

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO
HUMANO

Ananda Silveira Cardoso

**MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS
RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOFISIOLÓGICAS EM
ATLETAS DE VOLEIBOL**

Porto Alegre,
2022

Ananda Silveira Cardoso

**MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS
RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOFISIOLÓGICAS EM
ATLETAS DE VOLEIBOL**

Tese de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueh

Porto Alegre,
2022

CIP - Catalogação na Publicação

Silveira Cardoso, Ananda
MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS
RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E
PSICOFISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE VOLEIBOL / Ananda
Silveira Cardoso. -- 2022.
143 f.
Orientador: Luiz Fernando Martins KrueI.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de
Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto
Alegre, BR-RS, 2022.

1. Voleibol. 2. Carga de treino. 3. Variabilidade
da frequência cardíaca. 4. Concentrações hormonais. 5.
Escalas de percepção. I. Fernando Martins KrueI, Luiz,
orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM CIENCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

DEFESA PÚBLICA DE TESE DE DOUTORADO

AUTOR(A): Ananda Silveira Cardoso

TÍTULO: *“Monitoramento das cargas externas e internas e suas relações com variáveis fisiológicas e psicofisiológicas em atletas de voleibol”*

ORIENTADOR(A): Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

DATA: 21/12/2022 **Horário:** 08:30 **Local:** Por videoconferência.

AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

APROVADA Dr. Leonardo Alexandre Peyre Tartaruga
(CONCEITO) (UFRGS)

Documento assinado digitalmente
gov.br LEONARDO ALEXANDRE PEYRE TARTARUGA
Data: 22/12/2022 06:49:19-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>
(ASSINATURA ELETRONICA)
Documento assinado digitalmente

APROVADA Dr. Carlos Leandro Tiggemann
(CONCEITO) (UNIVATES)

gov.br CARLOS LEANDRO TIGGEMANN
Data: 23/12/2022 10:03:26-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>
(ASSINATURA ELETRONICA)
Documento assinado digitalmente

APROVADA Dr. Ricardo Dantas de Lucas
(CONCEITO) (UFSC)

gov.br RICARDO DANTAS DE LUCAS
Data: 21/12/2022 18:07:28-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>
(ASSINATURA ELETRONICA)
Documento assinado digitalmente

APROVADA Dr. Guilherme Pereira Berriel
(CONCEITO) (Faculdade Sogipa)

gov.br GUILHERME PEREIRA BERRIEL
Data: 21/12/2022 16:50:50-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>
(ASSINATURA ELETRONICA)

APROVADA
CONCEITO FINAL

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu professor e orientador Dr. Luiz Fernando Martins Krueel pela orientação desde a minha graduação na iniciação científica. Naquele momento uma sementinha foi plantada e após alguns anos ela germinou, colhi um importante fruto que foi a dissertação de mestrado e agora a tese de Doutorado. Meu muito obrigado, pelo incentivo, pela confiança, pela dedicação, pelo entusiasmo, pela amizade, pela orientação e por sempre ser Professor, dedicado a ensinar e avaliar não só o resultado final, mas também o processo de crescimento e construção. Sou eternamente grata por esta oportunidade.

Agradeço por todas as conversas, as cobranças (fazem parte do processo), e todos os aprendizados que tive a oportunidade de vivenciar junto a ti e ao GPAT nestes anos de graduação, mestrado e doutorado.

Gostaria de agradecer ao Guilherme Berriel por permitir que esta pesquisa se tornasse realidade. Por toda ajuda nas coletas, nas conversas, nos artigos compartilhados e escritos junto. Mas muito obrigada pela oportunidade de poder ter acesso a elite do voleibol masculino Brasileiro, podendo avaliar a seleção Brasileira Sub-19. Muito obrigada por me permitir crescer junto contigo, és um amigo e colega excepcional.

Meu muito obrigado a minha família. Ao meu marido Rafael que me apoiou, me deu suporte para que muitas vezes pudesse me ausentar para me dedicar aos estudos, e se manteve firme, amoroso e amigo por todo este período. Aos meus filhos Gabriel e Manuela por serem uns queridos, que apesar de pequenos no início deste processo, e hoje já não tão pequenos, me ajudam e me apoiam e me entendem, dentro do possível, mas às vezes reclamam “mãe, para de estudar”. Obrigada aos meus alunos que por tantos anos de trabalho se tornaram amigos, aceitam as trocas de horários para adequar minha agenda de aulas, reuniões etc., e torcem pelas minhas conquistas, em especial a Sali, minha aluna, amiga, ou amiga, aluna, que me cedeu a casa para agora fazer a defesa e durante todo o estágio docente do doutorado, com direito a café quentinho (quem me conhece sabe que adoro), além de todos as conversas, desabafos, sempre me colocando para cima, me

incentivando a ser cada vez melhor, muito obrigada por tudo. Obrigada a minha mãe e minha irmã que estão sempre atentas e dispostas a ajudar sendo um ombro amigo para todas as horas, especialmente a minha irmã Loana Silveira Cardoso, pela ajuda, dedicação e formatação final.

Agradeço a todos os membros integrantes do grupo GPAT pela escola que vocês representam, onde se aprende se troca se compartilha; onde expomos nossas virtudes e fraquezas para melhorarmos há cada dia. Todos vocês foram muito importantes na minha formação, vocês são ótimos e excelentes, o que me fez por muitas vezes me cobrar ser melhor e mostrando que sempre se pode melhorar. Como diz o Kruei, vocês põem o “sarrafo lá em cima”. Muito, muito obrigada a todos.

Obrigada aos membros da banca Prof. Dr. Leandro Tiggemann, que fez parte da minha banca de mestrado e na qual trago ensinamentos que estão aqui neste tese (como não chamar de percepção subjetiva de esforço, e sim de percepção de esforço, na qual tens toda razão, se é percepção, tem que ser subjetiva), entender que os intervalos RR não são uma resposta direta da VFC e sim seus índices, entre muitos outros, frutos daquele momento, além das contribuições no momento da qualificação deste projeto, ao Prof. Dr Ricardo Dantas de Lucas pelas correções e leituras sugeridas na qualificação do projeto, ao prof. Dr. Guilherme Pereira Berriel por estar aqui fazendo parte desta banca, podendo contribuir para o meu crescimento. Mas quero deixar meu agradecimento especial ao prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga pelo aprendizado durante este processo, além de fazer parte da minha vida acadêmica, desde a graduação, membro da banca de qualificação e de defesa da dissertação de mestrado, e da qualificação de doutorado sempre instigando e ensinando, agradeço por cada artigo que escrevemos juntos, em que fez tuas considerações, eu aprendi; e o estágio docente foi um momento muito especial, posso chamar de manhãs felizes, muito obrigada por ter me dado esta oportunidade.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano por todo conhecimento adquirido, e aos funcionários da ESEFID-UFRGS, por todo o auxílio, sempre que necessário.

MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOFISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE VOLEIBOL.

RESUMO

O esporte de alto rendimento exige dos atletas um aumento constante de desempenho, necessitando o monitoramento das cargas internas e externas e suas respostas fisiológicas e psicofisiológicas para que se possa prescrever de formas mais precisa e individual. Desta forma, esta Tese teve como objetivo entender como as cargas de treino e seus índices de monotonia e carga total (*Strain*), o desempenho de saltos e diferentes dias de recuperação influenciam as variáveis fisiológicas da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), concentração salivar de testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol e variáveis psicofisiológica através da percepção de recuperação e percepção de esforço, durante o terceiro microciclo da fase preparatória (6^a e 7^a semana) da Seleção Brasileira Sub-19 de Voleibol masculina. A amostra foi composta por 17 atletas convocados para Seleção Brasileira Sub-19 de voleibol. A percepção de esforço foi coletada no final de todos os treinos da manhã e da tarde para cálculo das cargas de treino diária através do método da percepção de esforço da sessão. Os valores de carga de treino diária (CTd) foram utilizados para os cálculos de carga de treino semanal, monotonia e carga total (*Strain*). O desempenho de saltos foi monitorado em todos os treinos técnicos e táticos e avaliados através do número de saltos realizados, altura de saltos e média dos saltos mais altos. As coletas de amostra salivar para análise das concentrações de testosterona e cortisol e a VFC foram realizadas na manhã do primeiro treino (M1), no início do último treino na primeira semana (M2), após 1 dia de recuperação, na manhã do primeiro treino da semana 2 (M3) e na manhã do último treino da semana 2 (M4), após 3 dias de recuperação, segunda-feira pela manhã de apresentação dos atletas para a quarta microciclo (M5). A percepção de recuperação foi coletada todas as manhãs, antes dos treinos nas semanas avaliadas e no retorno aos treinos da semana seguinte ao período de 3 dias de recuperação. Para análise estatística foi utilizada a equação de estimativas generalizadas com teste complementar de mínima diferença significativa (LSD) para as análises dos diferentes momentos das concentrações de cortisol, testosterona, relação testosterona/cortisol e para os índices da VFC. Para comparação entre as semanas 1 e semana 2 do desempenho de saltos, carga de treino, monotonia e carga total (*Strain*), percepção de recuperação e percepção de esforço foi utilizado o teste t pareado ou teste de Wilcoxon. Foram utilizados o teste de Correlação Linear Produto Momento de Pearson e/ou teste de correlação de Spearman para análise de correlação entre as variáveis. O tamanho de efeito foi analisado através do coeficiente d' de Cohen, e o índice de significância adotado foi de $\alpha = 0,05$. As cargas de treino não apresentaram diferenças significativas entre as duas semanas e os índices de monotonia e carga total (*Strain*) apresentaram maiores médias na semana 1 em relação a semana 2, com valores dentro do ideal nas duas semanas. O desempenho de saltos foi semelhante para o número de saltos total das semanas, mas o número de saltos por sessão de treino foi maior na semana 2. A média dos saltos mais altos nas duas semanas

não teve diferença estatística, enquanto a altura de salto apresentou maiores médias na semana 1. Este comportamento das cargas de treino e do desempenho de saltos não resultou em diferenças significativas para os índices da VFC, nos 5 momentos avaliados, mas as concentrações salivares de cortisol apresentaram alterações entre os 5 momentos avaliados, assim como as concentrações de testosterona e relação testosterona/cortisol. A percepção de recuperação e a percepção de esforço das semanas não apresentaram diferenças significativas e a percepção de recuperação foi igual entre a segunda-feira após 1 e 3 dias de recuperação. Encontramos uma forte correlação negativa entre a relação testosterona/cortisol (M4) com o número de saltos total ($r = -0,72$) e número de saltos por sessão ($r = -0,72$), enquanto as demais correlações foram insignificantes. Desta forma concluímos que os dias de recuperação parecem interferir no comportamento das concentrações de cortisol e testosterona, onde o intervalo de 1 dia de recuperação não gerou redução em suas concentrações, e o intervalo de 3 dias de recuperação mostrou ser tempo suficiente para reduzir as concentrações para valores iniciais do microciclo, já para a testosterona, 1 ou 3 dias de recuperação fizeram seus índices se manterem elevados, e com concentrações maiores ao final do microciclo avaliado, quando comparados ao início, e a relação testosterona/cortisol aumentou somente após os 3 dias de recuperação. Para os índices da VFC e percepção de recuperação (PR) os diferentes períodos de recuperação, mostrou não ter influência.

