modo a estabelecer inferências sobre a modulação do sistema nervoso autónomo (SNA) durante os momentos de jogo e providenciar recomendações viáveis para a prevenção de risco.

Vinte e sete jogadores amadores, participaram num jogo de padel onde se analisou a VFC. Análises lineares e não lineares da VFC mostram alterações na modulação do SNA com características específicas, que alertam para a necessidade da alteração das práticas de retorno à calma após o jogo.

*Palavras-chave:* Padel, variabilidade, frequência cardíaca, Sistema nervoso autonomo

## Introdução

O padel tem tido um enorme crescimento a nível mundial <sup>1</sup>, tendo vindo a aumentar de forma exponencial e constante desde 2010<sup>2</sup>. Só em Portugal, a federação, verificou em 2019, um aumento superior a 500%<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> CHRC - Comprehensive Health Research Centre, Universidade de Évora

<sup>2</sup> Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Saúde e Desenvolvimento Humano, Universidade de Évora

O padel é um desporto intermitente, de média/alta intensidade<sup>4</sup> e de longa duração, com inúmeros benefícios físicos, psicológicos, pessoais e sociais<sup>5</sup>. À semelhança com outros desportos de raquete, provoca o uso de vias metabólicas aeróbicas com intermitências anaeróbicas<sup>6</sup>, podendo diminuir em 59% o risco de morte associado a doenças cardiovasculares<sup>7</sup>, porém tem outros riscos associados, como complicações cardiovasculares específicas<sup>8</sup>. O risco de lesão em jogadores de padel está calculado em 2,75 por 1000 horas de jogo<sup>9</sup>, sendo mais frequentes em jogadores amadores<sup>8</sup>.

A VFC reflete as interações não lineares entre o coração, o cérebro e a dinâmica de dois ramos do sistema nervoso autónomo o sistema nervoso simpático (SNS) e parassimpático (SNP)<sup>10</sup>. Através da análise da VFC podem ser extraídos vários biomarcadores que são indicadores robustos de níveis de saúde, bem-estar e resiliência ao stress<sup>11-15</sup>. Uma VFR baixa reflete uma menor capacidade adaptativa ao espaço envolvente, pode-se, portanto, detetar e prevenir desequilíbrios do SNP, mortalidade e outras doenças<sup>16,17</sup>. No desporto a VFC tem sido estudada em atletas e não atletas durante programas e rotinas de treino físico, durante atividades físicas diárias e durante períodos de sono<sup>18</sup> com objetivo de prevenir lesões e contribuir para a otimização da carga de treino e performance<sup>19</sup>.

A análise da VFC é feita através da extração do tempo dos intervalos RR<sup>12</sup> e tem sido caracterizada tanto por modelos lineares como por métodos de análise de dinâmicas não lineares<sup>20</sup>. A análise linear inclui análises de domínio tempo e análises de domínio da frequência. As análises de domínio de tempo são todas correlacionadas porque derivam diretamente dos intervalos RR (como o RMSsd)<sup>21</sup>, sendo as métricas mais fáceis de calcular e podendo refletir o controlo do SNP<sup>15</sup>. O RMSsd é a raiz quadrada das diferenças sucessivas entre batimentos cardíacos normais<sup>22</sup>, e valores altos com uma grande variabilidade estão associados a um menor risco de morte súbita<sup>23</sup>.

As análises de domínio de frequência, como o nome indica são análises espectrais<sup>21</sup>, que têm em conta 3 de 4 frequências<sup>15</sup> da VFC. As frequências altas (*High Frequency - HF*), localizadas entre os 0,15 e os 0,4 Hz, que refletem a atividade vagal parassimpática correspondente a variações cardíacas relacionadas com o ciclo respiratório<sup>22</sup> diminuindo em situações de stress, pânico e ansiedade<sup>23</sup>. As frequências baixas (*Low Frequency - LF*), localizadas entre 0,04 e 0,15Hz, que

refletem funções do SNP, do SNS, alterações da pressão sanguínea e funções eferentes respiratórias<sup>23</sup>. Por fim, as frequências muito baixas (*Very Low Frequency - VLF*), localizadas entre 0,0033 e 0,04Hz, associadas a termorregulação, níveis hormonais (testosterona) e a influências endoteliais cardíacas<sup>22,23</sup>. O rácio entre as baixas e altas frequências (*LF/HF ratio*), ainda é pouco conhecido, porém transmite o domínio do SNP sobre o SNS<sup>22,23</sup>.

A análise não linear surge da observação de séries temporais normais do batimento cardíaco que apesar de aleatórios seguem padrões fractais, tendo similaridades associadas as escalas temporais que obedecem a flutuações de  $1/f$  como o ruído rosa (*pink noise*)<sup>24</sup>, um padrão que tem servido de modelo para muitos sistemas biológicos e estados psicológicos<sup>25</sup>. Através de uma *Detrended Fluctuation Analysis* (Análise de flutuação prejudicada) (DFA) calculam-se dois índices, um indicador da auto-similaridade a curto prazo, entre 4 a 16 batimentos cardíacos (Alfa 1) e outro indicador a longo prazo, entre 16 e 64 batimentos cardíacos (Alfa 2)<sup>26</sup>. Outros dois indicadores retirados da análise não linear são o desvio padrão da distribuição dos pontos do gráfico da DFA, o desvio padrão perpendicular (SD1) que caracteriza a modulação do SNP e o desvio padrão horizontal (SD2) que caracteriza a modulação do SNS e SNP em monitorizações de longo prazo<sup>12</sup>. Outro indicador muito utilizado é a entropia amostral (*Sample Entropy*) (SampEn); um logaritmo negativo da probabilidade condicional de duas sequências similares<sup>27</sup>, baixos valores caracterizam séries temporais regulares, enquanto que valores mais elevados mostram sistemas com maior complexidade e são associados a comportamentos saudáveis<sup>26</sup>.

Embora o estudo da VFC seja um método poderoso para entender a modelação do SNA na regulação corporal e no controlo cardiovascular, existem poucos estudos ao nível desportivo<sup>28</sup>.

