



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Ricardo Zornitta Pimentel

**Efeitos de exercícios respiratórios na variabilidade  
da frequência cardíaca em tenistas juvenis**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis  
2015



Ricardo Zornitta Pimentel

**Efeitos de exercícios respiratórios na variabilidade  
da frequência cardíaca em tenistas juvenis**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Física na área de concentração: Biodinâmica do Desempenho Humano  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro  
Coorientador: Prof. Dr. Emilio Takase

Florianópolis  
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pimentel, Ricardo Zornitta

Efeitos de exercícios respiratórios na variabilidade da frequência cardíaca em tenistas juvenis / Ricardo Zornitta Pimentel ; orientador, Antônio Renato Pereira Moro ; coorientador, Emílio Takase. - Florianópolis, SC, 2015. 97 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Variabilidade da frequência cardíaca. 3. Exercícios de respiração. 4. Tenistas. I. Moro, Antônio Renato Pereira. II. Takase, Emílio. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

Ricardo Zornitta Pimentel

**Efeitos de exercícios respiratórios na variabilidade  
da frequência cardíaca em tenistas juvenis**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de março de 2015.

---

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo  
Coordenador do PPGEF

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro – CDS/UFSC  
Orientador

---

Prof. Dr. Adilson André Martins Monte – CDS/UFSC  
Membro interno

---

Prof. Dr. Diogo Cunha dos Reis – CTC/UFSC  
Membro interno

---

Prof. Dr. Fabrizio Caputo – CEFID/UDESC  
Membro externo



Este trabalho é dedicado à  
minha esposa Maria Luiza e  
nossa filha Sofia... por me  
ensinarem o que é o amor  
incondicional.





## AGRADECIMENTOS

Os anos de 2013 e 2014 foram sem dúvida os mais importantes, agitados, incertos e emocionantes da minha vida pessoal e profissional.

Agradeço a todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho. Sem essas pessoas, certamente não seria possível chegar ao final de mais essa etapa na vida.

Ao meu orientador, prof. Antônio Moro, por acreditar em minhas ideias e com sua humildade e clareza, transformar minhas dificuldades em facilidades.

Ao meu coorientador prof. Emilio Takase, pelos inúmeros encontros e conversas, pelos desafios propostos e sua incansável busca de medidas, protocolos e rotinas para tudo.

Aos professores que compõe a banca de defesa, prof. Dr. Diogo Reis e prof. Fabrício Caputo, por aceitarem prontamente o convite e ao grande tenista, prof. Dr. Adilson Monte, por seu companheirismo e por responder com seu pensamento analítico e muita paciência a todas minhas dúvidas.

Ao prof. Juarez Muller Dias, por sempre me incentivar na carreira acadêmica durante todos os anos de convivência.

Ao amigo e prof. Osvaldo André, pela sua presença e não medindo esforços para ajudar.

Aos colegas do LEC, Luciano, Karen, Mariana, Lucas e Joana.

Aos verdadeiros Mestres do tênis, Alexander Matoso e Paulo Carvalho, pelo apoio fundamental e que certamente fizeram muita diferença nessa pesquisa.

Ao Centro de Treinamento Tennis Route, por estar de portas abertas para ciência e em especial aos tenistas Douglas, Lucas e Patrick.

Ao programa de Pós-graduação em Educação Física da UFSC, coordenado pelo prof. Dr. Luiz Guilherme Guglielmo, todo o corpo docente do programa, pelo crescimento profissional nesse período e em especial a Tiago Viktor e a Paulo Cesar Kurceski.

Aos meus amigos que me apoiaram durante esse caminho. Em especial, Rafael Maia, que me ofereceu e proporcionou a tranquilidade que eu precisava em seu apartamento na reta final do estudo.

A todos os outros que de alguma forma me apoiaram e seria impossível de enumerar.

Muito obrigado!!!



“Conhece-te a ti mesmo e  
conhecerás o universo e os  
deuses”

Frase no templo de Apolo em  
Delfos (Grécia)



## RESUMO

PIMENTEL, Ricardo Zornitta. **Efeitos de exercícios respiratórios na variabilidade da frequência cardíaca em tenistas juvenis**. 2015. 97f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos de exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de tenistas juvenis durante as sessões de treinamento. Foi utilizado um delineamento do tipo sujeito único, ou mais especificamente *single-subject research design* com três participantes. Os mesmos foram avaliados durante seis semanas de treinamento por um cardiófrequencímetro *Polar* modelo RS800 que registrou os índices da VFC antes dos treinamentos. Essas seis semanas foram divididas em três etapas: a primeira para referência dos dados chamada AR (exercícios Antes da Respiração), a segunda para a intervenção com exercícios de respiração, chamada de ER e a terceira etapa de reavaliação dos dados, chamada por DR (exercícios Depois da Respiração). Os indicadores da VFC foram gerados pelo software *Kubios Analyses HRV*. Os dados foram tabulados e analisados estatisticamente no *software SPSS versão 21.0 for MAC*. Todas as análises utilizaram um índice de confiança de 95% e para a apresentação dos resultados foram aplicadas análises descritivas. Os resultados indicaram diferenças nos seguintes índices: R-R, RMSSD, NN50, LF/HF, SD1, SD2 e D2. Essas diferenças foram encontradas entre a etapa inicial com a etapa de intervenção dos exercícios de respiração e entre a etapa de intervenção com a etapa final. A falta de controle de algumas variáveis como a qualidade e quantidade de sono limitaram essa pesquisa. Sugere-se que em estudos futuros os índices da VFC sejam associados a situações de desempenho em situações competitivas, para que se encontre uma ativação ideal. Também se sugere a busca de novas tecnologias que permitam que cada tenista se monitore constantemente, na tentativa de evitar a perda de rendimento, sobrecarga nos treinamentos e assim se desenvolver cada vez mais no esporte.

**Palavras-chave:** Variabilidade da frequência cardíaca; respiração; tenistas juvenis.



## ABSTRACT

PIMENTEL, Ricardo Zornitta. **Effects of breathing exercises on heart rate variability in youth tennis players**. 2015. 96f. Dissertation (Postgraduate Program in Physical Education) - Federal University of Santa Catarina, 2015.

The objective of this research was to provide analysis of the heart rate variability (HRV) on junior tennis players while performing respiratory exercises during training sessions. The approach taken to evaluate individually each of the 3 participants was of a single-subject research design. During a period of six weeks all three participants were evaluated by wearing a heart rate monitor Polar RS8000 that measured the heart rate variability before engaging in tennis practice. The six weeks periods were divided in three phases: the first phase during the training session was to capture HRV data before respiratory exercises were executed. The second phase of the training session was to registered HRV data for breathing exercises as intervention. The third phase during the training session measured HRV data after performing respiratory exercises. The indexes of heart rate variability were generated by *Kubios HRV analysis software*. The data collections were stored and statistical analysis was executed by *IBM SPSS statistics software*, version 21.0 for MAC. A threshold of 95% for confidence level was applied to the entire data analysis and descriptive analysis was applied to the results. The results indicated differences for the following indexes: R-R, RMSSD, NN50, LF/HF, SD1, SD2 and D2. These differences were found between the initial phase and the intervention phase of the respiratory exercises and between the intervention phase and final phase. The lack of control of some variables such as how long and how well an individual participant sleeps limited this study. As a suggestion in future studies the heart rate variability should be associated with productivity level in competitive circumstances in order to find an ideal activity level. Also as a suggestion, focus on new technologies to allow for each tennis player to be monitored constantly so that a better plan on training sessions and practice can be develop to optimize the individual performance.

**Keywords:** Heart rate variability; breathing; junior tennis player.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Complexo QRS.....	39
Figura 2 – Variação de intervalos R-R.....	39
Figura 3 – Cinta torácica, relógio monitor que capta a variabilidade da frequência cardíaca utilizado para a coleta dos dados dos atletas e flash drive para transferência dos dados para o computador.....	49
Figura 4 – Captura de tela do <i>Smartphone iPhone</i> .....	50
Figura 5 – Exemplo de relatório gerado pelo software Kubios.....	51
Figura 6 – Participante 1 – Intervalo R-R .....	60
Figura 7 – Participante 1 – Domínio da frequência – LF, HF e LF/HF.....	64



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Forma e característica da coleta.....	53
Tabela 2 – Caracterização da amostra.....	55
Tabela 3 – Número de coletas de cada participante .....	56
Tabela 4 – Dados dos índices da VFC obtidos pelo participante 1 .....	57
Tabela 5 – Dados dos índices da VFC obtidos pelo participante 2 .....	57



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.....	59
Gráfico 2.....	61
Gráfico 3.....	62
Gráfico 4.....	63
Gráfico 5.....	65
Gráfico 6.....	66
Gráfico 7.....	67



## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ATP	Associação dos tenistas profissionais
CBT	Confederação Brasileira de Tênis
D2	Indicador da análise não-linear com cálculo matemático baseado na Teoria do Caos. Representa a dinâmica de interação do organismo ao ambiente (adaptação do organismo)
FC	Frequênciacardíaca
HF	<i>High Frequency</i> . Alta frequência VFC pela análise espectral. Indica atividade do sistema nervoso parassimpático.
HRV	<i>Heart rate variability</i> (variabilidade da frequência cardíaca).
ITF	Federação Internacional de Tênis
LF	Low Frequency. Baixa frequência VFC pela análise espectral. Indica atividade do sistema nervoso simpático
LF/HF	Relação entre os componentes LF e HF. Representa o predomínio da atividade simpática
ms	Millessegundos
NN50	Intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms (indica atividade parassimpática)
RMSSD	Índice de medida da VFC que representa a raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado, entre RR adjacentes (indica atividade parassimpática)
RR	Intervalo de tempo expresso geralmente em milissegundos entre as ondas R da atividade elétrica do coração. A assinatura energética R do complexo QRS (presente para cada batimento) refere-se em um pico de energia superior aos demais. Por isso, pode ser

utilizado como referencial para a mensuração do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos.

RSA	Arritmia Sinusal Respiratória. Ritmo respiratório
SD1	Representa um resultado da análise de Poincaré, sugerindo a ação do sistema nervoso parassimpático.
SD2	Representa um resultado da análise de Poincaré, da atividade do sistema nervoso simpático.
SNA	Sistema nervoso autônomo
SNC	Sistema nervoso central
SNP	Sistema nervoso parassimpático
SNS	Sistema nervoso simpático
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VLf	<i>Very Low Frequency</i> . Frequência muito baixa
VO2 max.	Volume máximo de oxigênio



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>29</b>
1.1.1 Objetivo Geral.....	29
1.1.2 Objetivos Específicos.....	29
<b>1.2 Justificativa .....</b>	<b>29</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1 Tênis de Campo.....</b>	<b>31</b>
2.1.1 O esporte .....	31
2.1.2 Fatores Associados ao Desempenho .....	33
2.1.3 Aspectos Fisiológicos.....	34
<b>2.2 Fadiga .....</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Sistema nervoso autônomo e variabilidade da frequência cardíaca.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4 Índices da VFC.....</b>	<b>40</b>
2.4.1 Domínio do Tempo (TASK FORCE, 1996; KAWAGUCHI et al., 2007; VANDERLEI et al., 2009):.....	40
2.4.2 Domínio da frequência (TASK FORCE, 1996; KAWAGUCHI et al. 2007): .....	40
2.4.3 Domínio Não Linear .....	41
<b>2.5 Respiração .....</b>	<b>42</b>
2.5.1 Exercícios de Respiração .....	43
2.5.2 Coerência Cardíaca .....	44
<b>3 MÉTODO.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Tipo de Estudo .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2 Participantes do estudo .....</b>	<b>48</b>
3.2.1 Aspectos éticos.....	48
<b>3.3 Instrumentos .....</b>	<b>48</b>
3.3.1 Monitor de frequência cardíaca Polar® modelo RS 800.....	48
3.3.2 Pacer / Aplicativo para respiração.....	49
3.3.3 Software Kubios.....	50
<b>3.4 Procedimentos Operacionais .....</b>	<b>52</b>
3.4.1 Tabulação e análise dos dados .....	53
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Caracterização da amostra .....</b>	<b>55</b>
<b>4.2 Resultados das coletas dos índices da VFC.....</b>	<b>57</b>
<b>4.3 Análise descritiva .....</b>	<b>58</b>

4.3.1 Análises descritivas no Domínio do tempo.....	58
4.3.2 Análises descritivas no domínio da frequência.....	62
4.3.3 Análises descritivas nos métodos não-lineares .....	64
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO 1 – DOCUMENTO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....</b>	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma criança quando inicia em um esporte, a princípio, é somente para praticar uma atividade física, mas com os anos de prática e treinamento, muitas delas começam a competir em torneios. Então, começa também uma série de expectativas dela, do professor, da sociedade e também da família quanto ao comportamento, resultados, performance e investimento. No tênis de campo, como sendo um esporte individual, a pressão em que o jovem sente é ainda maior por não ter com quem dividir a responsabilidade dentro de quadra.

No esporte de competição individual, como o tênis de campo, geralmente ensinam aos jovens a se esforçarem ao máximo, aprender a controlar o stress, a competir sobre pressão e colocam em prova o equilíbrio emocional e físico dos esportistas. Mas ao mesmo tempo podem criar uma série de pressões em si, se não se tratar adequadamente podem ser prejudiciais (CRESPO, M; MILEY, D.,1999).

Por isso chega o momento da especialização no treinamento e a importância de um domínio de várias áreas na formação integral do atleta. O que é treinar? Treinar significa ensinar, adestrar, exercitar e ajudar os jogadores a aprender em habilidades relacionadas com o tênis, a melhorar o seu rendimento e a alcançar seu potencial. Mas também requer conhecer, compreender e atender as necessidades sociais, emocionais e pessoais (MARTENS, 1981; 1987).

Uma situação comum em um jogo de tênis é quando um tenista na disputa de uma partida se encontra em uma posição adversa. Devido as dificuldades por vários fatores do jogo como a fadiga, o nervosismo, a ansiedade, o nível do adversário e outros, não é raro perceber o atleta olhando para fora da quadra em busca de segurança, apoio, algo para poder reverter o placar desfavorável. Essa segurança vem muitas vezes dos pais, treinadores e amigos da seguinte maneira: “– Vamos, mais energia, respira, força! ” Até mesmo Rafael Nadal, atual número 2 do mundo, recebe apoio de fora de seu técnico e tio Tony Nadal (BRUNELLO, 2013).

É nesse momento que muitas vezes o tenista não consegue mais se recuperar, pois não possui uma base de conhecimento necessário para retomar o “ritmo” do que já aconteceu. Atualmente veem-se utilizando o monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) para melhorar o desempenho no esporte. A interação de regiões corticais e subcorticais com o sistema nervoso autônomo na modulação do funcionamento cardíaco têm como indicador a variabilidade da

frequência cardíaca (FRIEDMAN; THAYER, 1998). A VFC serve para verificar e treinar o nível de atenção, fadiga, memória de trabalho entre outras qualidades necessárias para os atletas (CALDEIRA, 2011).

Muitos estudos têm mostrado a performance e o perfil fisiológico de tenistas (CHRISTMASS et al. 1994; CHRISTMASS et al. 1998; BERNARDI, DE VITO E FALVO, 1998; GIRARD E MILLET, 2009) tanto a nível profissional quanto ao nível juvenil, mas mensurar a VFC aliada a respiração nos treinamentos de tênis ainda é pouco estudado. Utilizar a VFC como forma de controle e desenvolvimento esportivo no processo de formação e treinamento do tenista infanto-juvenil é de grande valia no mundo esportivo (ROTA; SABOUL, 2013), visto que cada vez mais os detalhes na preparação para as competições podem ser fundamentais e fazerem a diferença entre o sucesso ou o fracasso do atleta. (MESTER, BORN, KLEINOEDER, WIGGER, 2003).

A VFC mostra as variações do ritmo cardíaco, controladas pelo sistema nervoso autônomo (SNA). Este por sua vez, é responsável pelo equilíbrio dos ramos simpático e parassimpático no nosso organismo, funcionando como regulador da ativação e relaxamento de inúmeras funções de controle no corpo humano. Kolb e Whishaw (2002) afirmam que o SNA regula todas as funções corporais, assim como as respostas emocionais associadas a ações voluntárias.

Por sua vez, a respiração controlada é utilizada de várias maneiras no esporte, exercício físico e no desenvolvimento de atividades que buscam desempenho, saúde e qualidade de vida, desde as etapas iniciais de vida de uma criança, até o envelhecimento saudável e ativo do ser humano (NAHAS, 2013; SBISSA, 2014; NEVES NETO, 2011).

Diante desses fatos, neste estudo surge a seguinte questão de pesquisa: quais os efeitos dos exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca de tenistas juvenis durante as sessões de treinamento.

E assim, se houver uma melhora no rendimento do atleta nos treinamentos com a utilização dos índices da variabilidade da frequência cardíaca, juntamente com a intervenção de exercícios de respiração, pode-se associar a jogos ou ferramentas cognitivas eletrônicas a serem utilizadas em *notebook*, *tablet* ou mesmo em um *smartphone* para auxiliar e melhorar o rendimento esportivo no dia a dia.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar os efeitos de exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca de tenistas juvenis durante as sessões de treinamento.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Monitorar a frequência cardíaca para identificar a VFC antes do início dos treinamentos;
- ✓ Aplicação de exercícios respiratórios antes das sessões de treinamento;
- ✓ Verificar os efeitos das sessões de exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca de tenistas juvenis durante as sessões de treinamento.