Palavras-chave: Voleibol. Carga interna. Carga externa. Variabilidade da frequência cardíaca. Testosterona. Cortisol. Percepção de recuperação.

MONITORING OF EXTERNAL AND INTERNAL LOADS AND THEIR RELATIONSHIPS WITH PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL VARIABLES IN VOLLEYBALL ATHLETES.

ABSTRACT

High-performance sports demand a constant increase in performance from athletes, requiring monitoring of internal and external loads and their physiological and psychophysiological responses to allow the prescription of more accurate and personal training sessions. Therefore, this study aimed to understand how training loads and their indices of monotony and total load (*Strain*), jump performance and different recovery days influence the physiological variables of heart rate variability (HRV), salivary testosterone, cortisol and testosterone/cortisol ratio concentration and psychophysiological variables through the perceived recovery status (PRS) and rating of perceived exertion (RPE), during the third microcycle of the preparatory phase (6th and 7th week) of the Brazilian Under-19 Men's Volleyball Team. The sample consisted of 17 athletes summoned to the Brazilian Under-19 Volleyball Team. RPE was collected at the end of all morning and afternoon training sessions to calculate daily training loads using the session rating of perceived exertion method (sRPE). Daily training load values (TLd) were used to calculate weekly training load, monotony and total load (*Strain*). Jumping performance was monitored in all technical and tactical training sessions and evaluated through the number of jumps performed, jump height and average of the highest jumps. Salivary sample collections for analysis of testosterone and cortisol concentrations and HRV were evaluated in the morning of the first training (M1), at the beginning of the last training in the first week (M2), after 1 day of recovery, on the morning of the first training of week 2 (M3) and on the morning of the last training session of week 2 (M4), after 3 days of recovery, Monday morning of the athletes' presentation for the fourth microcycle (M5). PRS was collected every morning, before training in the evaluated weeks and when returning to training the week following the 3-day recovery period. For statistical analysis, the generalized estimation equation was used with the complementary test of least significant difference (LSD) for the analyzes of the different moments of cortisol and testosterone concentrations, testosterone/cortisol ratio and for the HRV indices. For comparison between weeks 1 and 2 of jumping performance, training load, monotony and total load (*Strain*), PRS and RPE, the paired t test or the Wilcoxon test was used. Pearson's Product Moment Linear Correlation test and/or Spearman's correlation test were used for correlation analysis between variables. The effect size was analyzed using Cohen's d' coefficient, and the significance index adopted was $\alpha = 0.05$. The training loads did not show significant differences between the two weeks and the monotony and total load (*Strain*) indices showed higher averages in week 1 compared to week 2, with values within the ideal range in both weeks. Jumping performance was similar for the total number of jumps in the weeks, but the number of jumps per training session was higher in week 2. The average of the highest jumps in the two weeks had no statistical difference, while the jump height showed higher averages in week 1. This behavior of training loads and jumping performance did not result in significant differences for the HRV indices, in the 5

evaluated moments, but the salivary cortisol concentrations showed alterations between the 5 evaluated moments, as well as the testosterone concentrations and testosterone/cortisol ratio. The PRS and RPE of the weeks did not present significant differences and the perception of recovery was the same between Monday after 1 and 3 days of recovery. We found a strong negative correlation between the testosterone/cortisol ratio (M4) with the total number of jumps ($r = -0.72$) and number of jumps per session ($r = -0.72$), while the other correlations were insignificant. In this way, we conclude that recovery days seem to interfere with the behavior of cortisol and testosterone concentrations, where the 1-day recovery interval did not generate a reduction in their concentrations, and the 3-day recovery interval proved to be sufficient time to reduce concentrations for initial values of the microcycle, as for testosterone, 1 or 3 days of recovery made its indexes remain high, and with higher concentrations at the end of the evaluated microcycle, when compared to the beginning, and the testosterone/cortisol ratio increased only after 3 days recovery. The HRV and PRS indices showed no influence in the different recovery periods.

Keywords: Volleyball. Internal load. External load. Heart rate variability. Testosterone. Cortisol. Perception of recovery.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA.....	20
1.2	OBJETIVO	25
1.2.1	Objetivo Geral	25
1.2.2	Objetivos Específicos.....	25
2	REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1	O VOLEIBOL E SUA RELAÇÃO COM FADIGA.....	26
2.2	MONITORAMENTOS DAS CARGAS DE TREINO	28
2.3	PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM AS CARGAS DE TREINO	38
2.4	RELAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COM AS CARGAS DE TREINO	40
2.5	CONCENTRAÇÕES DOS HORMÔNIOS TESTOSTERONA E CORTISOL E SUA RELAÇÃO COM AS CARGAS DE TREINO	50
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	56
3.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA	56
3.2.1	Crítérios de inclusão	56
3.2.2	Crítérios de exclusão.....	56
3.2.3	Procedimentos para seleção da amostra	57
3.2.4	Considerações éticas	57
3.3	VARIÁVEIS.....	57
3.3.1	Variáveis de caracterização da amostra	57
3.3.2	Variáveis dependentes	57
3.3.2	Variáveis independentes.....	58
3.4	TRATAMENTOS DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES	58
3.4.1	Treinamento	58
3.4.2	Dias de recuperação entre as semanas de treinamento	62
3.5	INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS	62
3.5.1	Ficha de dados cadastrais	62
3.5.2	Massa corporal	62

3.5.3	Estatura	63
3.5.4	Variabilidade da frequência cardíaca.....	63
3.5.5	Percepção de recuperação	63
3.5.6	Percepção de Esforço	63
3.5.7	Concentração salivar de testosterona e cortisol e relação testosterona/cortisol	63
3.5.8	Duração do treino	64
3.5.9	Monitoramento de saltos (volume e altura).....	64
3.6	PROCEDIMENTOS DAS COLETAS E TRATAMENTO DOS DADOS..	64
3.6.1	Caracterização da amostra	64
3.6.2	Variabilidade da frequência cardíaca.....	64
3.6.3	Percepção de recuperação	65
3.6.4	Percepção de esforço.....	65
3.6.5	Concentração de testosterona e de cortisol salivar e relação testosterona/cortisol.	65
3.6.6	Carga de treino: método percepção de esforço da sessão	66
3.6.7	Monotonia e carga total (<i>Strain</i>) do treinamento	67
3.6.8	Desempenho de saltos.....	68
3.7	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	68
3.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	70
4	RESULTADOS	72
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	72
4.2	CARGA DE TREINO, MONOTONIA, CARGA TOTAL (<i>STRAIN</i>) E DESEMPENHO DE SALTOS DURANTE AS SESSÕES DE TREINO..	72
4.3	ÍNDICES DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E CONCENTRAÇÃO DE CORTISOL, TESTOSTERONA E RELAÇÃO TESTOSTERONA/CORTISOL	75
4.4	PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO ..	80
4.5	CORRELAÇÕES	82
5	DISCUSSÃO	85
5.1	CARGA DE TREINO, MONOTONIA, CARGA TOTAL (<i>STRAIN</i>) E DESEMPENHO DE SALTOS DURANTE AS SESSÕES DE TREINO..	86
5.2	ÍNDICES DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, CONCENTRAÇÕES DE CORTISOL E TESTOSTERONA SALIVAR E RELAÇÃO TESTOSTERONA/CORTISOL	91

5.3	PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO	103
5.4	CORRELAÇÕES	105
6	CONCLUSÃO	108
7	LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES	110
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
	ANEXOS	126
	ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Maiores de idade)	126
	ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Responsável por menor de idade)	131
	ANEXO C - TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR	136
	ANEXO D - TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS	139
	ANEXO E - TERMO DE AUTORIZAÇÃO CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEIBOL	141
	ANEXO F - CRONOGRAMA	142
	ANEXO G - ORÇAMENTO	143
	ANEXO H - ANÁLISES DE NORMALIDADE	144

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala CR-10 de Borg.....	32
Quadro 2 - Escala de percepção de recuperação	39
Quadro 3. – Organização geral (resumida) da estrutura do treinamento durante o período preparatório da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19. ...	59
Quadro 4. – Cronograma das sessões de treinos e períodos de recuperação da equipe Sub-19 para a 1ª e 2ª semana avaliada.	60