No padel, foram avaliadas respostas físicas e fisiológicas, como a frequência cardíaca (FC) em 24 jogadores e foram reportadas intensidades entre 50% a 70%<sup>29</sup> da Frequência Cardíaca Máxima (FCMáx). Ainda num estudo piloto foi verificado o efeito agudo de um jogo de padel (1h30m – 3set's) ao nível da FC, em 4 jogadores amadores<sup>4</sup>, e os autores demonstram que as médias de jogo rondavam os 125 batimentos por minutos, com um esforço médio de 70% da FCMáx.

Apesar da certeza da alteração da função cardiorrespiratória durante a prática de padel<sup>4</sup> e a possibilidade de riscos associados<sup>9</sup> incluindo os cardiovasculares<sup>8</sup>

verificam-se lacunas científicas no estudo da VFC no padel e na caracterização das respostas através de métricas lineares e não lineares.

O nosso estudo, pioneiro na área do padel, procura ser o primeiro estudo mundial, do nosso conhecimento até à data, a monitorizar as respostas da VFC e caracterizá-las através de métricas lineares e não lineares em 3 momentos: repouso, jogo e recuperação.

O objetivo deste estudo é estabelecer inferências sobre a modulação do SNA durante os momentos de jogo e providenciar recomendações viáveis para a prevenção de risco na prática amadora de padel.

## Metodologia

Vinte e sete jogadores amadores, com uma média de idades de 37,26 anos ( $\pm 9,42$ ) (Tabela 1), participaram num jogo amador de padel no IP7 Indoor Padel, localizado em Évora. Os critérios de inclusão foram os seguintes: i) não tomar medicação que afetasse o sistema nervoso e ii) não sofrer de doenças cardiovasculares ou neurodegenerativas. Os participantes foram ainda avisados para não realizarem atividade física nas 24 horas prévias.

**Tabela 1. Características dos participantes**

	Média	DP
Idade (anos)	37,26	$\pm 9,42$
Altura (cm)	175,26	$\pm 5,05$
Peso (kg)	80,93	$\pm 12,6$
IMC <sup>a</sup> (kg / m <sup>2</sup> )	26,26	$\pm 3,21$
MG <sup>b</sup> (%)	21,41	$\pm 5,94$

a – Índice de Massa Corporal

b – Percentagem de Massa Gorda

O estudo foi aprovado pelo Comité de Bioética da Universidade de Évora (número de referência: 89/2018) e seguiu todas as diretrizes de ética de acordo com a Norma de Boas Práticas Clínicas (ICH-GCP Guidelines) Europeia e com a Declaração de Helsínquia (Emenda do Brasil).

A VFC foi gravada com um monitor RS800CX (Polar Inc, Kempele, Finlândia), através da colocação de um sensor de banda torácica H10 (Polar Inc, Kempele, Finlândia). Este aparelho sem fios foi colocado na zona do peito dos participantes permitindo um registo confortável e confiável<sup>30</sup>. Seguindo as recomendações do *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology*<sup>31</sup>, foram avaliados 3 momentos:

- 1) com os participantes sentados 5 minutos antes do jogo;
- 2) durante os 90 minutos, aproximadamente, de jogo;
- 3) 5 minutos após o jogo para monitorizar o tempo de recuperação.

Para processamento e extração de dados foi usado o Kubios HRV software (versão. 2.1 University of Eastern Finland, Kuopio, Finlândia)<sup>32</sup>. Para corrigir artefactos foi aplicado um filtro médio, que identificava intervalos maiores ou menores do que 0,25 s, comparando com a média dos batimentos anteriores. Esta correção substitui a interpolação de spline cúbica.

Todos os índices de VFC foram analisados com MATLAB (Math-Works).

Para comparação dos dados foram posteriormente extraídos 3 momentos de 5 minutos da VFC durante os 90 minutos de jogo, uma nos primeiros 30 minutos, outra entre os 30 e os 60 minutos e por fim entre os 60 e 90 minutos de jogo.

Para a análise da VFC foram utilizadas técnicas convencionais lineares para a análise de domínio de tempo e domínio de frequência, e utilizadas técnicas específicas para análise de medidas não lineares.

As métricas extraídas através da análise foram:

- Análise de Domínio de Tempo:
  - (a) RMSsd.
- Análise de Domínio de Frequência:
  - (b) análise espectral de HF, LF, VLF e rácio LF/HF).
- Análises não lineares:
  - (c) métricas não lineares: Alfa 1, Alfa 2, SD1, SD2 e (SampEn).

## Análises Estatísticas

Realizámos uma análise descritiva através do uso de médias e de desvios-padrão. A normalidade e a homogeneidade de variância foram testadas com testes de *Shapiro-Wilk* e *Kolmogorov-Smirnov* e a amostra cumpriu as suposições de normalidade necessárias para o uso de estatísticas paramétricas.

Uma análise de variância para medidas repetidas (ANOVA) foi efetuada para avaliar as diferenças entre variáveis por cada momento, de acordo com o protocolo estabelecido. A análise estatística foi realizada usando o *Statistical Package for Social Sciences software V24.0* (IBM SPSS Statistics para Windows, Armonk, Nova York: IBM Corp.) e a significância estatística foi considerada para  $p < 0,05$ . Complementarmente, diferenças emparelhadas para cada momento da VFC foram avaliadas através de diferenças de médias de grupo em unidades arbitrárias com 95% confiança.

## Resultados

Foram encontradas diferenças significativas entre grupos em todas métricas da VFC (tabela 2).