## **1.2 Justificativa**

No tênis, é comum o fato de treinadores e profissionais envolvidos nessa atividade, insistirem em recorrer a temas como atenção, controle mental entre outros (DENT, REYNOLDS, 2011). Porém, infelizmente no Brasil, existe uma lacuna entre o esporte e a ciência que dificulta o acesso às informações, diferentemente de países que aproximam os estudos com a prática e obtém sucesso (KIRSCHBAUM, 2014). Os próprios tenistas necessitam de autoconhecimento e parâmetros para identificar seu estado cognitivo, principalmente referente às situações de pressão em momentos decisivos (PEDEN, 2009).

Cada vez mais, desde o nível iniciante até o nível mais alto de rendimento, a diferença técnica, tática, física e mental dos jogadores diminui e cada detalhe da preparação e no treinamento dos mesmos pode ser o fator que leva um atleta a tão almejada vitória.

A maioria dos trabalhos referentes ao tênis estão ligados a fatores fisiológicos, como consumo máximo de oxigênio, fadiga e testes

de carga máxima, assim como fatores psicológicos como por exemplo, a motivação, personalidade, etc. No entanto, não há registros de trabalhos científicos que investiguem os efeitos da respiração juntamente com a variabilidade da frequência cardíaca em tenistas, o que justifica a busca por respostas nesse tema extremamente relevante em tantos outros estudos que não envolvem o tênis.

Entretanto, a intensidade da respiração durante a atividade física é tão importante quanto a flexibilidade e força muscular. A intensidade do exercício físico está diretamente relacionada com a frequência respiratória. Quanto mais intenso é o treino, maior a quantidade de oxigênio que o corpo necessitará para desempenhar aquela função.

A respiração humana é auto selecionada, ou seja, o corpo busca maneiras de suprir a necessidade de oxigênio e ele não mede esforços para isso. A frequência cardíaca sobe por conta do aumento da intensidade. Com a necessidade de mais sangue nas regiões periféricas, aumenta também a demanda por oxigênio nos músculos. Sendo assim o pulmão “puxa” mais oxigênio, aumentando a frequência respiratória.

Já, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é a natural elevação e diminuição da frequência cardíaca em resposta à respiração, pressão arterial, hormônios e emoções, portanto, possui dependência com o trabalho respiratório do indivíduo.

Esta pesquisa sobre a variabilidade da frequência cardíaca com a intervenção de exercícios de respiração em tenistas juvenis, teve por finalidade avaliar e preparar os atletas para melhorar o desempenho esportivo, especialmente a partir do seu autocontrole psicofisiológico. Foi realizado em situação real de treinamento para competições válidas pelo ranking da CBT (Confederação Brasileira de Tênis), o que proporcionou uma maior fidedignidade dos dados, pois durante os treinamentos se obtém mais controle da forma atlética para buscar o melhor rendimento durante o circuito e auxiliar no autocontrole dos jogadores em momentos decisivos de uma partida.

Portanto, o tenista que utilizar essa ferramenta (VFC + respiração) como parte de seu treinamento pode desenvolver sua capacidade mental complementando com sua capacidade física/técnica/tática.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Tênis de Campo

#### 2.1.1 O esporte

O tênis de campo é um esporte popular, que possui um grande número de praticantes pelo mundo. Veicula diversos torneios, tanto profissionais quanto amadores, podendo oferecer uma grande soma em prêmios (BRAGA-NETO, SERRÃO e AMADIO, 2007).

O jogo é regulado pela Federação Internacional de Tênis (ITF) e suas competições são as mais visadas por tenistas profissionais. É um esporte que apresenta características complexas, sendo disputado em pontos, *games* e *sets* (FERNANDEZ, MENDEZ-VILLANUEVA e PLUIM, 2005).

De acordo com Euclides et al. (2005) o *game* pode durar quatro pontos, porém é necessária a diferença de dois pontos para se vencer o *game*. Já, um *set* dura pelo menos 6 *games*, podendo chegar a 12, caso ocorra empate em 6 a 6, sendo que o 13º será disputado em forma de *tie-break*, onde o jogador deve fazer 7 pontos.

Dentro de sua complexidade, ainda apresenta diferentes golpes para o desenvolvimento do jogo, expondo variações nos efeitos da bola por meio de golpes básicos assim como na empunhadura (pegada) da raquete: *forehand*, *backhand*, *serviço*, *voleio*, *lob*, *smash* e *deixada*, sendo o saque um dos principais e decisivos golpes de uma partida (BRAGA NETO, SERRÃO e AMADIO, 2007). Por fim, os golpes dividem-se em: preparação, execução e terminação.

É um esporte praticado em quadra, podendo apresentar diferentes tipos de superfícies (grama, saibro ou cimento) (FERNANDEZ, MENDEZ-VILLANUEVA e PLUIM, 2006). A quadra mede 23,77 metros de comprimento e a linha para base de jogos individuais possui 8,22 metros, espaço onde o atleta desloca-se de diversas formas e velocidades (EUCLYDES, DANTAS, MARINS e PINTO, 2005).

Em um jogo de competição, os golpes são potentes e rápidos, os *games* são disputados de forma intermitente com deslocamentos rápidos entre a quadra, exigindo do competidor agilidade, velocidade e velocidade no tempo de reação (MONTE e MONTE, 2007). O jogo também envolve esforços de alta intensidade intercalados com períodos

de atividade de baixa intensidade, durante os quais há uma recuperação ativa (entre pontos) e períodos passivos (entre pausas de sets do jogo) (FERNANDEZ-FERNANDEZ et al. 2011).

Portanto, a capacidade de manter uma alta eficiência de técnica durante as fases de alta intensidade, juntamente com outros fatores associados ao desempenho é de fundamental importância para o êxito do tenista no esporte (ULBRICH, FERNANDEZ-FERNANDEZ e FERRAUTI, 2013).

Uma característica específica do esporte é sobre a regra 29, onde fala sobre a continuidade do jogo. Durante as trocas de lado da quadra (nos *games* ímpares do *set*), os tenistas têm um tempo de descanso de 90 segundos e após o final de um *set* e o começo de outro, o intervalo passa a ser de 120 segundos. A polêmica da regra para muitos jogadores, acontece entre os pontos, onde os tenistas têm no máximo 20 segundos para repor a bola em jogo (pelo início do saque ou posicionamento do jogador recebedor) ou poderá ser penalizado pelo árbitro de cadeira várias vezes a cada falta por exceder o tempo permitido durante a partida (<http://www.itftennis.com/technical/publications/rules/overview.aspx>).

Para jogadores como Lukas Rosol e Rafael Nadal, por exemplo, o tempo para sua rotina entre os pontos é importante, assim como para outros, o menor tempo também é importante, o que nos leva a pensar na melhor maneira de se aproveitar esse tempo para que o jogador possa se recuperar do ponto que foi jogado e se preparar para o ponto seguinte (<http://tenisbrasil.uol.com.br/noticias/27759/Rosol-reclama-do-tempo-de-Nadal-entre-os-pontos/>).

Segundo Caldeira (2011), toda complexidade interna e externa ou jogo leva treinadores experimentados, jogadores de expressão mundial e outros especialistas, afirmarem que o tênis é um esporte cujo sucesso está fortemente relacionado aos aspectos mentais (CLETO, 201; FEDERER, 2010; PONTES, 2010; KUERTEN, 2010). Nesse sentido, alguns dos tenistas que almejam atingir elevados níveis de rendimento, buscam desenvolver seu lado mental envolvendo-se em trabalhos que visam elevar seu desempenho a partir de conceitos como motivação, controle da ansiedade, relaxamento entre outros.



## 2.1.2 Fatores Associados ao Desempenho

As melhorias do desempenho de atletas estão associadas com mudanças no córtex sensorial primário decorrentes da plasticidade que o treinamento promove nas conexões neurais existentes no cérebro. Onde, o controle dos gestos e processos esportivos acabam se desenvolvendo de forma automatizada (YARROW, BROWN e KRAKAUER, 2009).

Portanto, quanto mais refinado e treinado o movimento, maior a participação do gânglio basal no sistema neural em associação com o córtex. Todo este sistema envolve a formulação dos padrões motores, que depois do treinamento físico exaustivo acabam tornando-se automáticos (DIETRICH, 2004).

O tênis é um esporte bem complexo, cujo treinamento envolve uma série de fundamentos do jogo, englobando tantos fatores físicos quanto psicológicos. (KRAEMER et al., 2003). Onde, para se obter um ótimo desempenho, os atletas precisam desenvolver estas características de forma integrada, a fim de alcançar altos níveis de performance (KOVACS, 2007).

Por esta complexidade, além das demandas internas do jogo, o planejamento e a orientação do treino exige do treinador um elevado conhecimento destas características fundamentais para o bom desempenho do atleta. (BERGERON, 2003; KOVACS, 2006).

O suporte científico relacionado ao tênis ainda é escasso, a maioria dos estudos estão relacionados a fatores biomecânicos e fisiológicos, recuperação e intensidade dos treinos (EUCLYDES, DANTAS, MARINS e PINTO, 2005; KOVAC, ELLENBECKER e KIBLER, 2010; ELLIOT, 2006; FERNANDEZ, MENDEZ-VILLANUEVA e PLUIM, 2005).

Uma preparação física adequada é a meta de os treinadores, sendo que dentro deste contexto está o objetivo de fazer com que o atleta consiga uma adaptação mais rápida às condições de mudanças imediatas que o jogo apresenta. Esta aprendizagem para adaptação requer gastos energéticos e a diferenciação do atleta que se destaca é a de realizar da melhor forma a habilidade específica do esporte com menor gasto energético possível (MONTE e MONTE, 2007).

A utilização dos exercícios de caráter multilateral é um dos princípios fundamentais no ensino e no aperfeiçoamento da técnica esportiva (BALBINOTTI e MOTA, 2009). Neste sentido, preparadores físicos e treinadores tentam aprimorar os diversos estímulos de treinamento relacionados ao tênis. Como por exemplo: manutenção de competências técnicas e táticas, tempo de reação, resistência,

velocidade, força, explosão, exercícios específicos na quadra do jogo, biomecânica, fisiologia, tomada de decisão, entre outros (RODRIGUES FILHO, 2007).

Porém, esta é uma tarefa difícil. O calendário de um tenista profissional é repleto de competições, de acordo com Thiel et al. (2011) tenistas profissionais participam ao ano por volta de 50 a 90 partidas pela Associação de Tênis Profissional (ATP).

Ainda assim, por vezes, o número de partidas é incerto e há dificuldade em adequar o treinamento ao calendário esportivo, assim como respeitar a planilha de treinamento é fundamental para um bom desempenho do atleta, é dentro desta planilha que se encontram os períodos de recuperação onde as cargas de treinamento são adequadas de acordo com a demanda de treino do tenista (BUDGET, 1998).

Quando o período de recuperação não é respeitado, há riscos do surgimento de lesões, fadiga e até mesmo da instalação da síndrome do excesso de treinamento, onde o atleta pode levar semanas ou meses para se recuperar, podendo inclusive abandonar o esporte (GARRETT e KIRKENDALL, 2003).

Sendo assim, é considerável que o treinador ou preparador físico esteja ciente das mudanças fisiológicas que ocorrem no organismo do atleta em decorrência das demandas do treinamento, realizando diversas avaliações, tanto desportivas quanto clínicas.

### **2.1.3 Aspectos Fisiológicos**

Diversos são os aspectos fisiológicos relacionados ao tênis. Devido às características do esporte, é necessário incluir na planilha da preparação o treinamento de diversos fatores como resistência cardiorrespiratória (VO<sub>2</sub> máx.), física, velocidade, força, potência, agilidade entre outros (THIEL, et al., 2011).

As respostas fisiológicas decorrentes de um treinamento físico são comuns em todos os seres humanos, porém as razões e a forma como são deflagrados são diferentes, pois dependem de indivíduo para indivíduo. (SUETAKE et al., 2010). Neste sentido, o treinamento visa adaptações fisiológicas para melhoras de performance com períodos mais curtos de recuperação (MOURROT et al., 2004).

Para saber a condição geral em que o atleta se encontra, o treinador, antes de iniciar uma rotina de treinamento, deverá realizar uma bateria de avaliações com o mesmo, uma série de testes físicos, para medição de VO<sub>2</sub> máximo, testes de agilidade, velocidade, força,

resistência, entre outros (MARÃES, 2010). E de exames laboratoriais, para verificação de marcadores bioquímicos como cortisol ou lactato, níveis séricos de prealbumina, creatina kinase e testosterona para fins de detecção de alguma alteração relacionada a fadiga ou problema de saúde (HARTMANN e MESTER, 1998; MOUROT et al., 2004).

Apesar de altamente recomendados, alguns exames são caros e demorados para obtenção dos resultados (HARTMANN e MESTER, 1998; MOUROT et al., 2004). Neste sentido, apesar dos avanços nas pesquisas relacionadas a cargas de treinamento, ainda não foi identificado um marcador específico e confiável para monitorar estas cargas e evitar o surgimento da fadiga, isto porque nenhum parâmetro isolado é suficiente para predizê-la. Assim, o monitoramento do treinamento do atleta deve envolver uma avaliação multivariada para mensurar a adaptação às cargas de treino (FREITAS, MIRANDA e FILHO, 2009).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC), vem sendo utilizada como forma não invasiva, que fornece dados imediatos e quantitativos para determinar cargas de treinamento e análises de processos psicofisiológicos (ABAD et al., 2007).

Portanto, desenvolver o conhecimento dos processos psicofisiológicos que demonstre correlação do arranjo ideal de funções fisiológicas e cognitivas para uma determinada tarefa com o desempenho de tenistas em quadra pode oferecer aos especialistas do treinamento esportivo uma excelente ferramenta de trabalho na busca pela maximização do desempenho desses esportistas. Por isso, buscar parâmetros de origem fisiológica como a frequência cardíaca, que é de fácil mensuração e monitoramento, parece ser uma possibilidade real (CALDEIRA 2011).

## **2.2 Fadiga**

A fadiga tem como definição um estado físico e mental resultante de um esforço prolongado ou repetitivo que vem a repercutir em sistemas do organismo alterando as suas funções (KUBE, 2010). É caracterizada como uma desordem que surge quando há intensa demanda física ou mental sem que haja a devida recuperação do organismo (MAJER et al., 2008).

A fadiga pode ser caracterizada como periférica ou central. Quando ela é periférica, os fatores metabólicos afetam principalmente os músculos, podendo causar falhas musculares ou lesões (BERTOLASSI,

2007). Ainda, o indivíduo pode sofrer com alterações hormonais, como redução na resposta do cortisol ao hormônio adeno-corticotrófico (RIETJENS, et al., 2005) e aumento da suscetibilidade a infecções causadas por mau funcionamento do sistema imunológico (NEDERHOF, et al., 2006).

Quando é central pode afetar sistema nervoso central (SNC) e o sistema nervoso autônomo (SNA) (APOR, PETREKANICH e SZAMADO, 2009; HYNYNEN, et al., 2008). Com o SNC afetado, há queda de impulsos elétricos, que pode vir a desregular algumas de suas funções. No lobo frontal, por exemplo, que processa as funções executivas como a memória de trabalho e atenção seletiva há queda de rendimento. E, com o SNA, há também falha nos seus ajustes, podendo provocar, por exemplo, a queda da VFC (MIYIMOTO, 2010; THAYER e LANE, 2000).

Por isso, nota-se que os ajustes neurais do SNC para situações de estresse, fadiga e síndrome do excesso de treinamento estão diretamente ligados ao SNA (AUBERT, SEPS e BECKERS, 2003). Ou seja, quando há uma alteração neste sistema há alterações na VFC e no desempenho das respostas cognitivas.

Neste sentido, alguns autores se interessaram pelo estudo da VFC de atletas, visando ampliar os instrumentos para identificá-la e prevenir o surgimento da fadiga (APOR, PETREKANICH e SZAMADO, 2009; HYNYNEN et al., 2008). Isso porque o sistema nervoso autônomo apresenta respostas em decorrência do estresse gerado pelo exercício físico, e a VFC serve como parâmetro para quantificar estas respostas afim de evitar a fadiga (ALONSO et al, 1998).

Foi visto que a diminuição da VFC está relacionada com baixa recuperação e fadiga. Portanto, este marcador pode ser utilizado como parâmetro para quantificar o estresse físico e mental gerado pelo exercício, isto porque reflete uma resposta do sistema nervoso autônomo relativo às alterações de cargas, execuções sucessivas e fadiga (FREITAS, MIRANDA e FILHO, 2009). O controle dos dados da VFC parece particularmente adequado quando o objetivo é construir um modelo de periodicidade flexível que considera os eventos imprevistos pela competição (Rota, 2013).

Assim, torna-se ponderoso o estudo da VFC em atletas com fins de treinamento e redução do desgaste físico.

### **2.3 Sistema nervoso autônomo e variabilidade da frequência cardíaca**

Os sistemas cardíacos, vascular, e respiratório, dentre outros, adaptam-se às demandas do dia a dia, de modo a manterem nossas funções fisiológicas básicas. Esse funcionamento depende do sistema nervoso autônomo (SNA), que modula essas respostas e mantém a homeostase corpórea.

O SNA é responsável pela regulação homeostática através do equilíbrio de ativação entre o sistema nervoso simpático (SNS) e o parassimpático (SNP). Quando há uma situação de ameaça ou perigo, o SNS é acionado mobilizando o corpo para reagir. Porém, quando esta ativação é em excesso, ocorre um desequilíbrio do SNA, podendo afetar a imunidade, aumentando o risco de doenças infecciosas e prejudicando a consolidação de funções executivas como a memória de longo prazo (FRIEDMAN e THAYER, 1998; MCEWEN, 2000).