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** - Valor médio e desvio padrão (DP) das variáveis de caracterização da amostra. 72
- Tabela 2.** - Dados de carga de treino semanal, monotonia e carga total (*Strain*) apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e tamanho de efeito (TE) das semanas de treino 1 e 2 avaliadas..... 73
- Tabela 3.** - Dados de número de saltos total da semana, média número de saltos por sessão, altura de saltos e média dos saltos mais altos realizados nas sessões de treino das semanas 1 e semana 2 apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e tamanho de efeito (TE)..... 75
- Tabela 4.** - Dados da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) apresentados em média \pm desvio padrão (DP) e valor de p, avaliados no domínio do tempo através dos índices raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e desvio padrão (DP) de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN) nos 5 momentos, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1; M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2, depois de 3 dias de recuperação. 76
- Tabela 5.** – Tamanho de efeito entre os 5 momentos (M) avaliados para o índice raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e para o índice desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN) da VFC, avaliados em ms (milissegundos). 77
- Tabela 6.** - Dados das concentrações de cortisol, testosterona e relação testosterona/ Cortisol (T/C) salivar em nanogramas por mililitros (ng/ml), apresentado em média \pm desvio padrão (DP) e valor de p, nos 5 momentos avaliados, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1; M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2, depois de 3 dias de recuperação. 78
- Tabela 7.** – Tamanhos de efeito entre os 5 momentos (M) avaliados para as concentrações de cortisol salivar, para as concentrações de testosterona salivar, em nanograma por mililitros (ng/ml), e a relação testosterona/cortisol (relação T/C)..... 80

- Tabela 8.** - Dados de Percepção de Recuperação (PR) e Percepção de Esforço (PE) apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e tamanho de efeito (TE) para a PR avaliada na primeira semana (SEMANA 1) e segunda semana (SEMANA 2). 81
- Tabela 9.** - Dados de Percepção de Recuperação (PR) apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e Tamanho de Efeito (TE) para a PR avaliada no treino de segunda após 1 dia de recuperação e para PR avaliada no treino de segunda após 3 dias de recuperação. 81
- Tabela 10.** - Correlações dos índices da VFC, raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN), avaliados nos momentos 1 e 2 onde 1: manhã do primeiro treino da semana 1 e 2: manhã do último treino da semana com a carga de treino semana 1 (CT 1), percepção de recuperação da semana 1 (PR 1), percepção de esforço da semana 1 (PE 1), número de saltos total da semana 1 (N salto total 1), número de saltos por sessão de treino da semana 1 (N salto sessão 1), altura média de salto da semana 1 (Alt salto 1) e a média dos saltos mais altos da semana 1 (Média saltos mais altos 1). E correlações dos índices da VFC, RMSSD e SDNN, avaliados nos momentos 3, 4 e 5, onde 3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; 4: manhã do último treino da semana 2 e 5: manhã do primeiro treino da após a semana 2 após 3 dias de recuperação, com a carga de treino semana 2 (CT 2), percepção de recuperação da semana 2 (PR 2), percepção de esforço da semana 2 (PE 2), número de saltos total da semana 2 (N salto total 2), número de saltos por sessão de treino da semana 2 (N salto sessão 2), altura média de salto da semana 2 (Alt salto 2) e a média dos saltos mais altos da semana 2 (Média saltos mais altos 2). P sobrescrito- quando avaliados pela Correlação Linear Produto Momento de Pearson e S sobrescrito quando avaliados pela correlação de Spearman, e * quando valor $p \leq 0,05$ 83
- Tabela 11.** - Correlações da relação testosterona/cortisol avaliados nos momentos 1 e 2 onde 1: manhã do primeiro treino da semana 1 e 2: manhã do último treino da semana com a carga de treino semana 1 (CT 1), percepção de recuperação da semana 1 (PR 1), percepção de esforço da semana 1 (PE 1), número de saltos total da semana 1 (N salto total 1), número de saltos por sessão de treino da semana 1 (N salto sessão 1), altura média de salto da semana 1 (Alt salto 1) e a média dos saltos mais altos da semana 1 (Média saltos mais altos 1). E correlações da relação testosterona/cortisol avaliados nos momentos 3, 4 e 5, onde 3: manhã do primeiro dia de treino da

semana 2 após 1 dia de recuperação; 4: manhã do último treino da semana 2 e 5: manhã do primeiro treino da após a semana 2 após 3 dias de recuperação, com a carga de treino semana 2 (CT 2), percepção de recuperação da semana 2 (PR 2), percepção de esforço da semana 2 (PE 2), número de saltos total da semana 2 (N salto total 2), número de saltos por sessão de treino da semana 2 (N salto sessão 2), altura média de salto da semana 2 (Alt salto 2) e a média dos saltos mais altos da semana 2 (Média saltos mais altos 2). P sobrescrito- quando avaliados pela Correlação Linear Produto Momento de Pearson e S sobrescrito quando avaliados pela correlação de Spearman, e * quando valor $p \leq 0,05$ 84

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** - Estrutura teórica do processo de treinamento segundo Impellizzeri *et al.* (2018). 31
- Figura 2.** - Fluxograma das avaliações e rotinas de treinamento e avaliações durante o período de treinamento avaliado. TCLE- termo de consentimento livre e esclarecido, VFC- variabilidade da frequência cardíaca, PR- percepção de recuperação, PE percepção de esforço, M1 – momento 1, M2 – momento 2, M3 – momento 3, M4 – momento 4, M5 – momento 5..... 61
- Figura 3.** - Valores médios das cargas de treino diárias e carga de treino semanal total da semana 1 (CT1) e da semana 2 (CT2), avaliadas através do método da percepção de esforço da sessão, expresso em unidades arbitrárias (UA)..... 74
- Figura 4.** – A – Índice da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD). B – Índice da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), desvio padrão (DP) de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN). Os índices foram expressos em milissegundos (ms) e avaliados em 5 momentos, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1; M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2, depois de 3 dias de recuperação..... 77
- Figura 5.** - A -Concentração de cortisol salival expresso em nanogramas por mililitros (ng/ml). B- Concentração de testosterona salival expresso em nanogramas por mililitros (ng/ml). C- Relação testosterona/cortisol salivar expressos em nanogramas por mililitros (ng/ml). As concentrações de testosterona e cortisol salivar foram avaliadas em 5 momentos pela manhã no momento de apresentação aos treinos, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1, REC 1 D: recuperação de 1 dia, M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, REC 3 D: recuperação de 3 dias, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2 após 3 dias de recuperação. Letras diferentes mostram diferenças significativas entre os momentos avaliados, e letras iguais representam médias iguais. 79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDV: Centro de Desenvolvimento de Voleibol

CK: Creatina Kinase

CMJ: salto contra movimento (Counter movement jump)

CMJa: salto contra movimento com os braços

CPR: ponto de compensação respiratória

CR-10: escala de percepção de esforço com índices de 0-10 (category-ratio)

DP: desvio padrão

ECG: eletrocardiograma

IC: intervalo de confiança

FC: frequência cardíaca

GEE: equação de estimativas generalizadas

GH: hormônio do crescimento

HF: alta frequência

Hz: hertz

IGF-1: fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

LF: baixa frequência

LSD: mínima diferença significativa (least significant difference)

LV: limiar ventilatório

ms: milisegundos

PE: percepção de esforço

PR: percepção de recuperação

PPGCMH: Programa de Pós-graduação em Ciência do Movimento Humano

RR: duas ondas R sucessivas (incluindo uma onda R) do sinal eletrocardiográfico

SNA: sistema nervoso autônomo

SNC: sistema nervoso central

pNN50: porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms;

SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em ms;

SDANN: desvio padrão das médias dos intervalos RR normais, a cada minutos, em um intervalo de tempo, expresso em ms;

SDNNi: é a média do desvio padrão dos intervalos RR normais a cada 5 minutos, expressos em ms.

RMSSD: é a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em intervalo de tempo, expresso em ms;

logHF: logaritmo aplicado a alta frequência

logLF: logaritmo aplicado a baixa frequência

LogRMSSD: logaritmo natural aplicada ao RMSSD.

SD1: dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade e parece ser um índice de registro instantâneo da variabilidade de batimentos cardíacos.

SD2: dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade e representa a VFC em registros de longa duração.

SD1/SD2: razão entre as variações curta e longa dos intervalos RR.

SJ: salto squat (squat jump)

STD: desvio padrão de todos os intervalos RR comparados com a média.

VFC: variabilidade da frequência cardíaca.

VLF: frequência muito baixa.

VO₂: consumo de oxigênio

T/C: relação testosterona/cortisol

TCLE: termo de consentimento livre e esclarecido.

TE: tamanho de efeito.

TRIMP: “impulso do treinamento”, método de monitoramento de carga de treino baseado na FC

UA: unidades arbitrárias

1 INTRODUÇÃO

1.1 O PROBLEMA E SUA IMPORTÂNCIA

Atletas de alto rendimento têm suas rotinas compostas por horas de treinamento diário, para melhorar a aptidão física e atender as exigências físicas nos momentos das competições (MILANEZ *et al.*, 2011; HORTA *et al.*, 2017). Devido a isso, o planejamento dos treinamentos, com os controles das cargas impostas aos atletas, se mostra necessário para evitar situações de fadiga crônica, lesões e doenças (KENTA & HASSMÉN, 1998; BARA FILHO *et al.*, 2013; REYNOSO-SANCHES *et al.*, 2016), além de auxiliar no monitoramento dos tempos de recuperação necessário (KENTA & HASSMÉN, 1998; REYNOSO-SANCHES *et al.*, 2016).

No voleibol os saltos parecem ser o maior critério de desempenho (FORTHOMME *et al.*, 2005; WAGNER *et al.*, 2009; LOMBARD *et al.*, 2011), estando associados à danos musculares, aumento da percepção de dor muscular, incremento na creatina Kinase plasmática e perda de força e habilidade, podendo acarretar em situações de fadiga aguda e crônica (ROBERTS & SMITH, 1989; FORTHOMME *et al.*, 2005; SHEPPARD *et al.*, 2007; WAGNER *et al.*, 2009; LOMBARD *et al.*, 2011; ARAZI *et al.*, 2012).

A fadiga aguda impossibilita a capacidade de manter o desempenho, e parece ter origem em um ou mais sistemas fisiológicos envolvidos na ação muscular, desde o sistema nervoso central (SNC) até as estruturas contráteis (SAHLIN, 1992; SILVA *et al.*, 2006, PEREIRA *et al.*, 2009). Quando a fadiga aguda é sustentada por dias e/ou semanas leva a situações de fadiga crônica, (DERMAN *et al.*, 1997; GREEN, 1997) que está associada à queda do rendimento, e pode levar semanas, meses ou anos para a recuperação total (BEHENCK *et al.*, 1997; HALSON & JEUKENDRUP, 2004).