**Tabela 2.** Análise descritiva (média  $\pm$  desvio padrão) e inferencial da VFC durante um jogo amador de Padel e resultado da ANOVA

	Momentos do Jogo de Padel					F	p-valor	$\eta^2p$
	Repouso	30min	60min	90min	Recuperação			
RMSsd	39,87 $\pm$ 19,64	6,76 $\pm$ 7,69	5,96 $\pm$ 4,98	6,84 $\pm$ 9,31	15,06 $\pm$ 10,15	60,58	<,001	0,700
HF	5 $\pm$ 2	23 $\pm$ 12	28 $\pm$ 13	29 $\pm$ 15	9 $\pm$ 7	28,615	<,001	0,534
LF	67 $\pm$ 16	65 $\pm$ 10	59 $\pm$ 15	58 $\pm$ 14	76 $\pm$ 13	9,061	<,001	0,266
VLF	29 $\pm$ 16	11 $\pm$ 6	13 $\pm$ 6	13 $\pm$ 6	14 $\pm$ 10	20,162	<,001	0,446
Racio LF/HF	4 $\pm$ 3	7 $\pm$ 3	6 $\pm$ 3	6 $\pm$ 3	9 $\pm$ 6	6,577	<,001	0,208
Alfa 1	1,25 $\pm$ 0,26	1,30 $\pm$ 0,30	1,21 $\pm$ 0,30	1,25 $\pm$ 0,30	1,51 $\pm$ 0,25	8,39	<,001	0,244
Alfa 2	0,34 $\pm$ 0,11	1,00 $\pm$ 0,21	1,05 $\pm$ 0,22	1,05 $\pm$ 0,24	0,51 $\pm$ 0,17	8,39	<,001	0,244
Sd1	28,24 $\pm$ 13,91	4,78 $\pm$ 5,44	4,22 $\pm$ 3,53	4,84 $\pm$ 6,59	10,67 $\pm$ 7,19	60,57	<,001	0,700
Sd2	56,06 $\pm$ 14,78	12,15 $\pm$ 5,74	10,68 $\pm$ 4,90	11,26 $\pm$ 6,75	31,70 $\pm$ 14,58	145,29	<,001	0,848
SampEn	1,68 $\pm$ 0,26	1,36 $\pm$ 0,25	1,42 $\pm$ 0,27	1,40 $\pm$ 0,31	1,06 $\pm$ 0,39	17,13	<,001	0,397

Através da análise inferencial da comparação entre grupos, com um intervalo de confiança de 95% (tabela 3), e através dos gráficos (1-10) podemos verificar: Diferenças significativas das métricas da VFC entre repouso e as 3 fases de jogo:

Do repouso antes do jogo para as outras 3 fases de jogo o RMSsd, as VLF, SD1 e SD2 (gráficos 1, 4,8 e 9) diminuem significativamente e há um aumento significativos de HF e do Alfa 2 (gráficos 2, 3 e 7).

Diferenças significativas das métricas da VFC durante as 3 fases de jogo:

Não existem diferenças significativas entre os 3 momentos de jogo.

**Table 3.** Descritivas das diferenças entre grupos (media  $\pm$  desvio padrão) e análise inferencial da VFC durante o jogo amador de padel inferencial (95% de intervalo de confiança)

	Comparação entre momentos de jogo									
	Rvs30	Rvs60	Rvs90	RvsRec	30vs60	30vs90	30vsRec	60vs90	60vsRec	90vsRec
RMSsd	-33,11 $\pm$ 8,02***	-33,91 $\pm$ 7,61***	-33,03 $\pm$ 8,52***	-24,81 $\pm$ 8,53***	-0,79 $\pm$ 0,21	0,08 $\pm$ 0,79	8,30 $\pm$ 2,10*	0,88 $\pm$ 2,04	9,09 $\pm$ 2,08**	10,28 $\pm$ 2,06*
HF	-17,24 $\pm$ 6,44***	-15,64 $\pm$ 6,00***	-15,93 $\pm$ 6,22***	-14,37 $\pm$ 5,56***	1,59 $\pm$ 1,93	1,31 $\pm$ 2,34	2,87 $\pm$ 4,35	-0,28 $\pm$ 1,62	1,28 $\pm$ 4,25	1,56 $\pm$ 4,05
LF	-1,38 $\pm$ 5,44	-7,97 $\pm$ 6,77	-8,89 $\pm$ 7,19	9,85 $\pm$ 5,44	-6,59 $\pm$ 6,41	-7,52 $\pm$ 5,83	11,23 $\pm$ 6,69*	-0,92 $\pm$ 5,82	17,82 $\pm$ 8,23***	18,74 $\pm$ 7,00***
VLF	18,63 $\pm$ 5,03***	23,61 $\pm$ 5,18***	24,84 $\pm$ 6,07***	4,53 $\pm$ 2,71	4,98 $\pm$ 8,00	6,21 $\pm$ 6,51	-14,09 $\pm$ 6,12***	1,23 $\pm$ 8,23	-19,07 $\pm$ 6,21***	-20,3 $\pm$ 5,99***
Rácio LF / HF	3,33 $\pm$ 1,64*	1,86 $\pm$ 1,74	1,88 $\pm$ 1,53	4,79 $\pm$ 2,57***	-1,47 $\pm$ 1,18	-1,46 $\pm$ 1,18	1,46 $\pm$ 2,74	0,02 $\pm$ 1,41	2,93 $\pm$ 2,67*	2,91 $\pm$ 2,74*
Alfa 1	0,05 $\pm$ 0,04	-0,04 $\pm$ 0,06	0,00 $\pm$ 0,13	0,26 $\pm$ 0,11***	-0,09 $\pm$ 0,08	-0,06 $\pm$ 0,03	0,21 $\pm$ 0,13**	0,03 $\pm$ 0,11	0,30 $\pm$ 0,12***	0,27 $\pm$ 0,12***
Alfa 2	0,65 $\pm$ 0,01***	0,71 $\pm$ 0,01***	0,70 $\pm$ 0,11***	0,16 $\pm$ 0,14***	0,06 $\pm$ 0,07	0,05 $\pm$ 0,06	-0,49 $\pm$ 0,09***	-0,01 $\pm$ 0,07	-0,55 $\pm$ 0,90***	-0,54 $\pm$ 0,08***
Sd1	-23,46 $\pm$ 5,60***	-24,02 $\pm$ 5,41***	-23,40 $\pm$ 6,05***	-17,57 $\pm$ 6,03***	-0,56 $\pm$ 0,15	0,06 $\pm$ 0,55	5,89 $\pm$ 1,48*	0,62 $\pm$ 1,45	6,45 $\pm$ 1,95**	5,83 $\pm$ 1,46*
Sd2	-43,91 $\pm$ 5,77***	-45,38 $\pm$ 5,53***	-44,81 $\pm$ 5,25***	-24,36 $\pm$ 6,82***	-1,47 $\pm$ 1,31	-0,89 $\pm$ 0,32	19,55 $\pm$ 4,86***	0,58 $\pm$ 2,07	21,02 $\pm$ 5,24***	20,44 $\pm$ 4,54***
SpEn	-0,32 $\pm$ 0,17	-0,26 $\pm$ 0,15	-0,28 $\pm$ 0,15	-0,62 $\pm$ 0,16***	0,06 $\pm$ 0,1	0,04 $\pm$ 0,11	-0,3 $\pm$ 0,19**	-0,02 $\pm$ 0,09	-0,36 $\pm$ 0,17***	-0,35 $\pm$ 0,2***