Dentre as principais técnicas para a avaliação do SNA está a variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Esta, tem sido frequentemente utilizada pela sua praticidade não-invasiva. Além disto, representa um bom marcador das alterações autonômicas quantitativas, tornando-se uma ferramenta fácil e acessível para propósitos de treinamento ou avaliações científicas produzidas em laboratórios (ACHTEN e JEUKENDRUP, 2003). A VFC tornou-se a denominação convencionalmente aceita como referência às variações no tempo de intervalo entre “batimentos normais” do coração (TASK FORCE, 1996).

Dessa maneira, o ritmo cardíaco varia ao longo do dia e também ao longo da vida. Através de diferentes sistemas de monitoramento cardiovascular, pesquisadores observam que esses intervalos entre os batimentos cardíacos, fornecem dados e variáveis que também são influenciadas por esses fatores, assim como pela idade, a hora do dia em que aconteceu a coleta, o sexo, a posição corporal (COHEN, MATAR, KAPLAN e KOTLER, 1999; SVED, 1999) assim como pelo uso de medicamentos ou substâncias psicoativas (SOWDEN e HUFFMAN, 2009).

Diversas pesquisas têm mostrado que a modulação autonômica, em função da reação aos estímulos ambientais, está relacionada ao nosso estado de saúde. A alta VFC indica boa adaptação do indivíduo ao meio, ou seja, os mecanismos autonômicos daquela pessoa estão eficientes, ao passo que a baixa VFC, sinaliza má adaptação ou insuficiente adaptação do SNA ao meio, o que pode estar relacionado a alguma disfunção no

balanço autonômico e demanda maiores investigações (VANDERLEI et al., 2009).

Em situações de repouso, há predomínio da ação parassimpática sobre o coração. Sempre que necessário, a ativação simpática desencadeia respostas fisiológicas de reação, que provocam aceleração do batimento cardíaco e aumento da frequência cardíaca. É importante frisar que o aumento dos batimentos cardíacos também pode ocorrer em função da desativação parassimpática. A relação inversa – ativação parassimpática ou diminuição na ativação simpática – também é válida para a diminuição na frequência cardíaca (GONDONI et al., 2006; 2008; Sved, 1999).

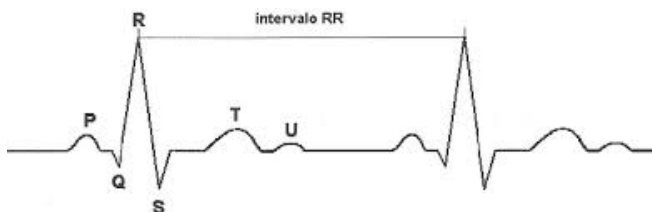
O estudo da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma ferramenta útil na prescrição do treinamento esportivo, tanto para ajustes de cargas quanto para acompanhamento da modificação dos processos psicofisiológicos desencadeados pelo treino. É um meio não invasivo de mensuração da função autonômica cardíaca e serve como parâmetro para quantificar as respostas ao exercício físico (ALONSO et al, 1998). Justamente por ser uma medida não invasiva do sistema nervoso autônomo (SNA), vem a auxiliar na identificação de uma baixa recuperação do atleta, antes que resulte em um quadro mais complicado, que seria a fadiga crônica (BAUMERT, et al., 2006).

A VFC é resultado da interação entre o SNS e SNP, seu valor é mensurado através da variância dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos denominados intervalos R-R (SBISSA, 2010). Sugere-se que, quanto maior a VFC, melhor as condições de um indivíduo enfrentar determinada situação. Neste sentido, os índices da VFC podem ser indicadores de adaptabilidade, já que há uma eficiência do controle homeostático pelo sistema nervoso autônomo (TEIXEIRA, 2008). Dessa forma, o monitoramento da VFC pode ser uma ferramenta interessante no registro de dados psicofisiológicos mediante determinadas situações (VANDERLEI et al., 2009).

A verificação e registro da VFC são medidos por meio de equipamentos como eletrocardiograma, holter, alguns frequencímetros atuais e até mesmo por aplicativos em *smartphones* (aparelhos de telefone celular inteligentes). Durante o funcionamento do coração, existem alterações das atividades elétricas em relação à contração e despolarização de átrios e ventrículos. Para cada assinatura energética decorrente do funcionamento cardíaco atribui-se uma letra alfabética Q, R, S, T na ordem com que são observadas pelo eletrocardiograma. É característico destas alterações enérgicas, quando observadas graficamente, um pico de energia muito superior aos demais. Desta

forma, por seu destaque, a onda R tornou-se o ponto de referência para o início da contagem do tempo que perdura até o próximo pico do complexo QRS. A principal diferença entre o eletrocardiograma e o freqüencímetro é que, enquanto o primeiro faz o registro de toda a atividade elétrica do coração, o segundo detecta apenas o sinal de maior amplitude o pico QRS. Mesmo assim, ambos os aparelhos podem ser utilizados para a verificação da VFC.

**Figura 1** – Complexo QRS.



(<http://hagamoselectronica.blogspot.com.br/2011/06/prototipo-de-un-cardiotacometro-parte-1.html>) de 09/06/2011

Os intervalos R-R são registrados em milissegundos e modulados pelo SNA, por meio da ação dos ramos simpático e parassimpático, com flutuações temporais entre as duas contrações ventriculares consecutivas. O objetivo de mensurar a VFC é a possibilidade de observar a adaptação fisiológica do sistema cardiovascular, batimento a batimento, no intuito de monitorar, de forma não-invasiva, situações que afetam o SNA. O tempo transcorrido entre duas ondas R consecutivas, não é constante e não deve ser confundida com arritmias cardíacas (ACHTEN et al, 2003).

**Figura 2** – Variação de intervalos R-R.



([http://www.polar.com/e\\_manuals/CS600X/Polar\\_CS600X\\_user\\_manual\\_Portugues/ch12.html](http://www.polar.com/e_manuals/CS600X/Polar_CS600X_user_manual_Portugues/ch12.html))

Acredita-se que, em situação de repouso, indivíduos saudáveis apresentem uma predominância da atividade parassimpática. No começo do exercício, o ajuste inicial depende da retirada do tônus vagal, do aumento da atividade dos nervos simpáticos, da intensidade e tempo de execução da atividade. Durante o exercício há um aumento da FC devido a diminuição da atuação do SNP e assim que a intensidade for aumentando, há um incremento na atividade nervosa simpática (LEVY, et al., 1998). Ao término da atividade há a volta da predominância do SNP e queda no SNS. Porém, se o indivíduo encontra-se em situação de fadiga, há um desequilíbrio neste sistema, que pode ser verificado por meio das análises da VFC.

## **2.4 Índices da VFC**

A análise da VFC, ou seja, da medida de variação entre cada batimento sinusal sucessivo, pode ser feita através de métodos lineares ou não-lineares. Os métodos lineares dividem-se em 2 modalidades de análise: domínio do tempo (feita através de índices estatísticos e geométricos) ou domínio da frequência.

### **2.4.1 Domínio do Tempo (TASK FORCE, 1996; KAWAGUCHI et al., 2007; VANDERLEI et al., 2009):**

- a) SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo;
- b) SDANN: desvio padrão das médias dos intervalos R-R normais obtida a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo;
- c) RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos, em um intervalo de tempo;
- d) SDNN índice ou SDNNi: média de todos os desvios-padrão dos intervalos R-R normais obtidos de 5 em 5 minutos;
- e) NN50: Intervalos R-R adjacentes com diferença de duração maior que 50ms.

### **2.4.2 Domínio da frequência (TASK FORCE, 1996; KAWAGUCHI et al. 2007):**

- a) Very low frequency (VLF, “frequência muito baixa”) e ultra low frequency (ULF, “ultrabaixa frequência”): índices pouco



utilizados pela sua carente explicação fisiológica que parecem ser mediados pela termorregulação e o sistema renina-angiotensina-aldosterona;

b) Low frequency (LF, “baixa frequência”): varia entre 0,04 a 0,15Hz e traduz a ação simpática e parassimpática, havendo predomínio do simpático;

c) High frequency (HF, “alta frequência”): varia entre 0,15 e 0,40Hz e sinaliza a ação do tônus vagal, mostrando a influência parassimpática sobre o nó sinusal (coração) e na modulação respiratória.

Os métodos lineares podem ser avaliados por diversos softwares, como o HRV Analysis, que pode ser obtido gratuitamente na internet (<http://kubios.uef.fi>).

### 2.4.3 Domínio Não Linear

Os métodos não lineares são os que predominam nos sistemas humanos, em razão da sua natureza complexa e dinâmica, que não podem ser descritas por métodos lineares. A medida mais utilizada neste sistema é: SD1, SD2 e o D2, também chamado de *correlation dimension* (VANDERLEI, et al., 2009; ROQUE, 2009). Onde,

a) SD1: Indica o grau de dispersão dos valores de RR. Quanto maior a dispersão, maior a VFC, é um índice que está relacionado com o SNP;

b) SD2: Quanto maior o valor de SD2, maior a dispersão e maior a VFC. Está relacionado com o SNP e o SNS;

c) D2: Esta variável indica o grau de resiliência de um indivíduo durante a execução de uma tarefa. Entende-se por resiliência uma forma simplificada do organismo em se adaptar a uma nova situação.

Estes índices da VFC podem ser treinados por meio do ensino do controle de padrões das respostas fisiológicas, ou *biofeedback*. O treino visa o aumento da VFC e a promoção do balanço do sistema nervoso autônomo entre LH/HF, onde o indivíduo terá uma melhora em suas funções fisiológicas e psicológicas (SUTARTO, WAHAB e ZIN, 2010). Dentro deste contexto, a respiração pode ser uma ferramenta utilizada para controle da VFC.

## 2.5 Respiração

A respiração é uma característica fundamental em todos os seres vivos. Nós podemos sobreviver determinado tempo sem alimentação, mas não conseguimos ficar sem respirar por mais de alguns poucos minutos. A respiração tem sido tema de estudos em áreas como a medicina, os esportes, a filosofia e que passam de pessoas comuns até grandes pensadores, das mais antigas civilizações, às culturas mais diversas, a exemplo dos filósofos na antiga Grécia ou tradições milenares como o Yoga, que acumularam importantes informações para homem que se acumulam na linha do tempo.

Como visto no tópico anterior, a frequência cardíaca varia naturalmente de acordo com a respiração (RSA – arritmia sinusal respiratória), com nossas atividades diárias, aumentando em situação de prática de atividades físicas ou sob estresse mental e ainda, reduz durante o sono (variação circadiana). Conforme estas atividades diárias são desempenhadas, o organismo busca o equilíbrio através do aumento ou da redução da VFC (AUBERT e VERHEYDEN, 2008).

A capacidade de enfrentamento a situações aversivas tem relação com a regulação homeostática do organismo, onde a homeostase tem um papel importante na adaptação humana pois serve como ferramenta para detectar condições normais e patológicas. Esta regulação é influenciada pela modulação do sistema nervoso autônomo (SNA) que se altera de acordo com as condições ambientais as quais o sujeito está exposto (VANDERLEI, et al., 2009).

Estudos de Lin, Tai e Fan (2014) revelam que uma respiração padronizada está associada a uma maior VFC. Neste sentido, aprender a controlar a respiração pode ser uma técnica alternativa e eficaz atuante na regulação do SNA, pois a arritmia sinusal respiratória influencia na ativação do SNP. Apesar de sua importância, de acordo com Neto (2011), as técnicas de respiração ainda carecem de estudos que as associem com aspectos psicofisiológicos dos sujeitos, voltando-se para práticas de relaxamento, meditação, hipnose, entre outras. Ainda assim, Lackner et al. (2011) estudaram os efeitos da sincronização da respiração no SNS e SNP durante teste cognitivo e verificaram que a respiração influencia nestes sistemas.

Atualmente, a tecnologia passa cada vez mais a fazer parte do dia a dia das pessoas nas mais variadas formas. Sobre a respiração Golleman (2014) cita:

“A que a Universidade de Stanford tem um Laboratório de Tecnologia

Tranquilizante que se foca em artifícios que incorporem o foco atento e sereno. Com um desses tranquilizadores, o programa “respirador”, a pessoa veste um cinto que detecta seu ritmo de respiração. Se uma caixa de entrada lotada provocar o que o desenvolvedor chama de “*apneia do e-mail*” um aplicativo do *IPhone* o ajuda a realizar exercícios focados que acalmam a sua respiração – a sua mente.”

O modelo de monitoramento psicofisiológico é importante, por ser uma fonte rica de informações sobre o indivíduo, onde os dados obtidos da variabilidade da frequência cardíaca ajudam-nos a compreender e interpretar informações do sistema nervoso central que são fundamentais para uma compreensão multifacetada sobre desempenho e sua complexidade (FRONSO, et al., 2013).

Especificamente no tênis, Peden (2010) cita que a tensão muscular pode causar um “aperto” na respiração, tornando-a demasiado rápida e superficial o que significa fatigar facilmente.

### **2.5.1 Exercícios de Respiração**

A utilização de técnicas voluntárias de controle de respiração já é utilizada há muito tempo em tradições médicas remotas. Atualmente, a utilização dessas técnicas está vinculada ao aumento da capacidade de enfrentamento de situações aversivas de diversos contextos, e acabam por ocasionar melhorias em situações como redução de estresse e ansiedade (HERNANDES, 2008; NETO, 2011; NETO et al, 2012; SANTOS et al, 2008).

No esporte, as principais técnicas de respiração buscam com que o atleta ou praticante de atividade esportiva, possa melhorar seu desempenho utilizando todo potencial respiratório. Essas técnicas podem estar associadas ao treinamento específico antes, durante ou depois das sessões de treino ou competição, assim como em períodos fora das sessões de treino. Técnicas respiratórias como a de inspirar ou expirar na fase concêntrica e até bloquear a respiração no momento do exercício, podem influenciar, por exemplo no treinamento de força (COELHO e COELHO, 1999).

No caso específico desse estudo a técnica utilizada foi para se alcançar a coerência cardíaca, na qual o participante executava a fase de expiração em um tempo maior que a de inspiração, com o objetivo de aumentar a ativação do sistema parassimpático do organismo. Segundo estudos, o aumento da atividade parassimpática ajuda na tomada de decisão, controle das emoções e cognição dos atletas durante as competições (TEIXEIRA, 2015; SBISSA, 2014; MATOS, 2013; MONTE, 2014).

### **2.5.2 Coerência Cardíaca**

Com auxílio de computadores, ficou mais fácil avaliar as variáveis da VFC. As análises matemáticas dos intervalos R-R transformadas em domínio da frequência possibilitam distinguir o sistema simpático do parassimpático. Assim, tornou-se possível identificar situações de estresse emocional, onde por exemplo, uma pessoa com raiva ou pensamentos negativos apresentam maior ativação do sistema simpático, enquanto uma pessoa saudável e em repouso, do parassimpático (TILLER, MCCRATY e ATKISON, 1996).

A partir destas avaliações, surgiram métodos de treinamento para que o SNA apresente maior equilíbrio, na redução de estresse, fadiga, hipertensão, entre outros. Sendo que, uma forma de regular esse sistema como visto anteriormente, seria por meio da respiração. Estudos sugerem que a frequência ideal para uma boa coerência é a de 0,1 Hz da VFC (COURTNEY, COHEN e DIXHOORN, 2011; LACKNER et al., 2011).

A coerência está relacionada com a sincronização da respiração com o batimento cardíaco. Neste sentido, o treino da respiração controlada, poderia induzir na diminuição da ativação simpática elevada melhorando o equilíbrio do SNA (MCCRATY, ATKINSON, TOMASINO e BRADLEY, 2009).

Existem outras formas de se chegar na coerência, como meditação e ioga por exemplo, porém a respiração com biofeedback cardiovascular é bastante utilizado por pesquisadores (TILLER, MCCRATY e ATKISON, 1996). Bernardi, et al. (2001) utilizaram um protocolo de respiração lenta (6 respirações por minuto) em pacientes com insuficiência cardíaca crônica e verificaram melhora no consumo de oxigênio e na tolerância ao exercício físico.

Apresentemente, o protocolo mais indicado para se alcançar a coerência é o citado anteriormente, de 6 respirações por minuto. Diversos estudos sugerem esta técnica para chegar no objetivo desejado que é a frequência de 0,1Hz (LEHRER, VASCHILLO, TROST e FRANCE, 2009; LEHRER et al., 2003; SONG e LEHRER, 2003; VASCHILLO et al., 2006).

Seguindo um protocolo de seis respirações por minuto, Bratley et al. (2010) verificaram um aumento na coerência cardiovascular de estudantes, melhorando sua estabilidade emocional e desempenho escolar. Lehrer, Vaschillo, Trost e France (2010) realizaram o mesmo protocolo de respirações em adultos saudáveis que conseguiram alcançar a frequência de 0,1Hz. Já Lagos et al. (2008), utilizou um protocolo de 4.5, 5.0, 5.5, e 6.0 respirações por minuto com biofeedback cardiovascular para redução de ansiedade em um atleta de 14 anos. Os autores verificaram aumento na VFC, melhoras afetivas, fisiológicas e de desempenho do atleta.