As cargas de treino tem se mostrado o principal fator de controle do treinamento físico para entender os efeitos de diferentes treinos em diferentes condições e diferentes atletas, onde a carga externa (tarefa a ser cumprida pelo atleta: tempo, distância, número de saltos, velocidade) não são os únicos

estímulos de um treinamento, mas também as respostas fisiológicas e psicológicas que se comportam de formas diferentes, em relação aos estímulos físicos, denominando-se de carga interna (LUO & TU, 2015).

Em esportes coletivos, como o voleibol, os treinamentos normalmente são realizados em grupo e os atletas são submetidos a tempos de treino similares, apesar das cargas externas e internas apresentarem comportamentos diferentes (NOGUEIRA *et al.*, 2014; HORTA *et al.*, 2017), visto que diferentes posições ocupadas em quadra resultam em diferentes números e alturas de saltos, que resultará em cargas internas e externas diferentes (VILAMITJANA *et al.*, 2008; SHEPPARD *et al.*, 2009; BAHR & BAHR, 2014; HORTA *et al.*, 2017; CARDOSO *et al.* 2021).

Ao monitorar as cargas de treino é possível entender seus efeitos sobre variáveis fisiológicas e psicológicas (COUTTS *et al.*, 2007; COUTTS *et al.*, 2009; BOURDON *et al.*, 2017; COSTA & NAKAMURA, 2022). Marcadores fisiológicos como a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), concentrações hormonais (testosterona e cortisol) e psicofisiológicos como a percepção de recuperação (PR) e a percepção de esforço (PE), auxiliam na compreensão das alterações decorrentes das cargas de treino aplicadas aos atletas. Desta forma, compreender as alterações em variáveis fisiológicas e psicofisiológicas decorrentes das cargas de treino ajudará a entender quais os melhores indicadores para se avaliar as cargas de treino na modalidade do voleibol, para que possa ser utilizado pelas comissões técnicas.

Entre os métodos de monitoramento das cargas internas de treino o método baseado na percepção de esforço (PE) da sessão é o mais utilizado em esportes coletivos (BARA FILHO *et al.*, 2013; BOURDON *et al.*, 2017; VLANTES *et al.*, 2017; IMPELLIZZERI *et al.*, 2018). No voleibol as avaliações das cargas internas de treino baseadas na PE da sessão têm se mostrado um método confiável, e além dos dados de carga de treino semanal é possível analisar outros índices como monotonia e carga total (Strain), que refletem as oscilações das cargas de treino, podendo prevenir a fadiga crônica (De ANDRADE *et al.*, 2014; AOKI *et al.*, 2017; FOSTER *et al.*, 1997; HORTA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018).

Além disso, a VFC tem se mostrado uma ferramenta promissora para análise de carga para atletas, visto que a fadiga muscular parece ter origem também no SNC, e as alterações metabólicas e contráteis decorrentes do exercício funcionam como informantes do sistema nervoso central, limitando o tempo de realização do exercício (SAHLIN, 1992; SILVA *et al.*, 2006, PEREIRA *et al.*, 2009). Em linhas gerais, assume-se que quando há uma diminuição da VFC ocorre um aumento na atividade autonômica simpática e/ou uma redução parassimpática, ao passo que a resposta fisiológica inversa é observada quando há um aumento na VFC (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). Os índices no domínio do tempo são os mais utilizados neste tipo de análise, pois podem trazer informações importantes sobre fadiga e adaptação, referentes a sobrecarga acumulada no decorrer dos treinos e jogos, e podem ser coletados em curtos períodos (BUCHHEIT *et al.*, 2010; PLEWS *et al.*, 2012; PLEWS *et al.*, 2013; FLATT *et al.*, 2016)

Quando utilizado para avaliar atletas de voleibol, a VFC parece ser um instrumento adequado para avaliação de fadiga física, e compreensão dos efeitos das cargas de treinamento, principalmente em análises individuais (HAP *et al.*, 2011; D'ASCENZI *et al.*, 2013; LEHNERT *et al.*, 2015; HERNÁNDEZ-CRUZ *et al.*, 2017). O potencial de utilização da VFC é controverso, pois Mazon *et al.* (2013) e Cardoso *et al.* (2021) não encontraram diferenças significativas na VFC em atletas de voleibol avaliados antes e depois de um período competitivo, e na comparação entre jogos e treinos.

As concentrações hormonais trazem importantes informações sobre as alterações fisiológicas decorrentes das cargas de treino impostas aos atletas, são os hormônios testosterona e cortisol, pois trazem respostas catabólicas (cortisol) e anabólicas (testosterona), além do equilíbrio entre o anabolismo e o catabolismo, através da relação testosterona/cortisol. Uma recente metanálise mostrou que as concentrações de cortisol, testosterona e a relação testosterona/cortisol (relação T/C), são os marcadores biológicos hormonais mais utilizados para avaliar populações de atletas, monitorar situações de fadiga e aprimoramento da capacidade física (GREENHAM *et al.*, 2018). O método de avaliação destes hormônios através das concentrações salivares tem se mostrado atrativo, devido à facilidade de obtenção da amostra e,

principalmente pela natureza menos invasiva que a coleta de sangue venoso (NUNES & MACEDO, 2013) e com altas correlações com os níveis de circulação sanguínea (CADORE *et al.*, 2009).

Estudos mostram que sessões agudas de exercícios (KINDERMAN *et al.*, 1998; CADORE *et al.*, 2009; HOUGH *et al.*, 2015) e períodos de treinamento podem gerar aumento nas concentrações de testosterona (HOUGH *et al.*, 2015). Para as concentrações de cortisol, uma sessão de exercício parece gerar incremento (KINDERMAN *et al.*, 1988; HOUGH *et al.*, 2015) assim como períodos de treinamento (GOMES *et al.*, 2013; O'CONNOR *et al.*, 2013), e estas alterações parecem estar associadas ao incremento de cargas impostas. Outros estudos não encontraram diferença nas concentrações de cortisol entre os momentos pré e pós-exercícios (CADORE *et al.*, 2009) e pré e pós-períodos de treinamento (ROBSON-ANSLEY *et al.*, 2007; BUCHHEIT *et al.*, 2013; HOUGH *et al.*, 2015).

Avaliando atletas de voleibol, estudos mostram diferenças nas concentrações hormonais pré e pós-competições (FILAIRE *et al.*, 1999; EDWARDS & O'NEAL, 2009; MOREIRA *et al.*, 2013; SOUGLIS *et al.*, 2015) mostrando que as cargas exigidas nos momentos competitivos parecem refletir em alteração nas concentrações de testosterona e cortisol. Já Freitas *et al.* (2017) e Horta *et al.* (2019) não encontraram diferenças significativas para as concentrações de testosterona e cortisol após períodos de treinamento, contrariando Mazon *et al.* (2011) que encontraram aumento das concentrações de testosterona após um período de treinamento de 12 semanas em atletas de voleibol, com aumento da relação T/C.

Entre os componentes de avaliação psicológicas a escala de percepção de recuperação é um método fácil de ser aplicado, sendo possível avaliar dia após dia os níveis de recuperação, pois a recuperação é um componente necessário para iniciar as séries de treinamento (LAURENT *et al.*, 2011). Cardoso *et al.* (2021) avaliando atletas de voleibol de uma equipe de nível nacional brasileira, mostraram que a percepção de recuperação nos dias de apresentação para os jogos e treinos é de “muito, muito boa recuperação”. Mas atletas de diferentes posições apresentam médias diferentes, e atletas com

maiores média de altura dos saltos verticais apresentaram menores escores de percepção de recuperação (CARDOSO, 2018). A fácil aplicabilidade e baixo custo a escala de PR auxilia treinadores e preparadores físicos a avaliar de forma sistemática a recuperação (DERMAN *et al.*, 1997; ALVES *et al.*, 2006; LAMBERT & BORRESEN, 2006; COUTTS *et al.*, 2007).

Desta forma, com o intuito de ver se a proposta utilizada pela Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19 para monitoramento de cargas internas e externas se comportam de forma semelhante a métodos, aceitos e descritos pela literatura para estas análises, buscamos auxiliar a comissão técnica da Seleção Brasileira Sub-19, a entender os efeitos das cargas de treino impostas e dos diferentes números de dias de recuperação propostos pela comissão técnica.

Por isso, através do entendimento das cargas de treino, desempenho de saltos e diferente dias de recuperação propostos às equipes, e suas repercussões nas variáveis fisiológicas como a VFC, concentrações de testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol, além das variáveis psicofisiológicas como percepção de recuperação e percepção de esforço, pode auxiliar treinadores e preparadores físicos a prescrever cargas de treino e dias de recuperação de forma cada vez mais individualizada ao longo de períodos competitivos.

A partir destas informações este estudo visa responder a seguinte questão: Como o desempenho de saltos, as cargas de treino e diferentes dias de recuperação, influenciam as variáveis fisiológicas (VFC e concentrações hormonais de testosterona e cortisol) e psicofisiológicas (PE e PR), em atletas de voleibol da Seleção Brasileira Sub-19 masculina de voleibol?

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho será verificar como as cargas de treino, o desempenho de saltos, e diferentes dias de recuperação influenciam as variáveis fisiológicas da VFC, concentração salivar de testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol, além das variáveis psicofisiológicas através da PR e PE.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar as cargas de treino (método da PE da sessão) e os índices de monotonia e carga total (*Strain*) das semanas avaliadas.
- Comparar o desempenho de saltos através do número de saltos total, número de saltos por sessão, média da altura de saltos e média dos saltos mais altos, das semanas avaliadas.
- Comparar os índices RMSSD e SDNN da VFC nos diferentes momentos avaliados.
- Comparar as concentrações salivares de cortisol, testosterona e relação T/C nos diferentes momentos avaliados.
- Comparar a PR e a PE das semanas avaliadas.
- Comparar a PR da segunda-feira após 1 dia de recuperação e da segunda-feira após 3 dias de recuperação.
- Correlacionar a relação testosterona/cortisol, e os índices RMSSD e SDNN com o desempenho de saltos, carga de treino semanal, PE e PR.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O VOLEIBOL E SUA RELAÇÃO COM FADIGA

O voleibol se caracteriza por ser um esporte intermitente que intercala períodos de alta intensidade com períodos de baixa intensidade (SHEPPARD *et al.*, 2007; BIZZOCHI, 2008; ZIV & LIDOR, 2010). Seus principais gestos esportivos estão relacionados a ações de potência máxima como saltos, *sprints* e movimentos com troca de direção.