$p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$ \*\*\*

Diferenças das métricas significativas da VFC as 3 fases de jogo e a recuperação:

No período de recuperação existe um aumento significativo do RMSsd do LF, do VLF, do Rácio LF/HF, o Alfa 1, o SD1 e o SD2 em relação aos 3 momentos de jogo (gráfico 1,3,4,5,8 e 9) e uma diminuição significativa do Alfa 2 e da SampEn (gráfico 7 e 10).

Diferenças das métricas significativas da VF, entre o repouso e a recuperação:

O HF, o Rácio LF/HF, o Alfa1 e o Alfa 2 são significativamente maiores na recuperação em relação ao repouso inicial (gráficos 2, 5, 6 e 7). Já o RMSsd, SD1, o SD2 e a SampEn são significativamente maiores na fase de repouso inicial em relação à recuperação (gráfico 1, 8, 9 e 10).

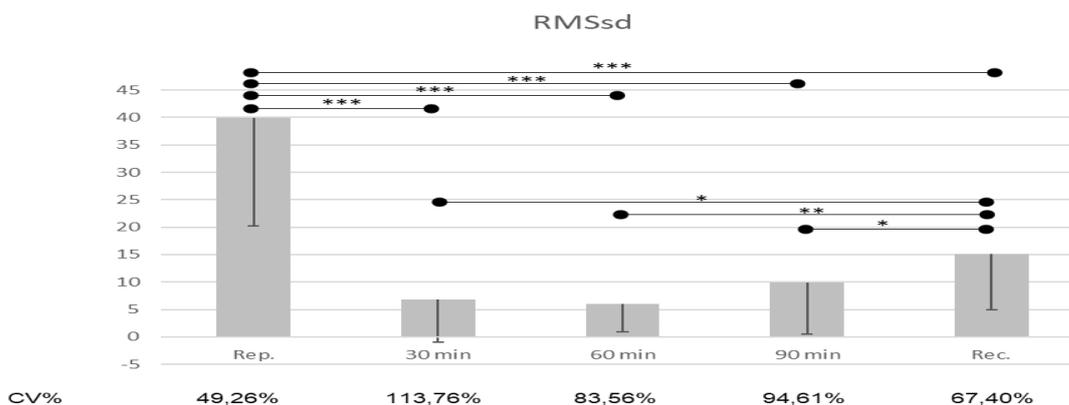


Gráfico 1 – Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do RMSsd, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$ \*\*\*

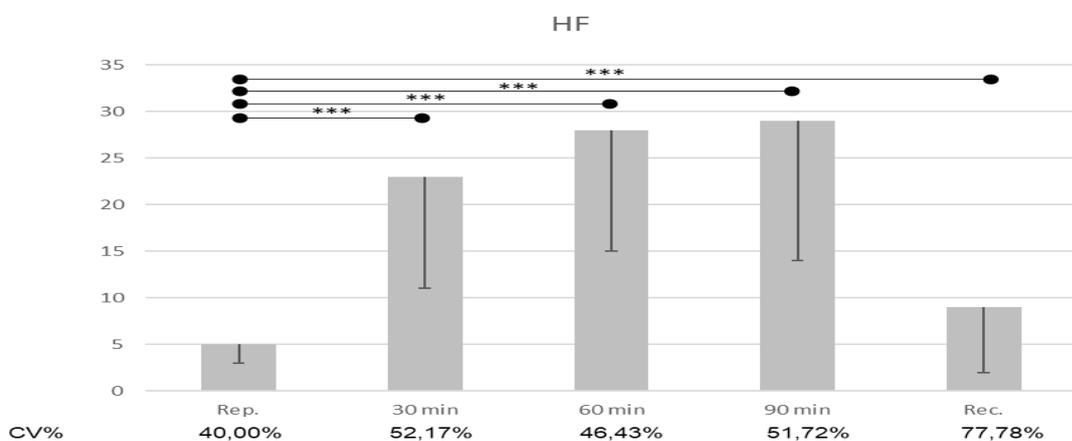


Gráfico 2- Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do HF, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$ \*\*\*

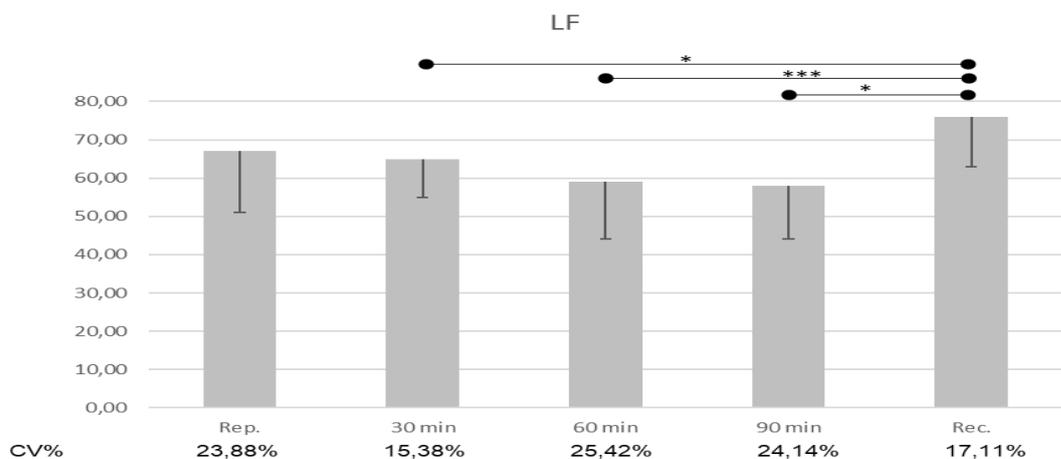


Gráfico 3 – Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do LF, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$ \*\*\*.