Verifica-se que, por mais indicado as seis respirações por minuto, o ritmo respiratório para se alcançar a coerência cardíaca varia de pessoa para pessoa, podendo se modificar até no mesmo sujeito em momentos diferentes. Por isto a importância do acompanhamento da VFC para acompanhar o sucesso do treinamento (MCCRATY, ATKINSON, TOMASINO e BRADLEY, 2009).

Com o auxílio do monitoramento é possível verificar por meios quantitativos como está, por exemplo, o balanço entre LH/HF. Onde, quando o sujeito atingir uma frequência de 0,1Hz por meio da respiração, é capaz de atingir a coerência cardíaca (LEHRER, VASCHILLO, TROST e FRANCE, 2009).



## 3 MÉTODO

### 3.1 Tipo de Estudo

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, de objetivo analítico descritivo, cujos procedimentos de coleta de dados estão baseados no delineamento do tipo sujeito único, ou mais especificamente no *single-subject research design*. É o tipo de pesquisa que pode ser usada com apenas um participante durante todo o estudo de pesquisa. O grande diferencial é que esse tipo de estudo permite o pesquisador identificar as diferenças entre causa e efeito relacionada entre as variáveis. Essa opção é valiosa quando o pesquisador quer obter respostas de causa e efeito em situações aplicadas (GRAVETER; FORZANO, 2009).

Generalizando o conceito, isso significa por exemplo que a demonstração de um determinado tratamento (variável 1) implementada ou manipulada pelo pesquisador causa uma mudança nas respostas ou comportamento do participante (variável 2).

Como conceitos básicos existem os estudos classificados como AB, ABAB ou suas variações, dependendo do delineamento e ou suas mudanças: esses específicos delineamentos são representados por uma sequência de letras, representando a fase em que se encontram; no caso a letra A representa a fase de base, a letra B a da intervenção ou tratamento (AB); pode se então retornar a fase A para verificar novamente o início da observação e ou então novamente aplicar a intervenção B, criando assim o delineamento ABAB (GRAVETER; FORZANO, 2009), no caso, neste estudo foi adotado o delineamento ABA.

Quanto aos objetivos será descritiva e exploratória, pois busca o delineamento de novas abordagens para objetos pouco conhecidos e a compreensão de uma instância específica.

As variáveis estudadas serão a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) e a respiração. Onde a variável 1 (intervenção) será a respiração e a variável 2 será a VFC antes e depois do treinamento em quadra.

### **3.2 Participantes do estudo**

Foram avaliados 3 tenistas juvenis de 17, 18 e 22 anos de idade do sexo masculino classificados no ranking da Confederação Brasileira de Tênis (CBT). Os participantes foram selecionados de forma não probabilística e por acessibilidade ou por conveniência (COOLICAN, 2004), de acordo com os critérios estabelecidos pelo pesquisador e da disponibilidade dos atletas em participar da pesquisa.

Apesar deste tipo de estudo ser suficiente apenas 1 participante o pesquisador preferiu realizar a coleta com 3 atletas para garantir a consistência dos dados, pois durante os treinamentos podem ocorrer imprevistos como lesões, faltas nos treinos e outras situações que fogem do controle do pesquisador.

#### **3.2.1 Aspectos éticos**

Respeitaram-se todos os parâmetros éticos em investigações com seres humanos. Os participantes foram informados da pesquisa antecipadamente e tiveram todas as dúvidas sobre o estudo respondidas para o início da coleta dos dados. Por ter um participante menor de idade, os pais do mesmo foram informados igualmente da pesquisa e as dúvidas novamente respondidas.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (CAEE: 37188014.0.0000.0114) com parecer aprovado em 17/10/2014 (anexo 1).

### **3.3 Instrumentos**

#### **3.3.1 Monitor de frequência cardíaca Polar® modelo RS 800**

Os tenistas foram avaliados por meio de um monitor de frequência cardíaca modelo Polar RS 800. Esse monitor de FC grava os intervalos R-R.

Os equipamentos (Figura 03) se resumem em uma cinta torácica elástica que transmite os dados por meio de uma unidade transmissora para um monitor de pulso (relógio Polar), armazenando assim os dados. Esses dados são novamente transferidos para um computador por meio de sinal infravermelho próprio do equipamento, utilizando um flash



drive para o *software Polar Precision Performance* que registra os índices de VFC, onde foram tabulados e analisados posteriormente.

**Figura 3** – Cinta torácica, relógio monitor que capta a variabilidade da frequência cardíaca utilizado para a coleta dos dados dos atletas e flash drive para transferência dos dados para o computador.



### 3.3.2 Pacer / Aplicativo para respiração

Durante a fase de intervenção, os tenistas utilizaram um aplicativo (*App*) baixado pela internet nos telefones celulares de cada um para auxiliar como um marca-passo (treinamento) da respiração de acordo com o protocolo proposto pelo pesquisador.

O *App* adotado foi o *Heart Rate + Coherence* que pode ser encontrado na loja virtual da *Apple Store* (<http://store.apple.com/br>). Foi escolhido este aplicativo pela simplicidade de uso (monitora os batimentos cardíacos pelo contato do dedo indicador no dispositivo de flash da câmera do telefone), por informar a coerência cardíaca no momento do uso simultaneamente e por ser compatível com o *smartphone* que os tenistas possuíam (*iPhone, Apple®*).

Figura 4 – Captura de tela do *Smartphone iPhone*



### 3.3.3 Software Kubios

Os índices da VFC foram obtidos a partir dos relatórios advindos do *software Kubios HRV version 2.0* desenvolvido pelo Department Physics University of Kuopio (Finland) (Niskanen et al., 2004) como visto na Figura 05.

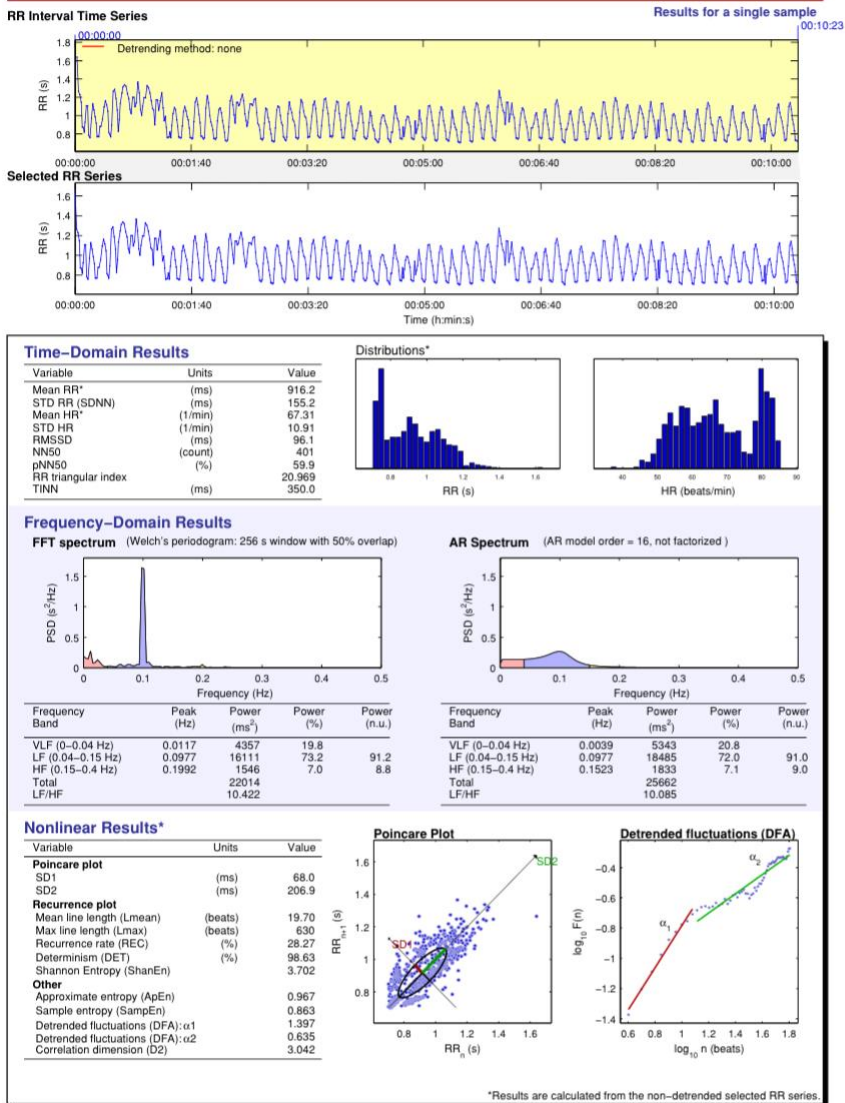
Esses relatórios foram gerados de acordo com os dados previamente armazenados pelo *software Polar Precision Performance*.

Figura 5 – Exemplo de relatório gerado pelo software Kubios.

## HRV Analysis Results

DouglasA0407coerencia.txt – xx/xx/xx – xx:xx:xx

Page 1/1



### 3.4 Procedimentos Operacionais

Os participantes foram avaliados diariamente por 6 semanas durante todo o estudo da seguinte maneira:

Na primeira e segunda semana, fase essa, chamada de Antes dos exercícios de Respiração (AR), os participantes tiveram os dados da VFC coletados por 12 minutos antes dos treinamentos como forma de referência da VFC. A coleta inicial foi feita no momento anterior ao aquecimento, em estado de repouso assim que os tenistas chegavam no centro de treinamento.

Na terceira e quarta semana, que foi chamada de fase de Exercícios de Respiração (ER) os participantes foram submetidos a uma intervenção com exercício diário de respiração antes do início do aquecimento para os treinos. Esse exercício foi feito com a utilização do aplicativo instalado anteriormente apenas como forma de marcar o tempo da respiração.

Durante a fase de intervenção os participantes passaram inicialmente por um período de adaptação de 2 dias, onde nos 5 primeiros minutos, experimentaram sentir-se confortáveis com o ritmo da respiração (exemplo: um ciclo de respiração em 10 segundos sendo que o sujeito inspira em 3,5s, pausa em 0,5s, expira em 5,5s e pausa em 0,5s). Os participantes treinaram o ritmo respiratório e observaram a frequência respiratória que se aproximou da manutenção da coerência cardíaca. A partir deste momento praticaram a respiração em coerência por mais 5 minutos. Do terceiro dia em diante realizaram seu ritmo “ideal” por 12 minutos antes dos treinamentos.

Na quinta e sexta semana foi repetido o mesmo processo da primeira e segunda semana para assim poder analisar os dados e as possíveis diferenças entre os resultados obtidos. Para essa etapa foi dado o nome de Depois dos exercícios de Respiração (DR).

A coleta dos dados foi desenvolvida no Período matutino entre às 08:00 e 08:30 (horário de chegada dos participantes). O local da coleta estava bem iluminado, silencioso e com a temperatura ambiente.

O procedimento aconteceu da seguinte maneira: os participantes ao chegarem no centro de treinamento se dirigiam a uma sala onde colocavam a cinta torácica elástica e se sentavam confortavelmente em uma cadeira, sendo orientados a não se movimentar, não conversar, não ouvir música ou utilizar outro aparelho que pudesse alterar sua respiração natural.

Após esse momento o cronômetro do relógio (monitor Polar) era ligado para captação dos dados da VFC até que o tempo fosse

alcançado e o participante liberado para seu treinamento da modalidade. Apenas nas semanas 3 e 4 o exercício anterior aos treinos era diferente, com a intervenção da respiração, sendo utilizado um aplicativo no telefone celular, que auxiliava o participante no ritmo da respiração e indicava se o participante estava em “coerência” com a respiração. Nos outros casos o exercício de sentar e respirar normalmente era sempre o mesmo.

Segue abaixo Tabela 01 referente a forma e característica de coleta:

**Tabela 1** – Forma e característica da coleta

Semanas	Etapas	Coleta dos dados da VFC antes dos treinamentos
I	AR	12 minutos – respiração normal
II		12 minutos – respiração normal
III	ER	12 minutos – Exercícios de respiração
IV		12 minutos – Exercícios de respiração
V	DR	12 minutos – respiração normal
VI		12 minutos – respiração normal

**Legenda:** AR = antes dos exercícios de respiração; ER = exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.

### 3.4.1 Tabulação e análise dos dados

Os dados armazenados de cada dia dos participantes foram transferidos via infravermelho para o *software Polar Precision Performance*. A seguir os registros foram novamente transferidos para o formato .txt para que o software *Kubios*, pudesse ler esses dados e gerar os relatórios individuais de todas as coletas. Com os relatórios prontos (foi utilizado como padrão em todo o tratamento do software *Kubios* um filtro nível médio eliminar os artefatos, ou seja, ruídos que interferem nos dados), os dados foram reorganizados em uma nova tabela pelo *software Excel*, para assim ser analisada pelo software estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 21.0.

Os resultados obtidos nessa pesquisa são apresentados em 3 partes. Na primeira parte a amostra é caracterizada. Na segunda parte são descritos os resultados dos participantes obtidos na coleta dos dados. A terceira parte mostrará os dados em gráficos com os participantes

sendo colocados lado a lado para facilitar a visualização dos resultados encontrados em cada índice da VFC (apresentado nos três domínios: domínio de tempo, domínio de frequência e métodos não-lineares)

Para a apresentação dos resultados, serão mostradas as análises descritivas com os dados finais referentes as medidas de tendência central e medidas de dispersão. Como o próprio nome já diz, as medidas de tendência central são aquelas que indicam a localização dos dados, ou seja, onde eles se distribuem em uma amostra, apresentando as informações de forma resumida.

Os valores numéricos que determinam essa distribuição são representados pela média (aritmética), mediana e moda. A média aritmética resume o conjunto de dados em termos de uma posição central ou valor típico, mas, em geral, não fornece informação sobre outros aspectos da distribuição. A mediana avalia o centro de um conjunto de valores, sob o critério de ser o valor que divide a distribuição ao meio, deixando os 50% menores valores de um conjunto de um lado e os 50% maiores valores do outro lado. (BARBETTA 2012). Moda é a medida de tendência central que consiste no valor observado com mais frequência em um conjunto de dados (<http://educacao.uol.com.br/matematica/estatistica-moda-mediana.jhtm>). Dependendo da situação é mais conveniente usar a média, mediana ou moda e nesse caso será utilizado a média para análise dos dados.

De acordo com Barbetta (2012), em geral, dado um conjunto de valores, a média é a medida de posição central mais adequada, quando se supõe que esses valores tenham uma distribuição razoavelmente simétrica, enquanto a mediana surge como alternativa para representar a posição central em distribuições muito assimétricas. Muitas vezes, calculam-se ambas as medidas para avaliar a posição central sob dois enfoques diferentes, como também para se ter uma primeira avaliação sobre assimetria da distribuição.

As medidas de dispersão fornecem informações complementares à informação da média aritmética. No caso desse estudo será utilizado o desvio padrão. O desvio padrão fornece informação sobre a dispersão (variância ou heterogeneidade) dos valores (BARBETTA, 2012) e sua principal qualidade é a capacidade de comparação de distribuições diferentes.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Caracterização da amostra

Os participantes do estudo foram tenistas juvenis, devidamente registrados na Confederação Brasileira de Tênis (CBT) e que participavam de competições oficiais no âmbito nacional e internacional.

Foram convidados 3 tenistas utilizando dois critérios principais: o primeiro deles é a homogeneidade entre os participantes, ou seja, as características básicas de idade, sexo, nível de jogo, tempo de treinamento, tempo de descanso entre as sessões, assim como os dias e horas de treinamento em quadra e preparação física, foram os mesmos entre eles. O segundo critério foi a presença dos mesmos durante todos períodos do estudo, fato este muito difícil de ocorrer, pois o tenista dificilmente fica 6 semanas sem viajar para competições, devido à grande quantidade de torneios que eles disputam durante o ano.

Os três participantes alegaram gozar de ótimas condições de saúde, informando ainda que não fazem uso de nenhum tipo de medicamento que possa influenciar nos dados da pesquisa.

A idade média dos participantes foi de 19 anos ( $dp=2,6$ ), com os participantes tendo 17, 18 e 22 anos respectivamente. A idade média do início de prática no tênis foi de 6,3 anos ( $dp=0,6$ ). O tempo médio de prática em competições foi de 8,7 anos ( $dp=1,2$ ), sendo que os três participantes treinavam por 6 vezes na semana ( $dp=0,0$ ).

A Tabela 2 descreve os valores referentes a idade no período de coleta (ID), a idade de início de prática no tênis (IPT), o tempo de prática em competições (TPC) e o tempo de treinamento semanal.

**Tabela 2** – Caracterização da amostra

Participantes	ID (anos)	IPT (anos)	TPC (anos)	TS (dias)
Participante 1	22	7	10	6
Participante 2	18	6	8	6
Participante 3	17	6	8	6
Média	19	6,3	8,7	6
Desvio Padrão	2,6	0,6	1,2	0

**Legenda:** ID = idade atual; IPT= idade de início de prática no tênis; TPC= tempo de prática em competições; TS= treinamento semanal

Durante o período regular de treinos em um centro de treinamento de tênis, acontecem alguns imprevistos naturais como por exemplo, a chuva, falta de condições da quadra para treinos, compromissos pessoais do atleta, ou outros fatores que fazem com que as coletas dos dados não sejam no mesmo número para todos participantes. Além disso, como a participação dos atletas foi inteiramente voluntária, o participante 3 desistiu da pesquisa na fase da reavaliação por decisão pessoal. Devido a esse motivo serão apresentados os dados dos resultados apenas dos participantes 1 e 2. Os dados referentes à quantidade de coletas individuais estão representados na Tabela 3:

**Tabela 3** – Número de coletas de cada participante

	Participante 1	Participante 2	Participante 3	<b>Total</b>
AR	12	11	10	<b>33</b>
ER	12	12	12	<b>36</b>
DR	12	8	-----	<b>20</b>
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>89</b>

**Legenda:** AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração; **Total** = Número de coletas total da pesquisa



## 4.2 Resultados das coletas dos índices da VFC

A tabela a seguir mostra os dados referentes aos índices da VFC coletados do participante 1.