Os saltos verticais aparecem como o maior critério de desempenho no voleibol e são utilizados nos saques, ataques e bloqueios (FORTHOMME *et al.*, 2005; SHEPPARD *et al.*, 2007; WAGNER *et al.*, 2009; LOMBARD *et al.*, 2011; PELLEGRINOTTI *et al.*, 2015). Dados mostram que um atleta de posição central pode realizar em média $114,95 \pm 6,93$ saltos, enquanto um atleta da posição oposto pode realizar $68,80 \pm 4,38$, enquanto a média da altura também apresenta diferença entre as posições, podendo variar entre $67,22 \pm 2,08$ cm para o oposto, $52,66 \pm 0,65$ para o central e $39,62 \pm 3,55$ cm para o levantador nos treinos (CARDOSO, 2018). Berriel *et al.*, (2004) mostraram que se realiza em média $117 \pm 30,17$ saltos por sets, em partidas da liga brasileira masculina.

Sendo os saltos verticais tão importantes para a modalidade, as capacidades técnico-táticas e as qualidades motoras para um bom desempenho exigem dos atletas constante aperfeiçoamento através dos treinamentos pliométricos, força resistente e força máxima (PELLEGRINOTTI *et al.*, 2015). Desta forma, os treinos técnicos, táticos e de força fazem parte das rotinas de treino dos atletas durante períodos pré-competitivos e competitivos, e implicam em altas cargas e volumes de treinamento (MAFFIULETTI *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2005; NETO *et al.*, 2005; SIMÕES *et al.*, 2009; TRAJKOVIC *et al.*, 2012). Estas rotinas são necessárias para a modalidade, visto que resultam em significantes melhoras no desempenho de saltos, mesmo em atletas altamente treinados (SHEPPARD & NEWTON, 2012; PELLEGRINOTTI *et al.*, 2015).

Por consequência, os saltos realizados de forma contínua e/ou intermitente, produzem diminuições no desempenho do pico de potência, perda de força e habilidade, incremento na creatina Kinase (CK) e concentração de lactato na corrente sanguínea, aumento da frequência cardíaca (FC), e estas alterações podem levar a queda no desempenho de saltos verticais até 72h depois, e a queda de rendimento parece estar diretamente relacionada a fadiga (CHAMARI *et al.*, 2001; HESPANHOL *et al.*, 2007; ARAZI *et al.*, 2016). A fadiga pode apresentar características agudas e/ou crônica (ROBERTS & SMITH, 1989; FORTHOMME *et al.*, 2005; SHEPPARD *et al.*, 2007; WAGNER *et al.*, 2009; LOMBARD *et al.*, 2011; ARAZI *et al.*, 2012).

A fadiga parece ter origem em um ou mais sistemas fisiológicos envolvidos na ação muscular, desde o sistema nervoso central (SNC) até as estruturas contráteis (DAVIS & BAYLES, 1997). Sendo assim, alterações metabólicas que ocorrem durante o exercício, impedem a atividade celular normal, diminuindo a velocidade de contração e reabastecimento de energia, que funcionam como informantes do sistema nervoso central, limitando a capacidade de gerar força, velocidade e/ou potência (SAHLIN, 1992; DAVIS & BAYLES, 1997; SILVA *et al.*, 2006; PEREIRA *et al.*, 2009).

Além da relação com a musculatura esquelética, o SNC também atua no controle da função cardiovascular, com o controle intrínseco da FC pelo sistema nervoso autônomo simpático e parassimpático, que em situações de fadiga parece ser mediado no SNC pela ação de neurotransmissores (MICHELINI, 2001). As alterações nas concentrações dos neurotransmissores, devido ao exercício físico, podem participar indiretamente na instalação da fadiga, atuando primeiramente no sistema cardiovascular (BERTUZZI *et al.*, 1994). Segundo Davis & Bailey (1997) há ação de neurotransmissores como serotonina, dopamina e acetilcolina na fadiga muscular; além disso, aumento de citocinas, acúmulos de amônia no sangue e no cérebro durante o exercício podem afetar negativamente a função do SNC, tornando-se claro que a fadiga durante exercícios prolongados tem influência de múltiplos fatores, centrais e periféricos.

Situações em que as atividades que levam a fadiga são sustentadas por dias e/ou semanas podem levar ao prejuízo no desempenho e alto nível de estresse imposto aos sistemas corporais, tecidos e células, levando a situações de fadiga crônica (GREEN, 1997). A fadiga crônica em atletas é de difícil diagnóstico e suas causas podem ser fisiológicas: excesso de treinamentos (intensidade, duração e frequência), competições excessivas, estado nutricional deficitário, sono insuficiente, viagens durante os períodos de competição, ou patológicas (LEHMANN *et al.*, 1992; BEHENCK *et al.*, 1997; DERMAN *et al.*, 1997; KENTTA & HASSMÉN *et al.*; 1998; GREEN, 1997; FELICISSIMO *et al.*, 2012).

Para que situações de fadiga crônica não ocorram é importante que haja um balanço entre as cargas de treinamento e recuperação levando a adaptações positivas ao treinamento, alto rendimento nas competições, diminuição nos níveis de estresse e lesões para os atletas, principalmente em momentos competitivos (MORTON, 1997; FOSTER *et al.*, 1998; KENTA & HASSMÉN, 1998; ALVES *et al.*, 2006; BROOKS *et al.*, 2009; FLETCHER *et al.*, 2010; NOCE *et al.*, 2011; HALSON, 2014; BROOKS *et al.*, 2016; DOES *et al.*, 2016; REYNOSO-SANCHES *et al.*, 2016; BLACK *et al.*, 2017). Programas de treinamento durante as fases preparatórias, pré-competitivas e competitivas, exigem dos treinadores e preparadores físicos conhecimento sobre as cargas de treinos impostas aos atletas, para que se maximizem adaptações positivas e evitem situações de lesões e fadiga crônica (BUCHHEIT *et al.*, 2013).

2.2 MONITORAMENTOS DAS CARGAS DE TREINO

As cargas de treino são compostas pelas cargas internas e cargas externas nos jogos e treinos. A carga externa é a tarefa a ser cumprida pelo atleta (tempo, distância, número de saltos, velocidade, etc...), enquanto a carga interna são as alterações nos sistemas orgânicos resultantes das cargas externas exigidas, que podem ser avaliadas através de parâmetros fisiológicos, bioquímicos e psicofisiológicos como a FC, PE, concentração de lactato, uréia, ácido úrico, amônia, creatina Kinase e hormônios do crescimento, testosterona,

cortisol, entre outros (URHAUSEN & KINDERMANN, 2002; IMPELLIZZERI *et al.*, 2005; MILOSKI *et al.*, 2015; BOURDON *et al.*, 2017).

Em esportes coletivos, como o voleibol, os treinamentos normalmente são realizados em grupo e os atletas são submetidos a tempos de treino similares, apesar das cargas externas e internas apresentarem comportamentos diferentes. Estes diferentes comportamentos podem estar relacionados ao nível de condicionamento físico, posição que ocupam em quadra, e/ou posição que ocupam no time (titular ou reserva), experiência de jogo, estado de humor, fadiga ou intensidade da sessão (NOGUEIRA *et al.*, 2014; HORTA *et al.*, 2017).

No voleibol as avaliações das cargas externas são realizadas, normalmente, pelos desempenhos de saltos verticais e tempo de treino diário (SHEPPARD *et al.*, 2007; LOMBARD *et al.*, 2011). Cardoso *et al.* (2021) mostraram não haver diferenças nas situações de jogos e treinos para o desempenho de saltos, mas avaliando as diferentes posições em quadra, Cardoso (2018) mostra haver diferenças significativas para o número de saltos realizados com a maior média de número de saltos apresentada pelo central, seguido pelo levantador. Bahr & Bahr (2014) também mostram os centrais com o maior número de saltos, seguido pelo levantador, já Horta *et al.* (2017) mostraram os levantadores com os maiores números de saltos por sessão, seguido dos centrais, opostos e ponteiros.

Avaliando a altura dos saltos verticais, Cardoso *et al.* (2021) mostraram não haver maiores alturas de saltos desempenhadas durante os jogos ($56,39 \pm 10,30$ cm), quando comparadas as sessões de treino ($54,53 \pm 9,04$ cm), e Cardoso (2018) mostra que o oposto e ponteiros apresentam as maiores médias $67,22 \pm 2,08$ cm e $64,50 \pm 1,61$ cm respectivamente. Já Sheppard *et al.* (2009) mostram que centrais e opostos apresentam maiores número de saltos CMJ e SJ quando comparado aos centrais nos jogos, mas a altura do salto CMJ em teste máximo foi semelhante entre os centrais ($55,9 \pm 8,7$ cm), opostos ($57,4 \pm 9,5$ cm) e levantadores ($54,4 \pm 9,4$ cm), corroborando com Vilamitjana *et al.* (2008) que trazem a informação de que atletas de diferentes posições

apresentam diferentes proporções entre os padrões de saltos contra movimento (CMJ) e o salto squat (SJ).

Como podemos observar as diferentes posições apresentam número e altura de saltos diferentes nos jogos e treinos, por isso monitorar as reais demandas de saltos realizados pelos jogadores tem se tornado cada vez mais importante e frequente entre as equipes de voleibol (HORTA *et al.*, 2017). Novas ferramentas vêm auxiliando o monitoramento dos saltos durante treinos e jogos em tempo real, como as unidades de medidas inerciais, que captam o número de saltos realizados, média de altura dos saltos, média dos saltos mais altos realizados e altura máxima atingida (CHARLTON *et al.*, 2016; SKAZALSKI *et al.*, 2018).