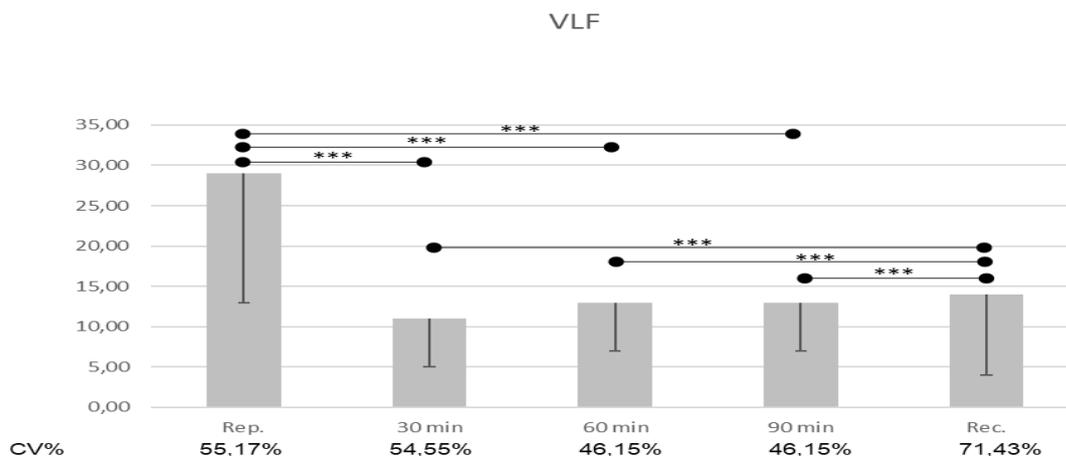


Gráfico 4 – Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do VLF, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$  \*\*\*

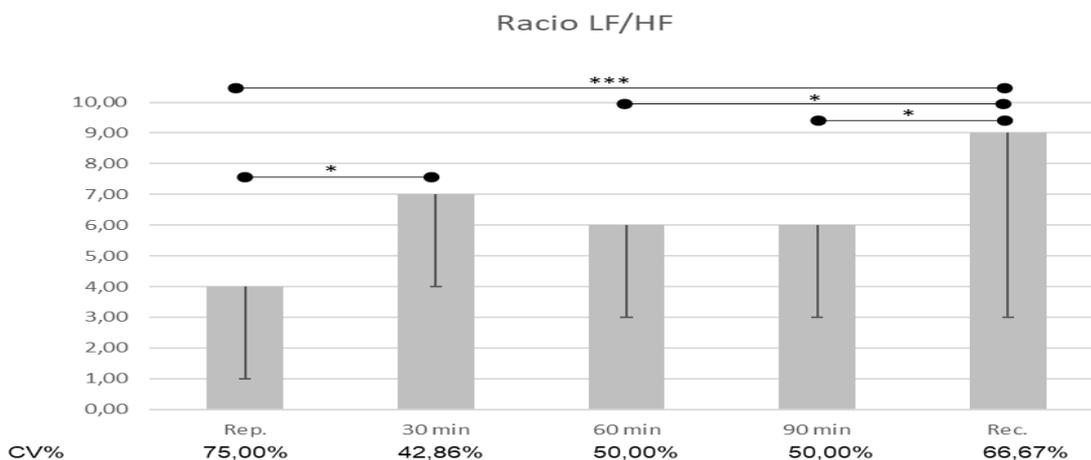


Gráfico 5 – Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do Racio LH/HF, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$  \*\*\*

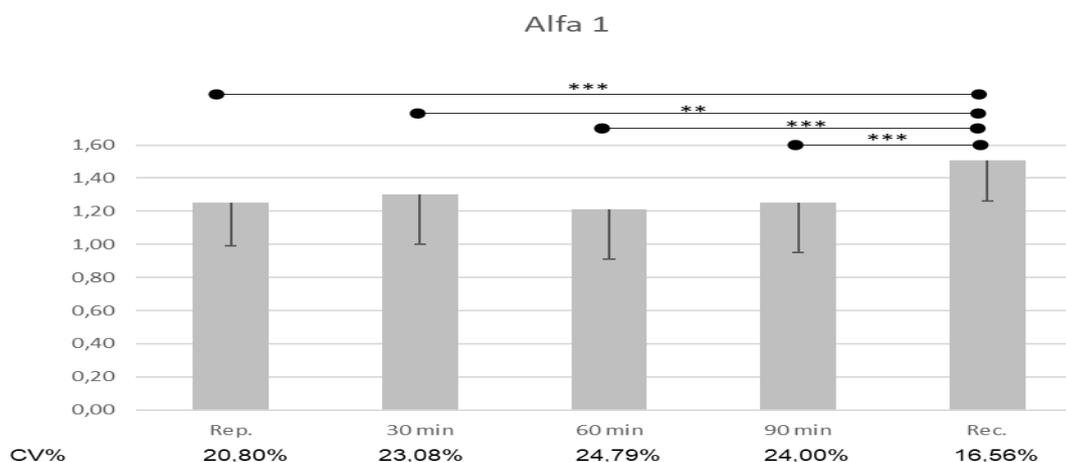


Gráfico 6 -Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do Alfa 1, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$  \*\*\*