**Tabela 4** – Dados dos índices da VFC obtidos pelo participante 1.

Variável	Participante 1					
	AR		ER		DR	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
R-R	942,99	± 59,16	867,46	± 25,87	909,38	± 59,79
RMSSD	96,64	± 18,04	87,35	± 07,57	87,56	± 21,25
NN50	404,75	± 41,87	357,33	± 46,75	393,16	± 52,82
LFHF	1,64	± 0,44	9,23	± 1,88	2,16	± 1,06
SD1	66,48	± 11,19	61,73	± 5,60	62,15	± 16,31
SD2	162,31	± 27,25	188,5	± 23,40	156,29	± 22,19
D2	3,57	± 1,19	3,28	± 0,28	3,64	± 0,73

**Legenda:** AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração; **DP** = desvio padrão

Na Tabela 5 pode-se observar, da mesma maneira, os valores dos índices da VFC obtidos pelo participante 2.

**Tabela 5** – Dados dos índices da VFC obtidos pelo participante 2.

Variável	Participante 2					
	AR		ER		DR	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
R-R	807,68	± 45,73	785,55	± 45,52	744,19	± 62,01
RMSSD	68,46	± 17,09	77,95	± 7,81	53,45	± 16,69
NN50	355,16	± 73,01	344,16	± 33,70	368,72	± 23,26
LFHF	1,79	± 0,68	6,65	± 1,83	2,57	± 1,46
SD1	47,63	± 11,82	55,15	± 5,53	38,97	± 12,53
SD2	121,58	± 19,92	170,27	± 21,24	94,63	± 19,06
D2	4,22	± 0,26	2,82	± 0,15	3,74	± 1,29

**Legenda:** AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração; **DP** = desvio padrão

### 4.3 Análise descritiva

Apesar de terem sido avaliados separadamente, para melhor visualização e posterior análise dos resultados encontrados, os dados dos participantes 1 e 2 serão apresentados no mesmo gráfico, facilitando assim a observação de como os mesmos reagiram durante as três etapas do estudo.

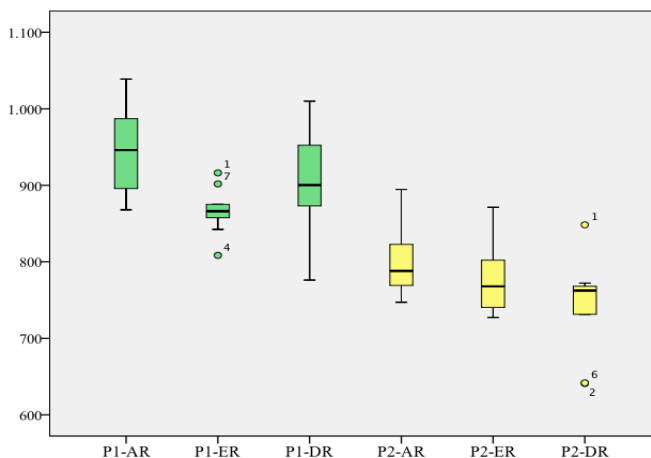
Através do gráfico tipo *Bloxplot* ou gráficos de caixas, pode-se observar como as variáveis são distribuídas em relação à homogeneidade dos dados, valores de tendência central, valores máximos e mínimos e valores atípicos se existirem. Quando a caixa ou “corpo” do gráfico é muito pequena, significa que os dados são muito concentrados em torno da mediana (traço na parte de dentro do corpo do gráfico) e se a caixa for grande, significa que os dados são mais heterogêneos.

Isso possibilita que ao olhar para o gráfico já se tenha uma idéia de como se comportou os dados de cada participante durante todas as semanas de coleta e assim comparar os dados entre as etapas do estudo.

#### 4.3.1 Análises descritivas no Domínio do tempo

O Gráfico 1 representa o primeiro índice avaliado, que foram os intervalos R-R. Na análise desse gráfico, pode-se ver que o participante 1 obteve resultados numéricos mais elevados que o participante 2 durante todas as etapas do estudo. Também pode-se verificar que o participante 1 obteve dados muito mais concentrados na fase dos exercícios de respiração do que o participante 2. Da mesma maneira pode-se observar que na terceira etapa do estudo o participante 2 obteve mais homogeneidade dos dados do que o participante 1. Ao realizar testes comparando as etapas, verificou-se que houve diferenças significativas ( $p=0,002$ ) apenas nas etapas do participante 1 entre os dados de Antes da Respiração (AR) para os Exercícios de Respiração (ER) e para a etapa dos Exercícios de Respiração (ER) e Depois dos exercícios de Respiração ( $p=0,026$ ). O nível de significância estatística desse e de todos os outros testes de comparação foi fixado em 5% ou  $p<0,05$ .

**Gráfico 1** – Índice R-R dos participantes 1 e 2.

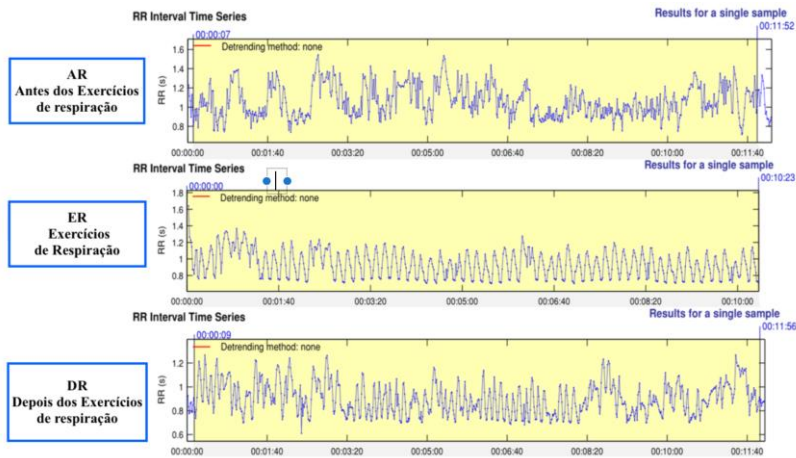


**Gráfico 1**

**Legenda:** ■ Participante 1; ■ Participante 2; AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.

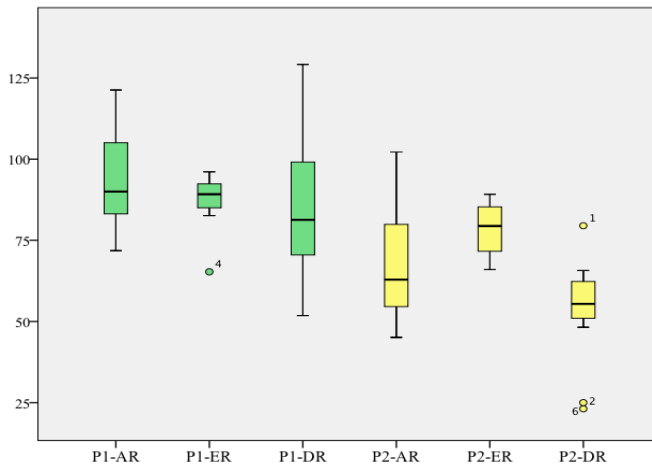
A Figura 6 exemplifica uma parte do relatório gerado pelo *Software Kubios*. Nessa figura são mostrados os gráficos dos intervalos R-R referentes ao participante 1 com um de seus índices verificados nas três fases. Nota-se que na etapa dos Exercícios de Respiração (ER), a linha se torna muito uniforme ao passo que na etapa Antes dos exercícios de Respiração (AR) a linha está irregular. Já na terceira etapa (DR), a linha aparenta estar regular, o que pode indicar que a etapa de Exercícios de Respiração serviu como um “treinamento” para a fase seguinte.

Figura 6 – Participante 1 – Intervalo R-R.



O índice RMSSD, que atua como sinalizador do sistema nervoso parassimpático e é utilizado como marcador para identificar fadiga, mostrou apenas uma diferença estatisticamente significativa ( $p=001$ ) entre as etapas de Exercício de Respiração (ER) e Depois dos Exercícios de respiração (DR) do participante 2. Entretanto no participante 1, pode-se observar no gráfico uma maior concentração nos resultados obtidos durante os Exercícios de Respiração (ER), o que significa uma homogeneidade no padrão, ou seja, que o participante 1 manteve seu ritmo respiratório constante durante o tempo da coleta.

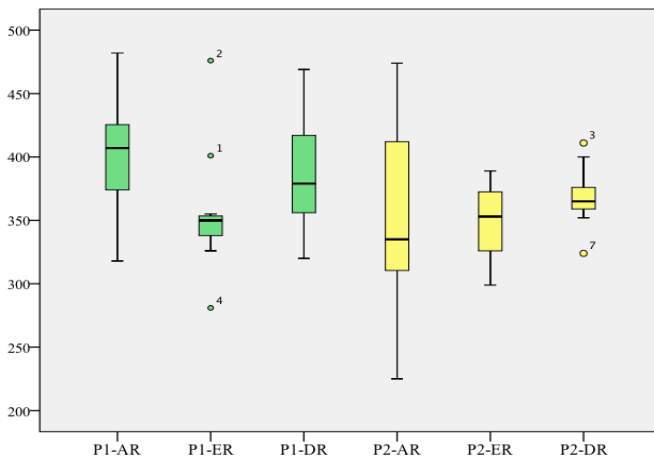
**Gráfico 2** – Índice RMSSD dos participantes 1 e 2.



**Gráfico 2**

**Legenda:** ■ Participante 1; ■ Participante 2; AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.

O índice NN50, que também indica atividade parassimpática, mostrou novamente que o participante 1 obteve mais homogeneidade na etapa dos Exercícios de Respiração (ER) do que o participante 2. Para esse índice foi encontrado diferença significativa entre as etapas AR e ER do participante 1 ( $p=0,009$ ).

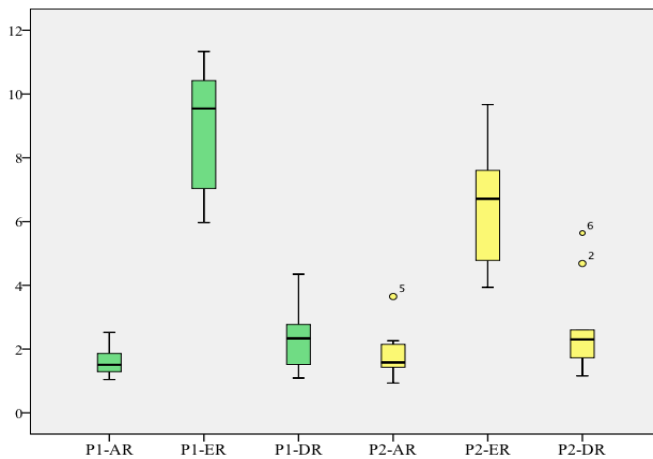
**Gráfico 3** – Índice NN50 dos participantes 1 e 2.**Gráfico 3**

**Legenda:** ■ Participante 1; ■ Participante 2; AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.

#### 4.3.2 Análises descritivas no domínio da frequência.

O índice que mede a razão entre a LF (baixa frequência) e a HF (alta frequência) e que representa predomínio da atividade simpática, apresentou um desenho muito parecido nos dois participantes. Ao passo que nas etapas dos exercícios Antes da Respiração (AR) e os exercícios Depois da Respiração (DR), a atividade se mostrou menos simpática e mais homogênea, a etapa dos Exercícios de Respiração nos dois participantes se manteve heterogênea e bem acima das outras duas etapas, mostrando diferenças ao nível de significância  $p=0,000$  entre as etapas AR-ER e ER-DR dos dois participantes.

**Gráfico 4** – Índice LFHF dos participantes 1 e 2.

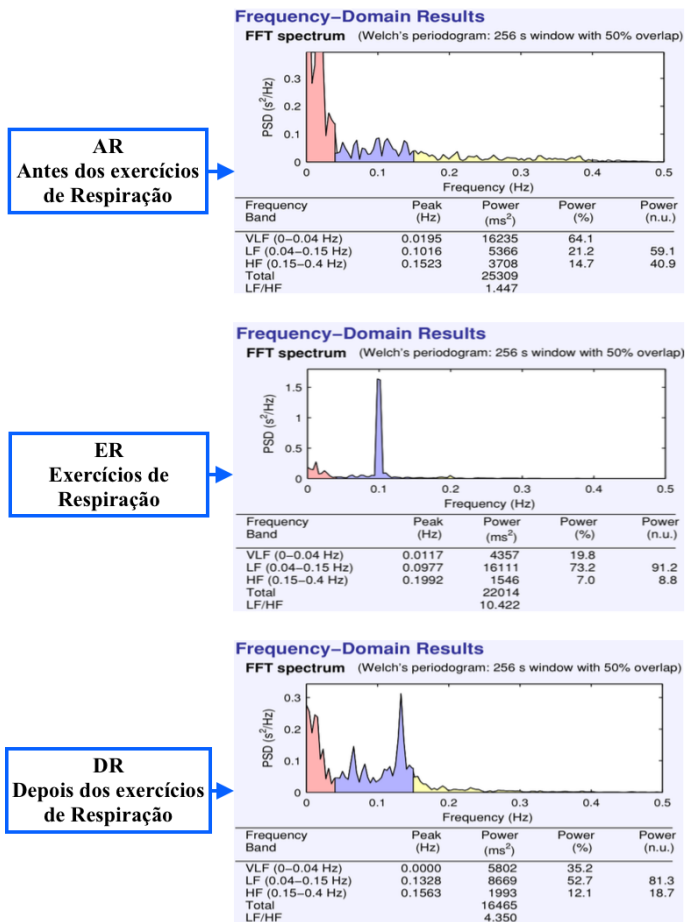


**Gráfico 4**

**Legenda:** ■ Participante 1; ■ Participante 2; AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.

A Figura 7 ilustra novamente uma parte do relatório do software *Kubios*, mas agora no domínio da frequência. Nota-se que na segunda etapa, houve uma mudança no pico do gráfico, indicando que o participante 1 atingiu o 0,1 Hz na fase da intervenção com os Exercícios de Respiração.

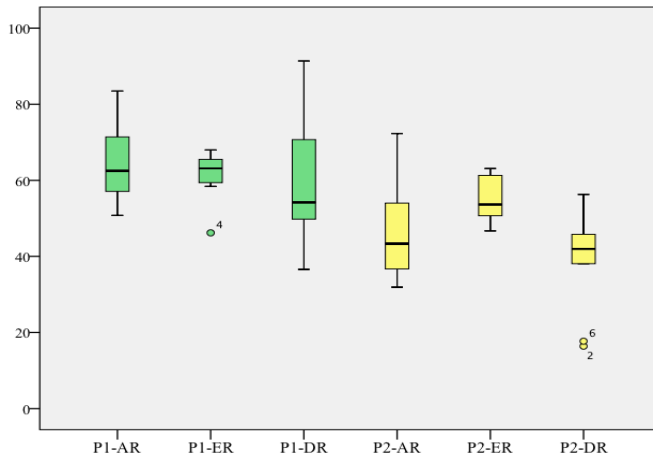
**Figura 7** – Participante 1 – Domínio da frequência – LF, HF e LF/HF.



### 4.3.3 Análises descritivas nos métodos não-lineares

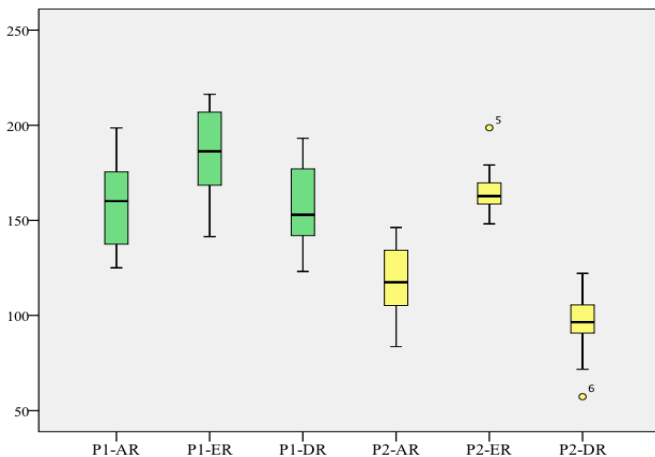
O Gráfico 5 apresenta o índice SD1, que sugere a ação do sistema nervoso parassimpático. Nele, pode-se observar o mesmo desenho nos dois participantes, sendo que o participante 1 apresentou números mais elevados que o participante 2. Neste índice o participante 2 também apresentou diferenças significativas entre as etapas ER-DR em  $p=0,004$ .