Mas apenas conhecer as cargas externas não se mostra um método totalmente efetivo para monitorar o estresse imposto aos atletas, pois as cargas internas podem ser diferentes entre atletas que receberam cargas externas semelhantes e a mesma carga externa pode apresentar cargas internas diferentes para o mesmo atleta em diferentes momentos (BARA FILHO *et al.*, 2013; BOURDON *et al.*, 2017; HORTA *et al.*, 2017). Para maximizar as respostas adaptativas, é preciso controlar o estresse aplicado para os atletas de forma global (carga externa e carga interna) e a nível individual, conforme apresentado por Impellizzeri *et al.* (2018) (Figura 1).

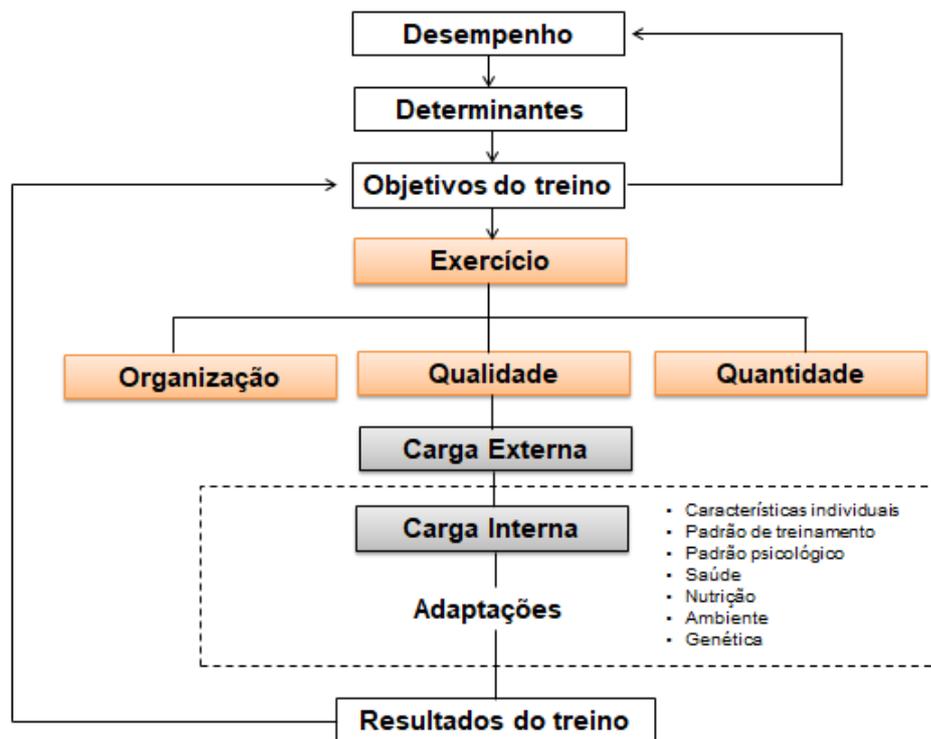


Figura 1. - Estrutura teórica do processo de treinamento segundo Impellizzeri *et al.* (2018).

Entre os métodos de monitoramento das cargas internas de treino, o método baseado na PE da sessão está entre os mais utilizados em esportes coletivos (STAGNO *et al.*, 2007; BARA FILHO *et al.*, 2013; BOURDON *et al.*, 2017).

A proposta para o monitoramento das cargas baseado na PE da sessão (FOSTER *et al.*, 1996), ganhou destaque na comunidade científica mostrando ser um instrumento confiável para quantificar a magnitude da carga de treinamento para diversas modalidades esportivas (FOSTER *et al.*, 2001; FREITAS *et al.*, 2015; FOSTER *et al.*, 2017, HORTA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018). Além de ser um método fácil de ser utilizado e confiável, devido as escalas de PE (BORG, 1990; FOSTER *et al.*, 1996)

As validações das escalas de PE se deram através de variáveis fisiológicas como frequência cardíaca e respiratória, consumo de oxigênio, dióxido de carbono e acidose metabólica, sendo ela capaz de integrar múltiplas informações, como estresse, desconforto e fadiga dos sistemas muscular,

cardiovascular e respiratório (ROBERTSON & NOBLE, 1997). Desta forma a PE é gerada a partir do mecanismo de retroalimentação (*feedback*), através principalmente do trabalho muscular intenso e outras sensações, como: tensão, dores, fadiga dos músculos periféricos e do sistema respiratório, além de indícios sensitivos, como o comportamento, fatores emocionais e psicológicos (BORG, 1990; ROBERTSON & NOBLE, 1997; BORG, 2000; NAKAMURA *et al.*, 2010; TIGGEMANN *et al.*, 2010).

A escala CR-10 de Borg mostra alta correlação para os índices de esforço com a escala original de PE de Borg (6 a 20). A escala CR-10 é uma versão mais simples da escala de percepção do esforço, com números de 0 a 10, onde 0 corresponde a nenhum esforço e 10 corresponde à extremamente forte, ou o maior esforço que a pessoa tenha tido experiência e é conhecida como escala CR-10 de Borg (Quadro 1). O autor sugere que a escala CR-10 melhor define a percepção de esforço ao exercício (BORG, 1990). Arney *et al.* (2019) citam que a utilização da escala CR-10 se mostrou mais interessante para derivar as pontuações de monitoramento das cargas de treino, através do método da PE da sessão, em comparação com a escala de Borg com índices de 6 a 20.

Quadro 1. - Escala CR-10 de Borg

TAXA	Descrição
0	Nenhum esforço (Repouso)
1	Muito Fraco
2	Fraco
3	Moderado
4	Um Pouco Forte
5	Forte
6	
7	Muito Forte
8	
9	
10	Esforço Máximo

Fonte: Borg, 2000, p.55.

Avaliando a PE em atletas de voleibol Cardoso *et al.* (2021) mostram média de percepção de esforço de $5,57 \pm 1,84$ no momento da apresentação aos jogos e $5,47 \pm 1,38$ no momento de apresentação para os treinos após os jogos, escores de percepção considerados “Forte”. O estudo de Rodrigues-Marroyo *et al.* (2014) também avaliando atletas profissionais mostraram média para percepção de esforço de $5,7 \pm 0,8$, escore considerado “Forte”, enquanto Borin *et al.* (2010) mostraram percepção de $3,4 \pm 1,2$ para atletas com idade entre 16 e 23 anos em período competitivo, escores considerados “Moderado”. Os períodos preparatórios parecem apresentar maiores médias de carga de trabalho semanal, quando comparado ao período competitivo (TIMOTEO *et al.*, 2018).

O método de monitoramento da carga de treino da sessão proposto por Foster *et al.* (1996) consiste em avaliar a PE da sessão, utilizando a escala de percepção de esforço CR-10 de Borg. O teste resume-se a encorajar o atleta, após 30 minutos do término da sessão de treino, a responder a simples questão: “Como foi sua carga de trabalho?” com o objetivo de receber uma resposta descomplicada que reflete a impressão global da carga de trabalho do atleta. O valor da carga de treino da sessão se dá pelo produto entre os valores observados pela escala de PE e o tempo de treino em minutos da sessão e é expresso em unidades arbitrárias (UA) (FOSTER *et al.*, 1997; LUO & TU, 2015). Mas parece não haver diferença significativa entre as avaliações da PE ao final do exercício, após 15 min e após 30 minutos do término do treino, possibilitando a coleta da PE para monitoramento das cargas de treino em qualquer dos tempos avaliados (KILPATRICK *et al.*, 2009).

CARGA DE TREINO = PE sessão x minutagem do treino

(unidades arbitrárias - UA)

No voleibol, a literatura tem utilizado mais as avaliações das cargas de treino baseadas na PE da sessão (De ANDRADE *et al.*, 2014; AOKI *et al.*, 2017; HORTA *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.* 2018) sendo este um método que

pode ser utilizado de forma confiável e com mínimas instruções. Segundo Foster *et al.* (2001) esportes que priorizam força e potência em suas práticas, necessitam de ferramentas de análise para as cargas de treino, que sejam capazes de mensurar a intensidade dos esforços como o método da PE da sessão.

Buscando entender a associação entre os métodos de monitoramento de carga e desempenho de saltos verticais em atletas de voleibol durante jogos Vlantes *et al.* (2017) encontraram moderada associação ($r = 0.54$) entre o número de saltos e as cargas de treino através da PE da sessão. Já Horta *et al.* (2017) mostra correlação moderada da PE com o número de saltos para os opostos ($r = 0,44$), para os ponteiros ($r = 0,34$) e para os opostos também se ($r = 0,30$), enquanto Cardoso *et al.* (2021) não encontraram correlações significativas entre a PE com o número de saltos e altura de saltos em jogos e treinos, mas não avaliaram as correlações com as cargas de treino através do PE da sessão. Pisa *et al.* (2022) mostram que as sessões de treino com maior número de saltos realizados resultam em maiores valores de carga de treino.

Os treinamentos com características das cargas ondulatórias visam melhoras na aptidão física, melhores índices de recuperação e menores índices de lesões, quando comparado a cargas não-ondulatórias (COSTA *et al.*, 2019). Avaliando atletas de voleibol os estudos mostram as cargas de treino semanal com características ondulatórias (DEBIEN *et al.*, 2018; HORTA *et al.*, 2017; HORTA *et al.*, 2019), onde os maiores valores de carga de treino semanal são encontradas no período preparatório quando comparado ao período competitivo (FREITAS *et al.*, 2015; AOKI *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; HORTA *et al.*, 2018), pois nesta fase visam-se melhoras de condicionamento físico geral e específico da modalidade e os treinos são compostos com altas cargas e volumes.