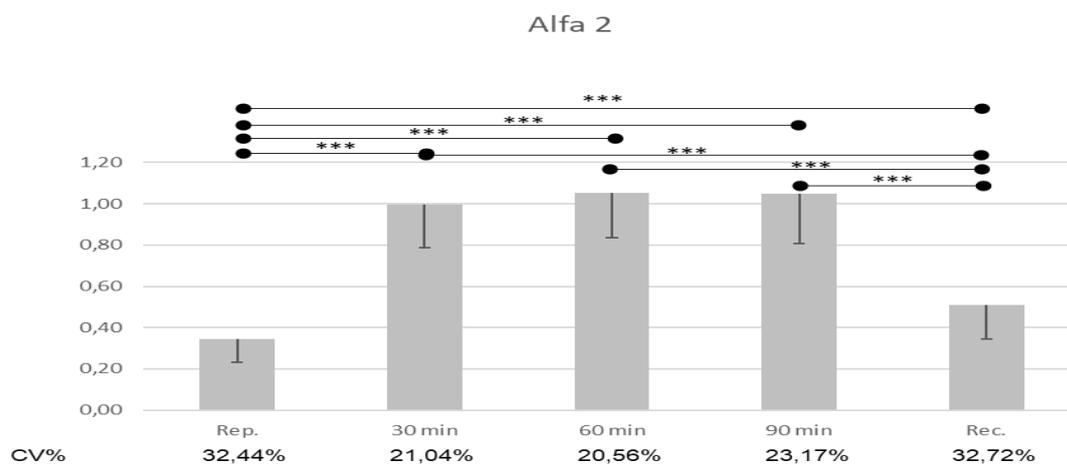


Gráfico 7 - Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do Alfa 2, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$  \*\*\*

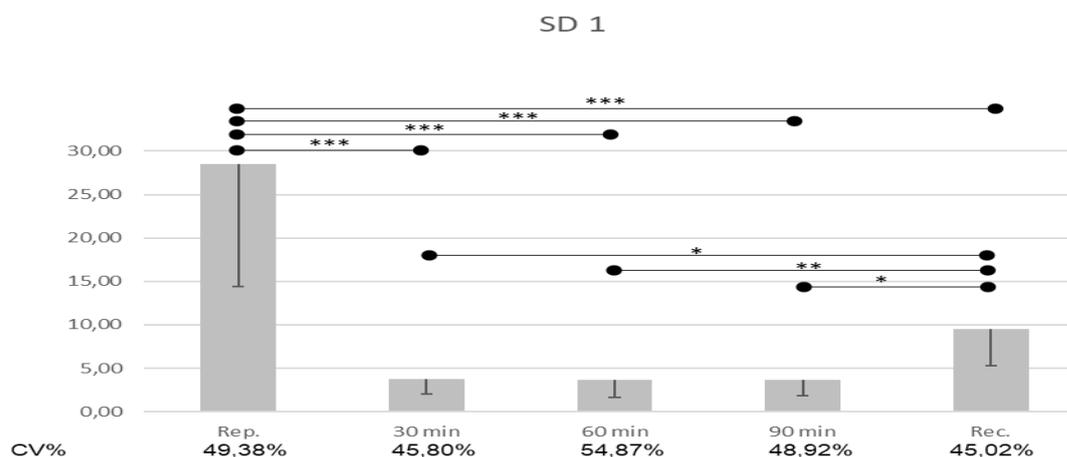


Gráfico 8 - Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do SD1, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$  \*\*\*

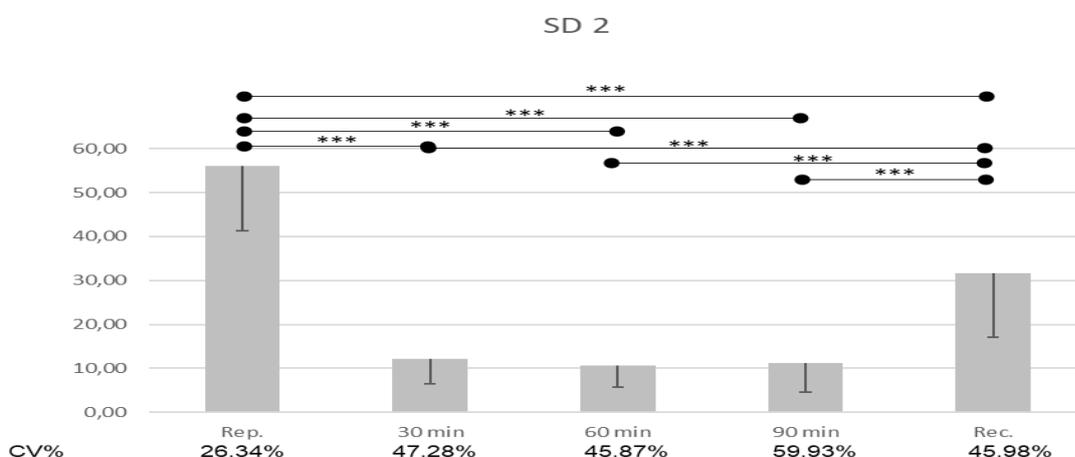


Gráfico 9 - Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade do SD2, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$  \*\*\*

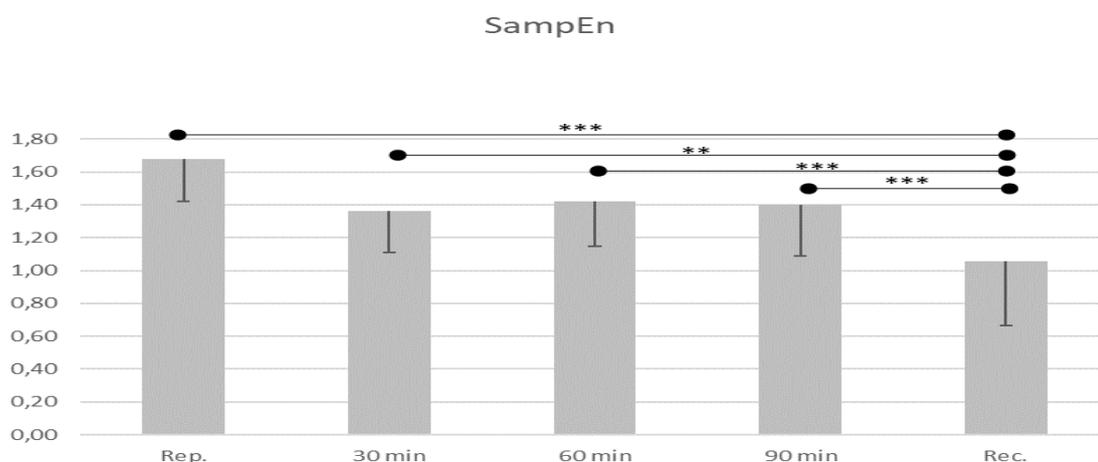


Gráfico 10 - Médias, diferenças significativas e coeficiente da variabilidade da entropia da amostra, durante os diferentes momentos do jogo.  $p < 0.05$  \*  $p < 0.01$  \*\*  $p < 0.001$ \*\*\*