**Gráfico 5** – Índice SD1 dos participantes 1 e 2.**Gráfico 5**

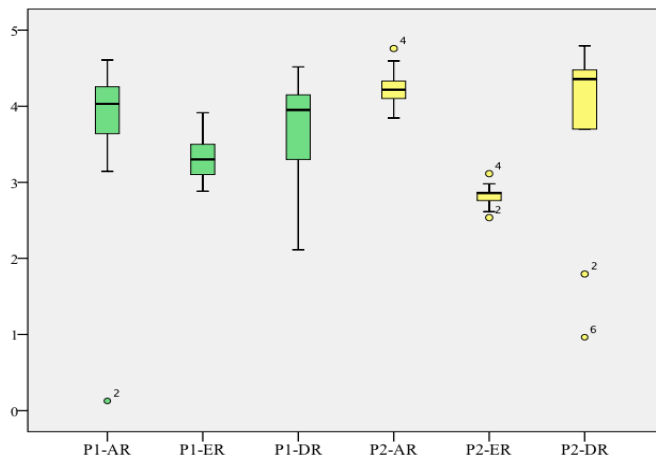
**Legenda:** ■ Participante 1; ■ Participante 2; AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.

O índice SD2, que sugere uma ação maior do sistema parassimpático e de acordo com o Gráfico 6, é possível observar novamente o mesmo desenho entre os participantes, tendo os valores aumentado na segunda etapa (ER) e diminuído na fase final (fase dos exercícios Depois da Respiração). Porém, o participante 2 apresentou diferenças significativas entre as etapas AR-ER, tendo  $p=0,000$  e as etapas ER-DR com  $p=0,000$ .

**Gráfico 6** – Índice SD2 dos participantes 1 e 2.**Gráfico 6**

**Legenda:** ■ Participante 1; ■ Participante 2; AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.

Indicando o grau de resiliência do indivíduo na execução de uma tarefa, pode-se de uma forma simplificada, entender o índice não-linear D2 como a capacidade de adaptar-se a uma nova situação. Quanto maior este valor, maior sua resiliência. Nesse gráfico, pode-se observar que os números dos dois participantes, foram muito parecidos, mas as diferenças significativas foram encontradas apenas no participante 2 entre as etapas AR-ER ( $p=0,000$ ) e ER-DR ( $p=0,044$ ).

**Gráfico 7** – Índice D2 dos participantes 1 e 2.**Gráfico 7**

**Legenda:** ■ Participante 1; ■ Participante 2; AR= antes dos exercícios de respiração; ER= exercícios de respiração; DR= depois dos exercícios de respiração.



## 5 DISCUSSÃO

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os efeitos de exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca de tenistas no início e no fim das sessões de treinamento.

A opção por investigar os efeitos da respiração e VFC em tenistas deve-se fundamentalmente pelas relações desses componentes com o rendimento esportivo, principalmente quando se fala do controle de algumas variáveis como desempenho cognitivo, fadiga e controle das emoções. Além da questão científica, na busca de criar e aumentar um banco de dados para conseguir parâmetros consistentes e assim acrescentar ao treinamento esportivo, o interesse pessoal na aplicação prática dos exercícios respiratórios nos tenistas para efetivamente melhorar ou aumentar seu desempenho nas quadras e também sua recuperação fora delas foi decisivo para o tema.

A discussão a seguir apresenta questões importantes à pesquisa, que envolve desde a caracterização da amostra, os dados obtidos durante a coleta, alguns estudos mais específicos relacionados ao tênis e, por fim, a interpretação encontrada nessa investigação.

Essa pesquisa apresenta os resultados obtidos com dois de três tenistas juvenis avaliados durante 6 semanas em um centro de treinamento de tênis ao final do ano de 2014. Esses participantes foram escolhidos de maneira específica, de acordo com sua disponibilidade, calendário e características extremamente homogêneas no que se refere ao perfil da amostra.

Para essa escolha, um dos pontos mais importantes foi a de encontrar um calendário de treinamento e competições muito parecido ou igual para todos e que proporcionasse a coleta dos dados no mesmo período para os participantes, pois uma das maiores dificuldades da modalidade é a compatibilidade do calendário dos tenistas. Para Roetert, Reid e Crespo (2005), a periodização pode ser bastante complicada devido a vários fatores, como por exemplo, não ter uma data oficial de descanso como outros esportes ou não ter um grande evento anual específico (o tênis possui por exemplo, 4 grandes torneios, os chamados *Grand Slams*, distribuídos durante o ano). Além disso, citam alguns pontos que “complicam” ainda mais o planejamento, tornando grande a diferença entre tenistas: a) perdem na primeira rodada do torneio ou seguem jogando ao longo da semana até a final; b) realizam curtas ou longas partidas, ou umas séries de partidas; c) alguns viajam por distâncias muito grande para disputar torneios; d) jogam em lugares muito quente e úmidos (ou mudam de ambiente regularmente); e)

competem em diferentes tipos de pisos. O próprio número de jogos em torneios pode variar bastante e nesse sentido se faz necessário estar em constante reavaliação no planejamento (PORTA, SANZ, 2005; MOLINA, 2005; BEHRINGER, ROETERT, 2009).

Um estudo realizado em jogadores jovens de futebol, por Bricout et al (2010), mostrou participantes com idade entre 14,6 anos que treinavam de 10 a 20 horas por semana sendo monitorados por 5 meses, de forma a coletar 54 gravações da VFC em três diferentes períodos: o primeiro foi depois de um dia de descanso, o segundo após um dia treinando e o terceiro após um dia de jogo competitivo. Essas coletas não eram diárias, mas sim, recomendadas na mesma semana. No caso do presente estudo, os 3 participantes coletaram os dados da VFC diariamente durante essas 6 semanas, produzindo um total de 89 coletas que foram chamadas da seguinte maneira: a primeira etapa foi chamada de Antes dos exercícios de Respiração (AR), a segunda de Exercícios de Respiração (ER) e a terceira etapa de Depois dos exercícios de Respiração.

Outros fatores importantes que também fizeram parte da escolha foram os participantes serem do mesmo sexo, terem praticamente a mesma idade (17,18 e 22 anos) e o mesmo nível de jogo no que se refere ao desempenho esportivo (medido pelo ranking, onde 2 deles possuem 1 ponto na ATP e os 3 tem se igualado no desempenho em torneios). Por terem proximidade no início da prática esportiva (2 participantes começaram a praticar com 6 anos e 1 com 7 anos) e o tempo em que participam de competições (2 competem há 8 anos e 1 há 10 anos), a carga de treinamento durante suas vidas esportivas se considera equivalente.

Por fim, o fato dos participantes treinarem diariamente no mesmo local, no mesmo horário e período, com os mesmos treinadores, quadras, locais para preparação física e treinamentos complementares, torna a amostra extremamente homogênea quando se refere a caracterização dos participantes, o que colabora para que se tenha uma coleta de dados consistente.

Caldeira (2011) cita que a tipificação dos sujeitos se torna muito importante pelo fato das dificuldades que se tem em levantar dados junto aos esportistas de alto nível. Algumas dificuldades, segundo ele, são os compromissos com torneios, treinamentos, a descrença e falta de conhecimento dos esportistas e treinadores da importância de sua participação como sujeitos nos trabalhos científicos e mesmo o receio de serem avaliados.

Todos esses motivos tornam difícil a busca de um grupo ou amostra que realmente seja de alto nível e valoriza os participantes nessa pesquisa, principalmente em um esporte individual como o tênis e que dessa maneira se possa criar um banco de dados que nos dê parâmetros para avaliar e ou medir o desenvolvimento de atletas desde a base até o alto rendimento e permitir que novas tecnologias sejam criadas a partir desses dados, assim como uma pequena reflexão sobre o assunto tão difundido hoje no esporte em geral, mas pouco na modalidade de tênis.

Existe na literatura, muitos estudos referentes à prática de respiração, muitos testes de avaliação física, protocolos de atividades esportiva em geral, principalmente em modalidades mais praticadas do que o tênis, como corrida, ciclismo, natação e futebol. Da mesma forma, existem muitas pesquisas sobre variabilidade da frequência cardíaca, em áreas como saúde e esporte. Contudo, não se encontra estudos na literatura quando nos referimos especificamente ao assunto relacionando os três temas juntos: respiração, VFC e tênis.

Portanto, a discussão em torno dos resultados obtidos nessa pesquisa ocorre mais especificamente em relação a alguns poucos estudos encontrados no tênis no que se refere ao nível de fadiga, lesão e desempenho cognitivo. Além disso, deve-se levar em conta as diferenças metodológicas de cada estudo, as particularidades de cada um que pode resultar em dados diferentes dos obtidos nessa pesquisa, mas que ao invés de confrontá-los, enriquece cada vez mais o tema, criando possibilidades para novas abordagens e novas interpretações sobre o assunto.

Ao analisar as variáveis da VFC, essa pesquisa encontrou valores médios de intervalos R-R de 942,99 ms no participante 1 e 807,68 ms no participante 2, sendo que na etapa dos exercícios Antes da Respiração esse valor foi maior do que a etapa de Exercícios de Respiração e a de exercícios Depois da Respiração. Matos (2013), encontrou valores muito semelhantes em tenistas, com a média dos intervalos R-R na linha de base de 852,04 ms, estando dentro dos valores encontrados no presente estudo. Resultados também semelhantes foram encontrados por Caldeira (2011) com 832 ms na linha de base para os intervalos de R-R. Em um estudo com atletas treinados, Casado et al. (2013) encontraram valores médios de 1153,7 ms e para não atletas o valor de 925,69 ms. Nota-se que no caso de Casado (2013), os participantes foram monitorados na posição de supino, enquanto nos estudos de Matos (2013), Caldeira (2011) e o presente estudo, os participantes foram avaliados na posição sentada, o que pode interferir

para um menor intervalo de R-R devido ao aumento da frequência cardíaca em relação à posição adotada.

Rota e Saboul (2013), realizaram um estudo específico com tenistas, analisando somente o índice RMSSD e registrando os dados juntamente ao planejamento dos treinamentos, indicando os períodos de descanso, períodos de torneios, lesão muscular e retorno aos treinos. Nesse estudo identificou-se que o método parece ser efetivo e se adapta adequadamente ao tênis, e permite treinadores adaptar a carga de treino de seus jogadores a longo prazo. Quanto menor era o valor de RMSSD maior era a chance de o jogador estar perto do nível de fadiga ou lesão. Caldeira (2011), encontrou resultados médios em repouso de 29,4 ms (ao final da temporada competitiva), ao passo que Bastos (2013) encontrou resultados médios em repouso de 63,4 ms e valores que diminuía de acordo com a execução da tarefa, indicando sinal de fadiga, já que esse índice atua como sinalizador do sistema nervoso parassimpático. Os dados que se encontram no presente estudo tiveram como média de RMSSD de 96,64 ms no participante 1 e 68,46 ms no participante 2. Nota-se que esses dados se apresentam muito mais perto dos resultados encontrados por Bastos (2013), do que por Caldeira (2011). Devido a esse fato, surge a importância de não somente padronizar a forma de coleta, mas de informar também o período competitivo e outras variáveis como por exemplo se o atleta está voltando de lesão ou competição.

O índice LF/HF, caracteriza o domínio da frequência e que nesse caso indica o predomínio de atividade simpática: é esperado que durante tarefas que envolvem funções executivas (como memória de trabalho e atenção), o valor dessa razão seja baixo (LUFT, TAKASE e DARBY, 2009). Esses mesmo autores relataram associação entre maiores índices de HF e menores LF com menores erros de antecipação.

Os valores de LF/HF encontrados nesse estudo indicam números acima de 1, com médias de 1,64 ms e 1,79 ms na etapa Antes dos exercícios de Respiração para os participantes 1 e 2 respectivamente. Já na etapa dos Exercícios de Respiração, os números encontrados foram bem maiores de 9,23 (participante 1) e 6,65 (participante 2). Na etapa dos exercícios Depois da Respiração, os valores voltaram a cair para 2,16 no participante 1 e 2,57 no participante 2, ou seja, maior atividade pelo sistema nervoso simpático mesmo em repouso e que durante a fase de intervenção aumentou consideravelmente, o que se pode afirmar que o simples fato de se executar exercícios respiratórios caracteriza-se como atividade física e ativam o sistema simpático, mesmo com uma técnica que induza a



ativação do sistema parassimpático (expiração em um tempo maior que a inspiração).

Outro modo de análise do sistema nervoso autônomo tem-se por meio do SD1, SD2 e D2. Estes dois primeiros são indicadores baseados na análise de Poincaré, sugerindo ação do ramo parassimpático e do ramo simpático respectivamente (VANDERLEI, et al 2009); e D2 caracteriza-se como um indicador relacionado a análise não linear, representa a adaptação do organismo ao ambiente (LIAO, GARRISON e JAN, 2010).

Caldeira (2011) relata um estudo de Fronchetti et al. (2006), onde mostra o grau de associação entre a FC de repouso e índices da VFC. Na descrição dos resultados, teve como amostra vinte homens, não-atletas e não praticantes de exercícios físicos. Os valores encontrados foram menores no índice de RMSSD (47,4 ms, contra 96,64 ms do participante 1 e 68,46 ms do participante 2 no presente estudo). No índice SD1, os valores de 49,4 ficou abaixo do participante 1 com 66,48 ms, mas muito perto do participante 2 com 47,63 ms). Já no índice SD2 encontrado no relato de Caldeira (2011), foi novamente verificado números inferiores aos participantes 1 e 2 com o valor de 110,5 ms contra 162,31 ms e 121,58 respectivamente.

Em relação ao índice D2, estudos de Behnia, Akhshani, Mahmodi e Hobbenagi (2008) correlacionam baixos valores de D2 com a incapacidade de um indivíduo lidar com sistemas complexos ou mudanças inesperadas. Nesse estudo encontraram valores de 3,15 para indivíduos saudáveis, 2,72 para indivíduos com problemas de contração ventricular prematura, 2,44 para indivíduos com fibrilação ventricular e de 2,03 para indivíduos com problemas de fibrilação atrial. Os autores sugerem que indivíduos saudáveis apresentam valores acima de 3. Entretanto, estes valores podem modificar em diferentes situações. Vale ressaltar que estudos como o de Lopes (2010) sugere que resultados comparados de grupos etários com o índice SD1 e D2 reduzem progressivamente conforme a idade. Isso sugere que o avanço da idade pode aumentar gradativamente a dificuldade de adaptação ao meio ambiente associado ao possível declínio inibitório e flexibilidade cognitiva.

Assim, os dados coletados no presente estudo de D2, com média de 3,57 no participante 1 e 4,22 no participante 2 mostram, segundo o relatado acima, que os participantes realmente estão em um nível saudável de condição física e o ideal seria poder acompanhar durante os anos seguintes os números de D2, podendo ser importante no

futuro para identificar possíveis falhas na atenção, memória de trabalho, etc.

O fato de nos estudos de Fronchetti et al. (2006) e Lopes (2010) as amostras não terem sido com atletas, nem especificamente com tenistas e na mesma faixa etária, pode nos dar uma informação imprecisa dos resultados, sobretudo nas particularidades fisiológicas dos sujeitos. Tal situação evidencia a importância de mais pesquisas serem feitas especificamente na modalidade e com uma padronização de protocolos e instrumentos a serem utilizados em estudos futuros e aplicados no dia a dia da modalidade.

Em conversas informais com os participantes, o presente estudo recebeu algumas informações e *feedbacks* importantes para o desenvolvimento de novos protocolos, métodos de avaliação para o tema em questão e considerações finais. A seguir, as principais opiniões e comentários dos participantes:

- Participante 1: Achou a pesquisa muito interessante e acredita que teve uma melhora em alguns aspectos relacionados a fadiga, pois durante os treinos “parecia” que ficava mais fácil aguentar até o final sem se cansar muito; também afirmou que principalmente no começo dos treinos estava “mais focado”, mas que não conseguia manter o mesmo “foco” durante todo o treino. Para isso, tentava se lembrar e realizar o exercício da respiração; após todas as coletas, disputou um torneio em um fim de semana e se sentiu mais “solto” durante o jogo; sobre a forma de coleta, disse que no início do treino era bem mais fácil colocar a cinta torácica e controlar a respiração e que dependendo do treino, coletar no final era muito trabalhoso, mas fazia parte do processo.
- Participante 2: O participante 2 também achou a pesquisa interessante e inicialmente se motivou bastante pelo fato de ter a possibilidade de “melhorar mentalmente”; se sentiu bem à vontade no início dos exercícios e teve a impressão de “render” mais durante todo os treinos; a medição ao final dos treinos se revelou também mais desgastante do que no início.
- Participante 3: Iniciou igualmente motivado, mas não sentiu diferença em fazer ou não os exercícios e na quinta semana resolveu parar com as coletas;

Todos esses dados e resultados de estudos acima são importantes, o que nos faz refletir em inúmeras situações onde algumas dúvidas em relação a vários temas podem aparecer, como por exemplo: será que apenas avaliar os efeitos da respiração em tenistas em relação a

VFC sem ter uma associação com o rendimento, ou outra característica aplicada na prática, pode nos dar informações sobre seu desempenho ou saúde? Será que a forma de coleta, ao chegar no centro de treinamento ao invés de realizar em casa, logo após o despertar pode mudar esses resultados? E o fato de se coletar os dados depois dos treinamentos é relevante ou prático? Qual na verdade seria a melhor técnica de respiração para determinado atleta? Existirão resultados inesperados se esses índices fossem interpretados isoladamente ou em conjunto?

Um outro ponto que não se pode esquecer, é que durante todo esse estudo as coletas foram realizadas em período de treinamento. É de conhecimento prático entre os técnicos, preparadores físicos, psicólogos esportivos e outros da comissão técnica, que muitos atletas nas mais diversas modalidades podem apresentar um rendimento acima da média em períodos de treinamento e que durante a competição não desempenham da mesma maneira.