Avaliando atletas de voleibol Horta *et al.* (2019) mostram carga média de treino para o período preparatório entre 3000 e 6000 UA. Já Freitas *et al.* (2019) mostraram carga semanal média de 2354 ± 492 (UA) quando avaliados na segunda semana da fase preparatória. Debien *et al.* (2018) avaliando 36 semanas de treino de atletas de voleibol profissionais, mostram a carga média

de treino semanal de 3733 ± 1228 UA, quando avaliados na segunda metade da fase preparatória, com as maiores médias sendo atingidas na semana 17 com carga de 5027 ± 1006 UA. As cargas apresentadas no estudo de Berriel *et al.* (2021) avaliando um período de treino de 10 semanas variaram entre 1388 ± 111 UA e 3852 ± 149 UA, e mostram que estas cargas de treino semanal são capazes de aprimorar o desempenho de saltos (SJ, CMJ, CMJa) e a capacidade aeróbica avaliada através do Yo-Yo teste, habilidades consideradas importantes para o desempenho de atletas de voleibol.

Diversos estudos com voleibol mostram que o período preparatório apresenta maiores médias de carga de treino comparado ao período competitivo (FREITAS *et al.*, 2015; AOKI *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018; HORTA *et al.*, 2018), pois nesta fase visam-se melhoras de condicionamento físico geral e específico da modalidade e os treinos são compostos com altas cargas e volumes, para que os atletas alcancem os altos níveis de rendimento necessários para a fase seguinte, as competições (MAFFIULETTI *et al.*, 2002; COSTA *et al.*, 2005; NETO *et al.*, 2005; SIMÕES *et al.*, 2009; TRAJKOVIC *et al.*, 2012).

Outros índices surgiram, levando em consideração os valores das cargas de treino diárias e semanais, como os conceitos de monotonia e carga total (*Strain*) (FOSTER *et al.*, 1997). A monotonia reflete a oscilação da magnitude das cargas de treinamento aplicada nas diferentes sessões de treino, por um determinado período. Para cálculo das cargas de treino diário, são somadas as cargas de treino dos turnos diários. Para obter a carga de treino semanal total são somadas as cargas de treinos diárias, dos treinos realizados na semana. A monotonia é a razão da média das cargas de treino diárias de cada semana, incluindo os dias em que não houve treinos, pelo seu desvio padrão. Valores acima de 2 UA são considerados reflexo de pouca oscilação das cargas de treinamento, que pode levar a queda de rendimento e possíveis situações de fadiga e possíveis lesões (FREITAS *et al.*, 2015; FOSTER *et al.*, 2017).

MONOTONIA = Média das cargas de treino diárias da semana / Desvio padrão (DP) (unidades arbitrárias – UA)

A Carga total (*Strain*) está associada ao nível de adaptação ao treinamento, e traz informações a respeito da magnitude das cargas de treino da semana e da distribuição aplicada aos atletas. Este índice é calculado através do produto da carga de treino semanal total (soma de todas as cargas de treino diários da semana) pela monotonia da semana correspondente. O valor de referência máximo sugerido para a “carga total” é de 10.000 UA. Altos índices de “carga total” sugerem que houve distribuição inadequada das cargas de treino relacionada ao volume aplicado na semana, que pode levar a síndrome de *overtraining* (FREITAS *et al.*, 2015; FOSTER *et al.*, 2017).

CARGA TOTAL (*Strain*) = carga de treino semanal x monotonia da semana (unidades arbitrárias – UA)

A integração da carga de treino total, padrão de distribuição das cargas de treino e a variação dia a dia das cargas de treino mostrada através da monotonia e carga total (*Strain*) são elementos importantes para manutenção do desempenho (FOSTER *et al.*; 2017). Pois altos índices de monotonia e carga total (*Strain*) sugerem que houve distribuição inadequada das cargas de treino relacionada ao volume aplicado na semana, que pode favorecer adaptações negativas ao treinamento (queda de desempenho, aumento de doenças infecciosas e lesões) (FREITAS *et al.*, 2015; FOSTER *et al.*, 2017).

Avaliando monotonia e carga total (*Strain*) em atletas de voleibol avaliados por um período de 22 semanas, Freitas *et al.* (2015) encontraram valores de monotonia entre $1,1 \pm 0,2$ e $1,4 \pm 0,1$ UA e valores de carga total (*Strain*) entre $1929,4 \pm 630,6$ e $2802,7 \pm 580,7$ UA. Corroborando com estes achados Debien *et al.* (2018) avaliando o período preparatório e o período competitivo mostraram valores muito semelhantes para as duas fases, com

valores de monotonia entre $1,13\pm 0,20$ e $1,32\pm 0,09$ e valores de carga total (*Strain*) entre 4092 ± 1250 e 6214 ± 1197 . Horta *et al.* (2018) corroboram com os achados de Freitas *et al.* (2015) e de Debien *et al.* (2018) apresentando cargas bem distribuídas durante 20 semanas da fase preparatória de uma equipe de voleibol masculina, com os valores dentro dos ideais para estes índices. Estes valores estão abaixo do que é considerado como valor máximo, mostrando que houve oscilação das cargas de treinamento durante o período avaliado, para todos os estudos apresentados anteriormente, ideal para gerar adaptações positivas ao treinamento.

Avaliando estes índices em atletas de outras modalidades, Miloski *et al.* (2012) visando entender o controle da carga e descrição da periodização em equipes de futsal durante 37 semanas, mostraram que o período de preparação apresentou cargas de treinamento semanal total, carga total (*Strain*) e monotonia maiores que o competitivo, mas com valores de monotonia máximo de $1,61\pm 0,3$ UA e de carga total (*Strain*) $4771,4\pm 1570$, valores bem abaixo que os sugeridos por Freitas *et al.* (2015) e Foster *et al.* (2017) para que se leve a condições de queda de rendimento, situações de fadiga e possíveis lesões. Já Clemente *et al.* (2019) avaliando atletas de futebol por 10 semanas, mostraram altos valores de monotonia (3,8 UA) na semana 2, mas este valor não refletiu em altos valores de carga total (*Strain*), com valores de 1751 UA, considerado baixo. Avaliando um atleta de triatlon, Leite *et al.* (2008) observaram altos valores de monotonia e “carga total”, com valores de monotonia de até 2,8 UA e carga total (*Strain*) de 12205 UA, sugerindo pouca oscilação das cargas podendo possivelmente levar a situações de fadiga e lesões. Vale salientar que os maiores índices de monotonia e “carga total” não aconteceram no momento das maiores cargas de treino.

O método de avaliar as cargas de treino da sessão proposto por Foster *et al.* (1996) que avalia a PE da sessão, multiplicando a minutagem pela PE, reflete a impressão global da carga de trabalho do atleta (FOSTER *et al.*, 1997; LUO & TU, 2015), podendo acessar os valores de carga de treino diária, carga de treino semanal, e os índices de monotonia e carga total (*Strain*), entre outros, que auxiliam no monitoramento das rotinas de treinamento físico de equipes esportivas. Este é o método mais utilizado em atletas de voleibol,

quando comparado a outros métodos de monitoramento de carga, principalmente por ser um método de fácil aplicação, além de englobar respostas fisiológicas e psicológicas do treinamento, complementadas pelos seus índices de monotonia e carga total (*Strain*) (MILOSKI *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2014). Timoteo *et al.* (2018) enfatizam a importância de controlar as cargas de treino e recuperação em equipes profissionais de vôlei para prevenir lesões e otimizar o desempenho. Sendo assim o monitoramento adequado da carga é essencial para determinar se um atleta está se adaptando a um programa de treinamento e minimizar o risco de fadiga crônica, podendo gerar doença e/ou lesões (COSTA & NAKAMURA, 2022).

2.3 PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM AS CARGAS DE TREINO

Os treinadores e preparadores físicos estão em constante necessidade de identificar e adequar às cargas de treinamento e períodos de recuperação. A escala de percepção de recuperação (PR) surgiu como uma forma de avaliar de forma sistemática a recuperação, auxiliando no rendimento dos atletas (LAURENT *et al.*, 2011), pois a utilização de parâmetros psicológicos serve para monitorar atletas, apresentam baixo custo e são de fácil aplicabilidade (DERMAN *et al.*, 1997; ALVES *et al.*, 2006; LAMBERT & BORRESEN, 2006; COUTTS *et al.*, 2007).

As escalas de percepção aparecem como uma forma comumente utilizada em áreas da pesquisa de esporte e atividades físicas, para acessar a interpretação individual do atleta ou indivíduo a exigência física ao qual foi submetido (LAURENT *et al.*, 2011). Devido a excepcional utilidade da escala de percepção de esforço para acessar padrões psicofisiológicos durante exercícios, Laurent *et al.* (2011) adaptaram uma escala baseada na escala CR-10 de Borg para padrão de recuperação, componente necessário para começar as séries de treinamento.

Os métodos comumente utilizados para monitorar padrão de recuperação demandam tempo e apresentam custos altos, não sendo práticos

para monitorar padrões de recuperação diários. A escala de recuperação se mostra um método fácil de ser aplicado, sendo possível ser utilizado dia após dia (LAURENT *et al.*, 2011) (Quadro 2).

Quadro 2. - Escala de percepção de recuperação

TAXA	Descrição
0	Nenhuma recuperação
1	Muito pouca recuperação
2	Pouca recuperação
3	Recuperação Moderada
4	Boa Recuperação
5	Muito boa recuperação
6	
7	Muito, muito boa recuperação
8	
9	
10	Totalmente recuperado

Fonte: Laurent *et al.*, 2011 pag: 621

Em seu estudo, Laurent *et al.* (2011) avaliaram na prática a utilidade da escala de PR e mostraram que os indivíduos foram capazes de identificar seus declínios de desempenho através do uso da escala. Eles sugerem o uso da PR como um indicador de recuperação individual, mas com a necessidade da interpretação do treinador. E citam que a importância da escala está em identificar decréscimos no desempenho quando o atleta reporta o sentimento de não recuperado em comparação a atletas que reportam estar recuperado ou moderadamente recuperado, servindo de parâmetro para adequar de forma apropriada o treino em intensidade e volume, auxiliando profissionais a monitorar níveis individuais de recuperação.