O coeficiente da variabilidade é elevado (gráfico de 1 a 10), encontram-se valores entre os 15,38 % e os 113,76%.

## Discussão

O objetivo deste estudo foi estabelecer inferências sobre a modulação do SNA durante os momentos de jogo e providenciar recomendações viáveis para a prevenção de risco na prática amadora de padel. Durante a fase de repouso os valores elevados e de grande variabilidade do parâmetro RMSsd sugerem valores ótimos, uma vez que estão associados a um menor risco de morte súbita<sup>23</sup>, embora altamente influenciada pela modulação do SNA.

A VFC no início do jogo apresenta uma modulação do SNA procurando manter a homeostase do corpo. O aumento HF e uma diminuição da VLF, poderá estar ligado à necessidade do corpo se adaptar ao esforço durante o jogo, implicando assim uma desativação do SNP, através da alteração da frequência respiratória e a termorregulação, e não da ativação do SNS. A auto-similaridade a longo prazo (alfa 2) aumenta possivelmente devido à modulação lenta do SNS e SNP, demonstrando que a adaptação ao esforço poderá ter sido adequada na transição do período de repouso para a fase de jogo.

Durante o jogo a VFC, não existe alteração nos parâmetros analisados o que indica haver modulações do SNA, demonstrando que mesmo sendo um jogo intermitente de média/alta intensidade<sup>4</sup> estas alterações não são percecionadas como respostas fisiológicas stressantes<sup>23</sup>, tendo o corpo, atingido os níveis de equilíbrio necessárias para aquelas condições de jogo.

Na transição do jogo para a recuperação existe um aumento na LF e LVF, assim como do rácio LF/HF, que poderá ser justificado pela procura, da termorregulação, associado ao decréscimo do SNS e à retoma do domínio do SNP sobre o SNS. Existe um aumento de auto-similaridade a curto prazo (alfa 1) e uma diminuição de auto-similaridade a longo prazo (alfa2), devido a um aumento drástico da modulação do SNP e SNS. O aumento da irregularidade das séries temporais demonstra um desajuste demasiado repentino do corpo à mudança das condições fisiológicas, aumentando a possibilidade de risco cardiovascular<sup>26</sup>.

Relativamente à fase de recuperação, e à fase de repouso existe uma diminuição do RMSsd e aumento da HF e do rácio LF/HF, mostrando que, o corpo procura ainda um ajuste da atividade vagal do SNP, restabelecendo a dominância do SNP sobre o SNS, mantendo-se uma maior auto-similaridade a curto prazo e a longo prazo devido à modulação do SNS e SNP com séries temporais mais regulares, o que demonstra que cinco minutos pode não ser suficiente para o corpo atingir a homeostase inicial.

Este estudo mostra que com o jogo de padel existem variações da VFC, devido à necessidade da modulação de respostas fisiológicas por parte do SNA. O efeito em forma de U nas RMSsd, é reportado em estudos<sup>23,33</sup>, com a diminuição da amplitude e variabilidade da VFC associado ao aumento do esforço da fase de repouso para o jogo e novamente ao aumento da amplitude e variabilidade da VFC durante o retorno à calma. Este padrão, invertido, reflete-se na auto-similaridade a longo prazo, onde existe aumento da regularidade na série temporal com o esforço e um aumento da complexidade com o retorno à calma, traduzindo um aumento da imprevisibilidade. Estas flutuações derivam maioritariamente da modulação do SNS durante o esforço e do domínio do SNP durante o repouso/retorno à calma. Contudo, do jogo ao retorno à calma, existe um aumento da auto-similaridade a curto-prazo, levando a uma diminuição da complexidade das séries temporais, o que indica uma abrupta mudança na resposta cardiovascular, possibilitando um maior risco de cardiopatia.

Esta abrupta mudança remete para a importância de um retorno à calma diferente, sugerindo alguma prática semelhante à atividade durante o aquecimento com uma diminuição da Frequência Cardíaca Máxima, podendo resultar numa resposta menos acentuada na auto-similaridade a curto-prazo, obtendo um efeito cardíaco com carácter protetor.

Recomendamos a replicação deste estudo noutros eventos desportivos, e sugere-se que sejam controladas as variáveis supracitadas e que se faça a comparação entre jogadores amadores e profissionais para controlar a resposta do SNA no retorno à calma. De modo a que se possam estabelecer inferências sobre a modulação do SNA durante os momentos de jogo.

## **Conclusão**

Este estudo demonstrou que existem inferências na modulação do SNA durante os momentos de jogo.

Os resultados demonstram que existe a necessidade de alterações comportamentais no retorno à calma após um jogo de padel de carácter amador.

## **Referências bibliográficas**

1. Chandler M. What is the Fastest-Growing Sport? [It May Surprise You...]. SQaF [Internet]. 2020; Disponível em: <https://sqaf.club/fastest-growing-sports/>
2. The Telegraph. Padel Power: Will the world's fastest growing sport take off in the UK? 2016; Disponível em: <https://www.telegraph.co.uk/health-fitness/body/padel-power-will-the-worlds-fastest-growing-sport-take-off-in-th/>
3. Federação Portuguesa de Padel. Relatório e contas 2019. 2019.
4. Parraça J, Manteigas F, Collado-Mateo D, Villafaina S, Batalha N. Efeitos agudos de um jogo de Padel na frequência cardíaca em praticantes amadores (Estudo Piloto). Em: Livro de Resumos do 8º Congresso Internacional da Actividade Física e Desporto. Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Beja; 2020. p. 46–50.
5. Sevilla EP, Pleguezuelo TN, Galván CDT. Valoración de los hábitos de vida saludables en jugadores de pádel. Rev Andal Med Deporte. Dezembro de 2015;8(4):184.