No tênis não é diferente, encontramos no circuito vários tenistas que informalmente são chamados de “leões de treinos”, mas que nas horas principais da competição, quando a pressão do jogo está forte, como por exemplo a pressão do adversário, da torcida e o placar se aproximando do seu final, o mesmo comete falhas consideradas de aprendizes, ou tomam decisões inesperadas, que até então não tinham sido tomadas e que as fizeram sem nenhum motivo aparente.

Isso nos leva a evolução dessa pesquisa, no que se diz respeito de encontrar uma maneira de investigar o que acontece efetivamente durante os momentos decisivos de uma partida, possibilitando um *feedback* em tempo real desses índices psicofisiológicos e assim comparar esses índices com os do treinamento, para que se caso houver diferenças, saber quais são, em que momento ocorrem e quais as formas de se trabalhar para que não ocorram e que o rendimento possa ser o de excelência toda vez que o atleta participa de competições.

Assim, a VFC pareceu importante na investigação de seus indicadores e a respiração que pode se tornar uma ferramenta fundamental no controle das emoções a partir do momento em que o tenista passe a se monitorar e a se conhecer melhor a cada dia.



## 6 CONCLUSÃO

Considerando que essa pesquisa possuiu características inéditas no que se refere a busca de informações aos temas que incluía variabilidade da frequência cardíaca, respiração e tenistas no mesmo estudo, percebe-se que existe um grande campo a ser investigado e informações a serem coletadas para que se tenha efetivamente o domínio das variáveis envolvidas e assim uma melhoria no desempenho em quadra dos tenistas.

Portanto, não coube aos objetivos desse estudo explorar todas as possibilidades de investigação, nem dar soluções definitivas aos dados obtidos, assim como esgotar essa problemática, mas sim, abrir novas frentes de pesquisa.

Verificou-se que houve diferenças estatísticas entre todos os índices analisados: R-R, RMSSD, NN50 LF/HF, SD1, SD2 e D2. Essas diferenças não ocorreram da mesma maneira nos dois participantes e foram sempre em relação a etapa dos Exercícios de Respiração, na qual a simples mudança na forma de respirar provocou alterações nos índices no início dos treinos das semanas três e quatro. O participante 1 obteve diferenças nos índices R-R, NN50, LFHF e SD2 ao passo que o participante 2 obteve diferenças nos índices RMSSD, LFHF, SD1, SD2 e D2. Os únicos índices que foram encontradas diferenças nos dois participantes foram o LFHF e SD2.

Independentemente dos resultados com a intervenção dos exercícios de respiração serem positivos ou negativos, o simples fato dos tenistas terem se sentido “melhor” em relação ao cansaço e a atenção (de acordo com os relatos informais), notadamente no começo dos treinos, seria motivo para que os mesmos continuassem a realizar os exercícios por conta própria (já que passaram por um “treinamento” de duas semanas realizando a respiração em coerência), mas isso não ocorreu e assim que terminou a coleta os atletas pararam de realizar o exercício de respiração.

Essa situação de mudança ou criação de um novo hábito não é fácil, mas pode-se criar condições para isso. De acordo com Duhigg (2012), a mudança pode não ser rápida e nem sempre é fácil, mas com tempo e esforço, qualquer hábito pode ser remodelado. Os passos que se necessitam para a mudança ocorrem pela identificação da rotina, experimentar a recompensa, isolar uma deixa e ter um plano para alterar o comportamento.

Portanto, conclui-se que o tenista que utilizar essa ferramenta (VFC + respiração) como parte de seu treinamento pode desenvolver sua

capacidade mental, complementando com sua capacidade física, técnica e tática, qualidades já bem desenvolvidas e trabalhadas a exaustão por muitos técnicos. O diferencial pode estar nessa lacuna ainda pouco explorada pela modalidade.

### **Limitações e considerações finais**

Como toda pesquisa possui suas limitações, essa não seria diferente. O fato de não termos na literatura informações que pudessem nortear a compreensão dos dados da VFC em tenistas associado a exercício de respiração, torna esse o motivo mais limitante. O número de participantes, assim como o tempo da pesquisa também limita no que se refere a criação de um banco de dados que nos dê segurança nas informações obtidas.

Contrastando com o que foi dito acima, o tempo do estudo de 6 semanas de treinamento contínuo, colaborou para uma coleta mais consistente dos dados, mas o ideal seria o acompanhamento durante pelo menos uma temporada e se fosse possível durante vários anos e principalmente poder relacionar esses dados dos treinamentos com dados de competição.

Uma dificuldade encontrada nessa pesquisa, foi durante a busca de informações para se confrontar com os dados encontrados no presente estudo. Acredito que da mesma forma que foi criada uma “força tarefa” (TASK FORCE, 1996), pela *European Society of Cardiology* e *The North American Society of Pacing and Electrophysiology*, onde se buscou interpretar e especificar padrões de medidas e uso clínico da VFC, pode-se criar uma nova “força tarefa”, ou mesmo uma continuidade da mesma, voltada para padronizar testes e medidas especificamente para o esporte.

Com essa padronização, pode-se criar um banco de dados extremamente consistente, com os resultados de coletas em diferentes períodos de treinamento (pré-temporada, descanso, lesão, competição e outros), diferentes níveis técnicos (iniciantes, intermediários, avançados), o horário e a forma de coleta e outras variáveis como o nível de desempenho associado a esses valores. Dessa maneira, aproxima-se o conhecimento científico do conhecimento empírico, dando um feedback efetivo ao desempenho dos atletas nas mais variadas modalidades do mundo esportivo.

Outra limitação que pode ser citada nesse estudo foi a falta de controle de variáveis como a quantidade e qualidade do sono, o estado

de humor dos participantes e outros fatores que podem interferir nesses índices.

Como contribuição para próximos estudos, fica a sugestão de se utilizar exercícios de respiração durante os intervalos dos jogos de tênis (entre os pontos, *games* e *set*), podendo iniciar nos treinamentos e aos poucos transferi-los para as competições e associá-los aos *scouts* da partida, ou seja, ao mapa da partida onde mostra as estatísticas dos pontos vencidos e perdidos, assim como outros detalhes técnicos e táticos do jogo em geral. Dessa maneira, pode-se efetivamente responder ao tenista se naquela condição ele estava em seu ótimo nível de desempenho ou não.

Outra sugestão para facilitar a coleta seria a validação de alguns dos aplicativos encontrados nos *smartphones* que utilizam a respiração, coerência e VFC para que estimule os atletas a realizarem a própria medida de maneira simples de seus dados e assim que tenham um banco pessoal de dados. O próprio estímulo do uso dessas novas tecnologias pode com o passar do tempo criar uma mudança nos hábitos dos atletas e fazer com que cada dia seja mais natural essa tomada de dados e a evolução do esporte.





## REFERÊNCIAS

- ABAD, C. C. C. et al. **O segundo platô da variabilidade da frequência cardíaca indica o segundo limiar de transição fisiológica?** Revista Digital Buenos Aires, 12(144), (2007).
- ACHTEN, J., JEUKENDRUP, A. E. **Heart rate monitoring: applications and limitations.** Sports Med, 33(7), 517-538. (2003).
- ALONSO D. O; et al. **Comportamento da Frequência Cardíaca e da sua Variabilidade Durante as Diferentes fases do Exercício Progressivo Máximo.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 71(6), (1998).
- APOR, P., PETREKANICH, M., SZAMADO, J. **Heart rate variability analysis in sports.** Orv Hetil, 150(18), 847-853, (2009).
- AUBERT, A., SEPS, B., BECKERS, F. **Heart Rate Variability in Athletes.** Sports Med 33 (12) 889-919, (2003).
- AUBERT, A., VERHEYDEN, B. **Neurocardiology: A bridge between the brain and the heart.** Biofeedback, 36(1), 15-17, (2008).
- BALBINOTTI, C. BERLEZE, A., et al., **O ensino do tênis: novas perspectivas de aprendizagem.** Artmed, (2009).
- BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais.** 7ª ed. Florianópolis: Editora UFSC, (2012).
- BAUMERT, M., BRECHTEL, L., LOCK, J., HERMSDORF, M., WOLFF, R., BAIER, V., et al. **Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes.** Clin J Sport Med, 16(5), 412-417, (2006).
- BEHRINGER, C. **Training During Competition Periods.** ITF Coaching and Sport Science Review 2009; 16 (47): 25 – 27.
- BEHNIA, S., AKHSHANI, A., MAHMUDI, H., HOBHENAGI, H. (2008). **Nonlinear Measure of ECG Time Series: Detection of Cardiac Diseases.** Iranian Physical Journal, 2-1, 53-62.

BERGERON, M. F. Heat Cramps: **Fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat.** Journal of Science and Medicine in Sport, 6 (1), (2003).

BERNARDI, L. et al. **Slow Breathing Increases Arterial Baroreflex Sensitivity in Patients With Chronic Heart Failure.** Circulation, 105. (2001).

BERNARDI M, DE VITO G, FALVO ME, et al. **Cardiorespiratory adjustment in middle-level tennis players: are long term cardiovascular adjustments possible?** In: Lees A, Maynard I, Hughes M, Reilly T, Editors. *Science and Racket sports*. London: E & F Spon. 1998:20–6.

BERTOLASSI, M, A. **Efeito da fadiga sobre latência e acurácia de respostas motoras a estímulos visuais.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, (2007).

BRADLEY, R. T., et al., **Emotional Self-Regulation, Psychophysiological Coherence and Test Anxiety: Results from an Experiment Using Electrophysiological Measures.** Applied Psychophysiological Biofeedback, 35, 261-283, (2010).

BRAGA-NETO, L., J. SERRÃO, J. C., AMADIO, C. **Estudo de características biomecânicas do saque no tênis – comparação entre duas técnicas de posicionamento dos pés.** Revista Brasileira de Biomecânica, 8(14), (2007).

BRICOUT, V. A., DECHENAUD, S., FAVRE-JUVIN, A. (2010). **Analyses of heart rate variability in young soccer players: the effects of sport activity.** Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical, 154, 112-116.

BRUNELLO, A. **Um dia com o “Team Nadal”.** Disponível em: [http://www.tennisreport.com.br/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=13:um-dia-com-o-team-nadal&Itemid=130](http://www.tennisreport.com.br/index.php?option=com_k2&view=item&id=13:um-dia-com-o-team-nadal&Itemid=130)>. Acessado em 10/07/2014. 15:00.

BUDGETT, R. **Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome.** Br J Sports Med, 32(2), 107-110 (1998).

CALDEIRA, A. M. **Desempenho Cognitivo e Variabilidade da Frequência Cardíaca de Tenistas Profissionais.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, (2011).

CASADO A. L., ZABALA M., MORALES E., MARCH-MATEO M., SANABRIA D. (2013) **Cognitive Performance and Heart Rate Variability: The Influence of Fitness Level.** Plos One 8 (2).

CHRISTMASS MA, Richmond SE, Cable NT et al. **A metabolic characterization of single tennis.** In: Reilly T, Hughes M, Lees A. Editors. *Science and Racket Sports*. London, E & F Spon 1994:3–9.

CHRISTMASS MA, Richmond SE, Cable NT et al. **Exercise intensity and metabolic response in singles tennis.** *J Sports Sci* 1998;16:739–747.

COELHO, R.W., COELHO, Y.B. **Estudo comparativo dos diferentes tipos de respiração na musculação.** Treinamento Esportivo.Vol 4, número 1, pag. 8-13. 1999.

COHEN, H., et al. **Autonomic dysregulation in panic disorder and in post-traumatic stress disorder: application of power spectrum analysis of heart rate variability at rest and in response to recollection of trauma or panic attacks.** *Psychiatry Res*, 96(1), 1-13, (2000).

COOLICAN, H. (2004). *Research Methods and Statistics in Psychology*. (4 ed). London: Bookpoint Ltd.

COURTNEY, R., COHEN, M., DIXHOORN, J. V. **Relationship Between Dysfunctional Breathing Patterns and Ability to Achieve Target Heart Rate Variability With Features of “Coherence” During Biofeedback.** *Alternative Therapies*, 17(3), (2011).

CRESPO, M & MILEY, D. (1999). **Como Ser un Mejor Padre de Tenistas.** Federación Internacional de Tenis, ITF.

DENT, P.; REYNOLDS, K. **The Tennis Coach’s Toolkit: Identification, analysis and intervention for psychological skills issues.** *ITF Coaching and Sport Science Review* 2011; 53 (19): 11 – 13.

DIETRICH, A. **Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow.** *Counsciousness and Cognition*, 13, 746-761, (2004).

DUHIGG, C. **O poder do hábito: por que fazemos o que fazemos na vida e nos negócios.** Rio de Janeiro: Objetiva, (2012).

ELLIOTT, B. **Biomechanics and tennis.** *BR J Sports Med*, (2006).

EUCLYDES, P. T., DANTAS, E. H. M., MARINS, J. C. B., PINTO, J. A. **Qualidades Físicas Intervenientes e seu Grau de Importância no Tênis de Campo.** *R Min. Educação Física Viçosa*, 13(1). 7-27, (2005).

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J., et al. **Physiological responses to on-court vs running interval training in competitive tennis players.** *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 540-545, (2009).

FERNANDEZ, J., MENDEZ-VILLANUEVA, A., PLUIM. **Intensity of tennis match play.** *BR J Sports Med*, 40. 387-391, (2006).

FREITAS, D. S; MIRANDA, R; FILHO, M. B. **Marcadores psicológico. Fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining.** *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 11(4):457-465, (2009).

FRIEDMAN, B. H.; THAYER, J. F. Anxiety and Autonomic Flexibility: A cardiovascular Approach. **Biological Psychology**, v. 47, n.3, p. 243-263, 1998.

FRONSO, S., BORTOLI, L., MAZZONI, K., ROBAZZA, C., BERTOLLO, M. **Monitoraggio psicofisiologico nello sport,** *Giornale Italiano di Psicologia dello Sport*, 1, 17-26, (2013).

FRONSHETTI, L., NAKAMURA, F. AGUIAR, C., OLIVEIRA, F. **Indicadores de Regulacao Autonômica Cardíaca em Repouso e Durante o Exercício Progressivo: Aplicação do Limiar de Variabilidade da Frequência Cardíaca.** *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v6, n1, p.21-28 (2006).

GARRETT, JR., KIRKENDALL, D. **A ciência do exercício e do esporte.** Porto Alegre: Artmed. (2003).

GIRARD O, MILLET GP. **Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players.** *J Strength Cond Res* 2009;10 [epub ahead of print].

GOLLEMAN, D. **Foco: a atenção e seu papel fundamental para o sucesso.** 1. ed. – Rio de Janeiro: Objetiva, p. 178 (2014).

GONDONI, L. A., et al. **Heart rate behavior during an exercise stress test in obese patients.** *Nutr, Metab and Card dis*, 19, 170-176, (2009).

GRAVETER, F. J. & FORZANO, L. B. (2009). **Research Methods For The Behavioral Sciences.** Wadsworth Cengage Learning.

HARTMANN, U., MESTER, J. **Training and overtraining markers in selected sport events.** *Med. Sci, Sport Exerc*, 32. 209-215, (2000).

HERNANDES, M. AURÉLIO V. **Biofeedback – Superando o estresse com a inteligência do coração.** Encontro Paranaense, Congresso Brasileiro, Convenção Brasil/Latinoamérica. Anais. 1-5, (2008).

HYNYNEN, E., UUSITALO, A., KONTTINEN, N., RUSKO, H. **Cardiac autonomic responses to standing up and cognitive task in overtrained athletes.** *Int J Sports Med*, 29(7), 552-558, (2008).

KAWAGUCHI, L. Y A., et al. **Caracterização da variabilidade de frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, (13) 4, Niterói, (2007).

KIRSCHBAUM, E. **Alemanha usa pesquisa acadêmica em plano de jogo contra o Brasil.** Disponível em:  
<<http://copadomundo.uol.com.br/noticias/redacao/2014/07/07/alemanha-usa-pesquisa-academica-em-plano-de-jogo-contra-brasil.htm>>.  
Acessado em 10/07/2014. 11:27.

KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Neurociência do Comportamento.** São Paulo: Manole. 2002.

KONIG, D et al. **Cardiovascular, Metabolic and Hormonal Parameters in Professional Tennis Players.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 33, n. 4, p. 654-658, abr. 2001.

KOVACS, M. S., ELLENBECKER, T. S., KIBLER, W. B. **Tennis Recovery. A Comprehensive Review of the Research.** United States Tennis Association Inc. (2010).

KOVACS, M. S. **Tennis Physiology: training the competitive athlete.** Sports Medicine, 7(3). 189-198, (2007).

KOVACS, M. S. **Applied physiology of tennis performance.** British Journal of Sports Medicine, 40. 381-386, (2006).

KRAEMER, W., et al. **Physiological Changes with Periodized Resistance Training in Women Tennis Players.** Medicine & Science in Sports & Exercise. 157-168, (2002).

KUBE, L. C. **Fisiologia da Fadiga, suas Implicações na Saúde do Aviador e na Segurança na Aviação** Conexão SIPAER, vol2 n.1. (2010)

LACKNER, H. K., et al. **Phase synchronization of hemodynamic variables and respiration during mental challenge.** International Journal of Psychophysiology, 79, (2011).

LAGOS, L., et al. **Heart Rate Variability Biofeedback as a Strategy for Dealing with Competitive Anxiety: A Case Study.** Biofeedback 36(3), 109-115, (2008).

LEHRER, P., VASCHILLO, E., TROST, Z., FRANCE, C. R. **Effects of rhythmical muscle tension at 0.1 Hz on cardiovascular resonance and the baroreflex.** Biological Psychology, 81. 24-30, (2009).

LEHRER, P., et al. **Heart Rate Variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow.** Psychosomatic Medicine, 65, 796-805 (2003).

LEVY, W.C., et al. **Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older man.** American Journal of Cardiology. 82(10)1236-1241, (1998).

LIAO, F. GARRISON, D W. e JAN, Y-K. (2010). Relationship between **nonlinear properties of sacral skin blood flow oscillations and**

**vasodilatory function in people at risk for pressure ulcers.** *Microvascular Research*, 80, 44–53.

LIN, I.M., TAI, L.Y., FAN, S.Y. **Breathing at a rate of 5.5 breaths per minute with equal inhalation-exhalation ratio increases heart rate variability.** *International Journal of Psychophysiology*. 91(3) 2016-211, (2014).

LOPEZ, M. **Variabilidade da frequênciacárdica durante desempenho cognitivo: diferenças entre adultos e idosos.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, (2010).

LUFT, C. D., TAKASE, E., DARBY, D. **Heart rate variability and cognitive function: effects of physical effort.** *Biol Psychol*, 82(2), 196-201, (2009).

MAJER, M., et al. **Neuropsychological Performance in Persons With Chronic Fatigue Syndrome: Results from a Population-Based Study.** *Psychosomatic Medicine*. 70:1-1, (2008).

MARÃES, V. R. F. S. **Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações.** *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*. 3(1):33-42, (2010).

MARTENS, R. (1981). *Sports Psychology*. In R. MARTENS, R. W. CHRISTINA, J.S. HARVEY & B. J. SHARKEY (Eds.). **Coaching Young Athletes**. (19-64). Human Kinetics Publishers. Champaign III.

MARTENS, R. (1987). **Coaches Guide to Sports Psychology**. Human Kinetics Publishers. Champaign III.

MATOS, J. **Efeito da Variabilidade da Frequência Cardíaca na Atenção Cognitiva Apos o Teste de Esforço T-Car em Tenistas.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, (2013).

MCEWEN, B. **Effects of adverse experiences for brain structures and function.** *Biological Psychiatry*, 48(8), 721-731. (2000).

MCCRATY, R. et al. **The Impact of an Emotional Self-Management Skills Course on Psychosocial Functions and Autonomic Recovery to**

**Stress in Middle School Children.** Integrative Psychological and Behavior Science, 34(4), 246-268, (1999).

MESTER, J.; BORN, P.; KLEINOEDER, H.; WIGGER, U. Modern Technologies for Worldwide Tennis Coaches' Education: Digital Knowledge Distribution, e-Learning and Virtual Seminars. **Applied Sport Science For High Performance Tennis.** p. 109-112, 2003.

MILONE, G. **Estatística geral e aplicada.** São Paulo: Centage Learning, (2009.)

MIYIMOTO, N. T. (2010). **Latência de respostas motoras a estímulos visuais em situações de estresse.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.

MOLINA, I. **Periodization in the ITF Juniiior Circuit (A Case Study: The ITF Junior Team).** ITF Coaching and Sport Science Review 2005; 13 (36): 06.

MONTE, A. **Variabilidade da frequência cardíaca e tomada de decisão em tenistas.** Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, (2014).

MONTE, A., MONTE, F. G. **Testes de agilidade, velocidade de reação e velocidade para o tênis de campo.** Rev. Brás. Cineantropom, Desempenho Hum. 9(4), 401-407, (2007).

MOUROT, L., et al. **Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis.** Clin Physiol Imaging. 24, 10-18, (2004).

NAHAS, M.V. **Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo.** Londrina: Miograf, 2013.

NEDERHOF, E., et al. **Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome.** Sports Med, 36(10), 817-828, (2006).

\*NETO, A. R. DAS N. **Técnicas de respiração para redução do estresse em terapia cognitivo-comportamental,** 56(3), 158-168, (2011).



\*NETO, H. M., SILVA, M.L., FRERÈ, A. F. **Modelagem de Humanoide e Simulação da Respiração para Auxiliar a Conscientização de Dependentes Químicos em Relação a sua Dependência.** (2012).

NEVES NETO, A.R. **Técnicas de respiração para a redução do estresse em terapia cognitivo-comportamental.** Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo. 2011;56(3):158-68.

NISKANEN, J.P.; Tarvainen, M.P.; Ranra-aho, P.O.; Karjalainen, P.A. (2004). *Software for advanced HRV analysis.* Comput Methods Programs Biomed.

PEDEN, A. **Breathing to Manage Anxiety in Tennis Breathing.** ITF Coaching and Sport Science Review 2009; 16 (49): 17 – 18.

PEDEN, A. **How Anxiety Affects Tennis Performance.** ITF Coaching and Sport Science Review 2010; 18 (52): 09 – 11.

PORTA, J. SANZ, D. **Periodization in Top Level Men's Tennis.** ITF Coaching and Sport Science Review 2005; (36): 12-13.

RIETJENS, G. J., et al. **Physiological, biochemical and psychological markers of strenuous training-induced fatigue.** Int J Sports Med, 26(1), (2005).

RODRIGUES FILHO, J. R. **Treinamento de Força Explosiva para Jovens Atletas de Tênis de Campo: Pliometria para membros inferiores.** Movimento & Percepção, 8(11), (2007).

ROETER, E., ELLENBECKER, T. **Periodization Training.** ITF Coaching and Sport Science Review 2009; 16 (47): 10 – 11.

ROETER, E., REID, M., CRESPO, M. **Introduction to Modern Tennis Periodization.** ITF Coaching and Sport Science Review 2005; 13 (36): 02-03.

ROQUE, J. M. A. **Variabilidade da Frequência Cardíaca.** Seminário Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, (2009).

ROTA, S., SABOUL, D. **Utilización de la Variación de la Frecuencia Cardíaca Para el Control a Largo Plazo de las Cargas de Entrenamiento en el Tenis.** ITF Coaching and Sport Science Review. 2013; 61 (21) 19-20.

\*SANTOS, M. R., LOPES, E. JOSÉ, LOPES, FERRAREZ-FERNANDES, R. **Efeitos do relaxamento sobre a ansiedade e desesperança em mulheres com câncer.** X, 39-49. (2008).

SBISSA, P. **Efeito da meditação mindfulness sobre a variabilidade da frequência cardíaca.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, (2010).

SBISSA, P. **Efeito da meditação controlada e da meditação mindfulness sobre a variabilidade da frequência cardíaca.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, (2014).

SKORODUMOVA, A.P. **Tênis de campo: treinamento de alto nível.** São Paulo: Ed. Phorte, 1998.

SMEKAL, G. et al. **A Physiological Profile of Tennis Match Play.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 33, n. 6, p. 909-1005, jun. 2001.

Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11404666>

SONG, H. S., LEHRER, P. **The effects of specific respiratory rates on heart rate and heart rate variability.** Applied Psychophysiology and Biofeedback, 28, 13-24, (2003).

SOWDEN, G. L., HUFFMAN, J. C. **The impact of mental illness on cardiac outcomes: a review for the cardiologist.** Int J Cardiol, 132(1), 30-37, (2009).

SUETAKE, N; et al. **Evaluation of autonomic nervous system by heart rate variability and differential count of leukocytes in athletes.** Health 2, 1191-1198, (2010).

SUTARTO, A.P; WAHAB, M.N.A; ZIN, N.M. **Heart Rate Variability (HRV) biofeedback: A new training approach for operator's performance enhancement.** Journal of Industrial Engineering and Managment. JIEM, – 3(1): 176-198, (2010).

SVED, A. F. **Cardiovascular System**. In M. J. Zigmond (Ed.), *Fundamental Neuroscience* (pp. 1051-1061). San Diego: Academic Press, (1999).

TAKASE, E (2005). **Neurociência do esporte e do exercício**. *Neurociências*, 2 (5), 1-7.

TAKASE, E.; Amaral, F.; Lopez, M.; (2013). **Aprendendo a Respirar: Biofeedback Cardiovascular**

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. **Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use**. *European Heart Journal*, v.17, p.354-381, (1996).

TEIXEIRA, L. B. **Frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca e o desempenho em uma partida de xadrez**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação de Psicologia da UFSC, (2008).

TEIXEIRA, M. L. **Acreditar ou não acreditar? Correlatos Psicofisiológicos do Biofeedback Cardiorrespiratório Associado a Manipulação Placebo**. Tese de doutorado do Programa de Pós Graduação de Psicologia da UFSC, (2015).

THAYER, J. F., LANE, R. D. **A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation**. *J Affect Disord*, 61(3), 201-216, (2000).

THIEL, C., et al. **Functional Overreaching During Preparation Training of Elite Tennis Professionals**. *Journal of Human Kinetics*, 28, 79-89, (2011).

THOMAZ, J.R. & Nelson, J.K. (2002). **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed.

TILLER, W., MCCRATY, R., ATKINSON, M. **A new noninvasive measure of autonomic nervous system order**. *Alternative Therapies*, 2(1), (1996).

ULBRICH, A., FERNANDEZ-FERNADEZ, J., FERRAUTI, A. **Conception for fitness Testing and individualized training programs in the German Tennis Federation.** Sport Orthop. Traumatol, 29. 180-192, (2013).

VANDERLEI, L. C. M., et al. **Noções básicas da variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica.** Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular. 24(2). 205-217, (2009).

VASCHILLO, E., et al. **Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback.** Applied Psychophysiology and Biofeedback, 31, 129-142. (2006).

YARROW, K., BROWN, P., KRAKAUER, J. **Inside the brain of an elite athlete: the neural process that support high achievement in sport.** Nature reviews, Neuroscience. (10). 585-596, (2009).

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PROJETO DE PESQUISA

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### **Título: Efeitos de exercícios respiratórios na variabilidade da frequência cardíaca em tenistas juvenis**

Este projeto tem o objetivo de analisar e descrever a variabilidade da frequência cardíaca de tenistas infanto-juvenis em momentos de treinamento, com o intuito de buscar formas de melhorar o desempenho esportivo em competições.

Para tanto será necessário realizar os seguintes procedimentos: o seu filho será avaliado durante seis semanas por 12 minutos antes das sessões de treinamentos através de um monitor de frequência cardíaca da marca Polar®, composto por uma cinta elástica torácica e um relógio receptor que registra os dados da frequência cardíaca. Durante a terceira e quarta semana de treinos, ele irá realizar uma seção de exercícios específicos de respiração antes dos treinamentos, indicados e acompanhados pelo pesquisador. Mais adiante, nas semanas 5ª e 6ª ele será novamente avaliados para análise final dos resultados.

Este estudo se justifica pela investigação sobre os processos cognitivos de tenistas de alto nível e sua relação com variáveis psicofisiológicas, com alvo em aplicações práticas de professores e treinadores esportivos.

Se você estiver de acordo em permitir a participação de seu filho neste estudo, garantimos que as informações fornecidas serão confidenciais e só serão utilizadas neste trabalho. Da mesma forma, caso haja alguma dúvida em relação aos objetivos e procedimentos da pesquisa, pode, a qualquer momento, entrar em contato conosco pelo telefone (21) 97638-7918 ou diretamente com o pesquisador.

Obrigado!

---

Ricardo Zornitta Pimentel  
(Pesquisador Principal)

## APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE DESPORTOS

Programa de Pós-Graduação em Educação Física

### TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu \_\_\_\_\_, portador (a) da  
RG: \_\_\_\_\_, pai do  
menor \_\_\_\_\_ fui

informado sobre todos os procedimentos da pesquisa intitulada “Efeitos de exercícios respiratórios na variabilidade da frequência cardíaca em tenistas juvenis”. Eu compreendo que neste estudo a participação do meu filho requer a utilização de um monitor de frequência cardíaca da marca POLAR e que ele irá realizar uma série de exercício de respiração antes de suas rotinas de treinamento. Eu também compreendo que todos os dados e informações relacionadas à privacidade do meu filho são confidenciais e, portanto, serão mantidas em sigilo. Declaro, também, que fui informado de que:

1. Tenho a liberdade de retirar meu consentimento e, desse modo impedir a participação do meu filho no estudo a qualquer momento;
2. Tanto eu, quanto o meu filho temos a garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento de dúvidas sobre procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados à pesquisa;
3. Em caso de desistência da minha parte ou do meu filho o pesquisador não terá o compromisso de me fornecer qualquer informação sobre sua participação no estudo. Diante disso, declaro ter recebido de forma clara as explicações pertinentes ao projeto e que permito a participação do meu filho nesse estudo.

NOME DO RESPONSÁVEL

Florianópolis, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

# ANEXO 1 – DOCUMENTO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

MATERNIDADE CARMELA  
DUTRA/SC



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeitos da variabilidade da frequência cardíaca e respiração no desempenho de tenistas juvenis

**Pesquisador:** Antônio Renato Pereira Moro

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 37188014.0.0000.0114

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 837.905

**Data da Relatoria:** 17/10/2014

### Apresentação do Projeto:

Trata-se do projeto de pesquisa intitulado “Efeitos dos exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca em tenistas infanto-juvenis”, desenvolvido como dissertação do mestrando Ricardo Zornitta Pimentel no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob orientação do professor e pesquisador responsável Antônio Renato Pereira Moro, que pretende avaliar os efeitos de exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca de tenistas infanto-juvenis no início e no fim das sessões de treinamento. Para tanto, foi desenhado um estudo analítico descritivo, cujos procedimentos de coleta de dados estarão baseados no delineamento do tipo sujeito único, ou mais especificamente no single-subject research design, ou seja, um tipo de pesquisa que pode ser usada com apenas um participante. Serão avaliados, portanto, 3 tenistas Infanto-Juvenis entre 14 e 18 anos de idade do sexo masculino classificados no ranking da Confederação Brasileira de Tênis. Os participantes serão avaliados por 6 semanas consecutivas através do uso de um monitor de frequência cardíaca e durante este período utilizarão um aplicativo baixado pela internet nos telefones celulares de cada um para auxiliar como um marca-passos (treinamento) da respiração de acordo com o protocolo proposto pelo pesquisador.

**Endereço:** Rua Irmã Benwarda 208

**Bairro:** Centro

**CEP:** 88.015-270

**UF:** SC

**Município:** FLORIANOPOLIS

**Telefone:** (48)3251-7626

**Fax:** (48)3251-7626

**E-mail:** cep\_mcd@hotmail.com

**MATERNIDADE CARMELA  
DUTRA/SC**

Continuação do Parecer: 837,905

**Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo geral do presente estudo é avaliar os efeitos de exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca de tenistas infanto-juvenis no início e no fim das sessões de treinamento. Os objetivos específicos são: monitorar a frequência cardíaca para identificar a VFC antes do início dos treinamentos; monitorar a frequência cardíaca para identificar a VFC depois dos treinamentos; verificar os efeitos das sessões de exercícios de respiração na variabilidade da frequência cardíaca de tenistas infanto-juvenis no início e no fim das sessões de treinamento em quadra.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo o pesquisador, o estudo não apresenta riscos aos participantes porque não envolve esforço físico. Os atletas, durante seus dias (e rotinas) de treinos normais, farão os exercícios de respiração (conduzidos pelo pesquisador) antes das atividades e no final destas conforme a metodologia proposta. Como benefícios, os pesquisadores sugerem que este estudo pode indicar uma forma de melhorar o rendimento durante os treinamentos esportivos em tênis de campo e assim melhorar seu rendimento em competições.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto relevante para a área de desempenho no esporte. Fundamentado em referências atualizadas e com justificativa científica para a realização da pesquisa. Apresenta descrição detalhada da metodologia e coleta de dados, que será realizada dentro de uma rotina já estabelecida de treinamento de atletas do tênis, sem alterá-la ou influenciá-la.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de rosto assinada pelo pesquisador responsável e pelo Vice-Diretor do Centro de Desportos da UFSC.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido elaborado de forma clara e objetiva, direcionado aos pais e/ou responsáveis legais pelos participantes. Apresenta o objetivo do estudo, uma breve descrição das avaliações que serão realizadas e deixa clara a liberdade em aceitar participar do estudo ou retirar-se em qualquer momento sem sofrer constrangimentos. Informa o sigilo e a privacidade a serem adotados prevendo o conforto e a segurança dos participantes.

**Endereço:** Rua Irmã Benwarda 208**Bairro:** Centro**CEP:** 88.015-270**UF:** SC**Município:** FLORIANOPOLIS**Telefone:** (48)3251-7626**Fax:** (48)3251-7626**E-mail:** cep\_mcd@hotmail.com



MATERNIDADE CARMELA  
DUTRA/SC



Continuação do Parecer: 837.905

**Recomendações:**

Não se aplica.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Caso ocorram modificações do projeto original no decorrer da pesquisa, estas deverão ser submetidas a este CEP na forma de Emenda, identificando a parte do protocolo a ser modificado com a justificativa. Encaminhar para este CEP relatórios trimestrais de andamento da pesquisa até o encerramento da mesma. Notificar este Cep assim que a pesquisa for encerrada.

FLORIANOPOLIS, 20 de Outubro de 2014

---

**Assinado por:**  
**Adriana Heberle**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Irmã Benwarda 208

**Bairro:** Centro

**CEP:** 88.015-270

**UF:** SC

**Município:** FLORIANOPOLIS

**Telefone:** (48)3251-7626

**Fax:** (48)3251-7626

**E-mail:** cep\_mcd@hotmail.com