6. Huber A. Uso de medicamentos, suplementos, estimulantes e fatores associados em praticantes de Padel. [Internet]. [Tubarão, Brasil]: Universidade do Sul de Santa Catarina; 2014. Disponível em: [https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/527/110486\\_Ana.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/527/110486_Ana.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
7. Oja P, Kelly P, Pedisic Z, Titze S, Bauman A, Foster C, et al. Associations of specific types of sports and exercise with all-cause and cardiovascular-disease mortality: a cohort study of 80 306 British adults. *Br J Sports Med*. Maio de 2017;51(10):812–7.
8. Sánchez FSL, Cortes RP. Vascular injuries associated with paddle tennis. *Paget-Schroetter Syndrome*. :7.
9. García–Fernández P, Guodemar–Pérez J, Ruiz–López M, Rodríguez–López ES, García–Heras A, Hervás–Pérez JP. Epidemiología lesional en jugadores españoles de padel profesionales y amateur. *Rev Int Med Cienc Act Física Deporte*. 16 de Dezembro de 2019;19(76):641.
10. Schwerdtfeger AR, Schwarz G, Pfuerscheller K, Thayer JF, Jarczok MN, Pfuerscheller G. Heart rate variability (HRV): From brain death to resonance breathing at 6 breaths per minute. *Clin Neurophysiol*. Março de 2020;131(3):676–93.
11. Brown L. Heart rate variability alterations in late life depression\_ A meta-analysis. *J Affect Disord*. 2018;11.
12. Catai AM, Pastre CM, Godoy MF de, Silva E da, Takahashi AC de M, Vanderlei LCM. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Braz J Phys Ther*. Março de 2020;24(2):91–102.
13. Guzik P, Piekos C, Pierog O, Fenech N, Krauze T, Piskorski J, et al. Classic electrocardiogram-based and mobile technology derived approaches to heart rate variability are not equivalent. *Int J Cardiol*. Maio de 2018;258:154–6.
14. Reneau M. Heart Rate Variability Biofeedback to Treat Fibromyalgia: An Integrative Literature Review. *Pain Manag Nurs*. Junho de 2020;21(3):225–32.
15. Zhang Y, Zhou B, Qiu J, Zhang L, Zou Z. Heart rate variability changes in patients with panic disorder. *J Affect Disord*. Abril de 2020;267:297–306.
16. Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *Int J Cardiol*. Maio de 2010;141(2):122–31.
17. Friedman H, Thayer JF. Autonomic Balance revisited: panic, anxiety and heart rate variability. 1996;19.
18. Paschoal M, Volanti V, Pires C, Fernandes F. Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. *Rev Bras Fisioter*. Dezembro de 2006;10(4):413–9.

19. Cuzzolin F, Calleja-Gonzalez J, Jukic I, Kocaoglu B, Ostojic S, Rovira M, et al. Heart Rate Variability (HRV) – The athlete’s health and performance «Black Box» . Euroleague Players Association (ELPA), Performance Advisory Board (PAB). #5. 2021;
20. Leyro TM, Buckman JF, Bates ME. Theoretical implications and clinical support for heart rate variability biofeedback for substance use disorders. *Curr Opin Psychol*. Dezembro de 2019;30:92–7.
21. Francesco B, Grazia BM, Emanuele G, Valentina F, Sara C, Chiara F, et al. Linear and Nonlinear Heart Rate Variability Indexes in Clinical Practice. *Comput Math Methods Med*. 2012;6.
22. Shaffer F. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart’s anatomy and heart rate variability. *Front Psychol*. 2014;20.
23. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front Public Health*. 28 de Setembro de 2017;5:258.
24. Mäkikallio T, Tapanainen J. Clinical Applicability of Heart Rate Variability Analysis by Methods Based on Nonlinear Dynamics. *Card Electrophysiol Rev*. 2002;6(3):6.
25. Stadnitski T. Measuring Fractality. *Front Physiol* [Internet]. 2012 [citado 26 de Abril de 2021];3. Disponível em: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2012.00127/abstract>
26. Godoy MF de. Nonlinear Analysis of Heart Rate Variability: A Comprehensive Review: *J Cardiol Ther*. 2016;3(3):528–33.
27. Richman JS, Moorman JR. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. *Am J Physiol-Heart Circ Physiol*. 1 de Junho de 2000;278(6):H2039–49.
28. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart Rate Variability in Athletes: *Sports Med*. 2003;33(12):889–919.
29. Castillo-Rodríguez A, Alvero-Cruz JR, Hernández-Mendo A, Fernández-García JC. Physical and physiological responses in Paddle Tennis competition. *Int J Perform Anal Sport*. Agosto de 2014;14(2):524–34.
30. de Rezende Barbosa MP da C, Silva NT da, de Azevedo FM, Pastre CM, Vanderlei LCM. Comparison of Polar® RS800G3™ heart rate monitor with Polar® S810i™ and electrocardiogram to obtain the series of RR intervals and analysis of heart rate variability at rest. *Clin Physiol Funct Imaging*. Março de 2016;36(2):112–7.
31. Electrophysiology TF of the ES. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation*. Março de 1996;93(5):1043–65.

32. Tarvainen MP, Niskanen J-P, Lipponen JA, Ranta-aho PO, Karjalainen PA. Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. *Comput Methods Programs Biomed.* Janeiro de 2014;113(1):210–20.
33. de Miguel P, Clemente-Suárez VJ. Psychophysiological, Body Composition, Biomechanical and Autonomic Modulation Analysis Procedures in an Ultraendurance Mountain Race. *J Med Syst.* Fevereiro de 2018;42(2):32.