Assim como a escala de percepção de esforço de Borg apresenta a sua versão original com índices que variam entre 6 a 20, e outras possibilidades de

uso, validadas pelo próprio autor como a CR-10 e a CR-100 (Borg, 1990), a percepção de recuperação pode ser avaliada através da escala proposta por Laurent *et al.* (2011), com índices que variam de 0 a 10, onde 0 é nenhuma recuperação e 10 é totalmente recuperado e pela escala Total Quality Recovery (TQR) com escores que variam de 6 (mínima recuperação) à 20 (máxima recuperação) proposta por Kentta & Hassmen (1998).

Avaliando atletas de voleibol de uma equipe de nível nacional brasileira na manhã dos jogos e no momento de apresentação aos primeiros treinos após os jogos, a percepção de recuperação foi semelhante, com escore de “Muito, muito boa recuperação” (CARDOSO *et al.*, 2021). Estudos que utilizaram a escala TQR para avaliar a percepção de recuperação de atletas de voleibol e encontraram percepções de recuperação com escores entre “Boa” e “Muito boa recuperação” no período preparatório (DEBIEN *et al.*, 2018; TIMOTEO *et al.*, 2018). Estes achados corroboram com o estudo de Berriel *et al.* (2020) que mostram que a percepção de recuperação de atletas de voleibol tende a permanecer estável durante o período preparatório, apesar das alterações nas concentrações de creatina kinase (CK), marcador de dano muscular, após as primeiras semanas de treinamento.

Poucos estudos foram encontrados utilizando a escala de PR com atletas, mas assim com a escala de PE, a escala de recuperação é um método fácil de ser aplicado, e pode se tornar cada vez mais atrativo para avaliar a recuperação diária, em atletas de voleibol e outras modalidades esportivas.

2.4 RELAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COM AS CARGAS DE TREINO

As cargas de treino e padrões de recuperação pós-exercício envolvem sistemas fisiológicos integrados e geram mudanças no sistema cardíaco autônomo. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem sido bem utilizada como um indicador de alterações no sistema nervoso autônomo (SNA), capaz de mensurar alterações que ocorrem no organismo para que se chegue à homeostase, sendo um possível indicador de alterações nas cargas de treino

em várias populações de atletas (AUBERT *et al.*, 2003; PLEWS *et al.*, 2013).

O sistema cardiovascular é controlado pela regulação autonômica através da atividade do sistema simpático e parassimpático, oriundos do sistema nervoso autônomo. A via simpática atua sobre todo o miocárdio (átrios e ventrículos) e a via parassimpática atua sobre o nó sinoatrial e nó atrioventricular do miocárdio (átrios) (AUBERT *et al.*, 2003).

A atuação dessas vias funciona de forma antagônica, a ação da via simpática promove o aumento da FC implicando em intervalos mais curtos entre os batimentos enquanto a via parassimpática desacelera o ritmo cardíaco, resultando em intervalos maiores entre os batimentos (AUBERT *et al.*, 2003; LOPES *et al.*, 2013). Este controle neural, intimamente ligado à FC e a atividade barorreceptora, pode ser analisado através de sinais da VFC, para se entender o comportamento do sistema nervoso autônomo, e o equilíbrio entre as influências simpáticas e parassimpáticas no ritmo cardíaco (AUBERT *et al.*, 2003).

Modificações na frequência cardíaca são esperadas como respostas normais do organismo a estímulos fisiológicos e ambientais tais como: respiração, exercício físico, estresse, alterações hemodinâmicas, metabólicas, sono e desordens induzidas por doenças. Estes mecanismos neurais têm grande importância em mediar respostas iniciais ao exercício, pois envolve mudanças rápidas na frequência cardíaca e pressão arterial (AUBERT *et al.*, 2003; VANDERLEI *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2013).

O sistema cardiovascular se ajusta ao exercício e representa uma combinação e integração de fatores químicos locais e neurais. Os fatores neurais consistem em: comando central, reflexos que se originam da contração muscular, e ajustes atividade barorreceptora. O comando central é a ativação do sistema nervoso simpático que produz aceleração cardíaca, incremento da força de contração do miocárdio e vasoconstrição periférica e quando o exercício cessa, há um abrupto decréscimo na FC e produção cardíaca. Neste momento o sistema simpático diminui sua atividade gradativamente e o sistema parassimpático tem sua atividade aumentada (AUBERT *et al.*, 2003).

A VFC tem sido convencionalmente aceita como o termo que descreve a variação entre instantâneos batimentos cardíacos e intervalos RR. Em linhas gerais, assume-se que quando há uma diminuição da VFC ocorre um aumento na atividade autonômica simpática e/ou uma diminuição na atividade parassimpática, ao passo que a resposta fisiológica inversa é observada quando há um aumento na VFC (MALIK *et al.*, 1996; ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). Uma alta VFC mostra sinais de boa adaptação mostrando mecanismos autonômicos saudáveis e eficientes, inversamente uma baixa VFC é um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA e pode indicar presença de mau funcionamento fisiológico (VANDERLEI *et al.*, 2009).

A partir das alterações do sistema nervoso simpático e parassimpático, avaliadas através da VFC, podem-se fazer comparações clínicas capazes de distinguir entre sintomas de fadiga crônica do tipo parassimpático e do tipo simpático. A fadiga crônica observada com mais frequência é a do tipo parassimpático, que se caracteriza por persistentes taxas de alta fadiga, apatia, alterações no estado de humor, incompetência de desempenho prolongada, alterações imunes e funções reprodutivas, e do tipo simpático parece estar mais relacionada com estresse relacionado a aspectos psicoemocionais (LEHMANN *et al.*, 1998).

Os parâmetros da VFC podem ser estudados em domínio de tempo e domínio de frequência, e seus índices servem para investigar os reflexos do mecanismo de regulação cardiovascular durante e após exercícios, sendo este um método de fácil análise de níveis de fadiga e padrões de recuperação (AUBERT *et al.*, 2003, VANDERLEI *et al.*, 2009; PLEWS *et al.*, 2013).

A análise da VFC no domínio do tempo é denominada desta forma por expressar os resultados em unidade de tempo (milissegundos- ms) e mede cada intervalo RR normal durante determinado intervalo de tempo. Então, com base nos métodos estatísticos ou geométricos (média, desvio padrão e índices derivados do histograma ou do mapa de coordenadas cartesianas dos intervalos RR), são calculados os índices tradutores das alterações na duração dos ciclos cardíacos (VANDERLEI *et al.*, 2009).

Os índices estatísticos, no domínio do tempo, obtidos pela determinação de intervalos RR correspondentes em qualquer ponto no tempo, são:

SDNN- desvio padrão (DP) de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em ms (representa a atividade simpática e parassimpática);

SDANN- desvio padrão (DP) das médias dos intervalos RR normais, a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo, expresso em ms (representa a atividade simpática e parassimpática);

SDNNi- média do desvio padrão (DP) dos intervalos RR normais a cada 5 minutos, expressos em ms (representa a atividade simpática e parassimpática);

RMSSD- raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo expresso em ms (representa a atividade parassimpática);

LogRMSSD- logaritmo natural aplicado ao RMSSD

pNN50- porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms (representa a atividade parassimpática).

Os índices SDNN, SDANN e SDNNi representam as atividades simpática e parassimpática, porém não permitem distinguir quando as alterações da VFC são devidas ao aumento do tônus simpático ou à retirada do tônus vagal, e os índices RMSSD e pNN50 representam a atividade parassimpática, pois são encontrados a partir da análise de intervalos RR adjacentes (AUBERT *et al.*, 2003; VANDERLEI *et al.*, 2009, LOPES *et al.*, 2013).

Outra forma de processar os intervalos RR no domínio do tempo é a partir de métodos geométricos (Plot de Poicaré), quando analisada de forma quantitativa obtém-se os índices: SD1 que representa a dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade e parece ser um índice de registro instantâneo da variabilidade de batimentos cardíacos; SD2 representa a dispersão dos pontos ao longo da linha de identidade e representa a VFC em

registros de longa duração, e a relação entre SD1/SD2 mostra a razão entre as variações curta e longa dos intervalos RR (AUBERT *et al.*, 2003; VANDERLEI *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2013).

Já o domínio da frequência decompõe as séries temporais em diferentes componentes de frequência, a alta frequência (HF) varia entre 0,15 e 0,4 Hz e corresponde a modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração, o componente de baixa frequência (LF) varia entre 0,04 e 0,15 Hz que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático (VANDERLEI *et al.*, 2009). Salienta-se que os domínios do tempo e da frequência são expressões do mesmo fenômeno e por isso eles se correlacionam.

O método padrão ouro para análise da VFC é através do eletrocardiograma (ECG), mas este é um método caro e utilizado principalmente em ambientes laboratoriais. Com os avanços da tecnologia a variação de batimentos cardíacos e suas taxas de pulsação ou variabilidade da frequência cardíaca tem tido o acesso facilitado se tornando mais popular nos últimos tempos através do uso de cardiofrequencímetros, sendo uma forma promissora para o monitoramento de atletas (LEHMANN *et al.*, 1998; FLATT *et al.*, 2013; FLATT *et al.*, 2015).

Com a facilidade de monitoramento da VFC através dos cardiofrequencímetros o número de estudos avaliando atletas aumentou nas últimas décadas. Pois o monitoramento da VFC no domínio do tempo, em sessões de exercícios e/ou períodos de treinamento, pode trazer informações importantes sobre fadiga e adaptação. Muitos estudos que avaliaram a VFC, em resposta ao treinamento, usam o domínio do tempo como padrão de análise (BUCHHEIT *et al.*, 2010; PLEWS *et al.*, 2012; PLEWS *et al.*, 2013; FLATT *et al.*, 2016).

O índice RMSSD parece ser o índice mais apropriado para monitorar atletas no domínio do tempo, pois pode ser capturado em análises de curta duração (10 seg a 1 min) e tem uma grande confiança quando relacionado a outros índices da VFC, sendo o mais utilizado para população de atletas (BILLMAN & HOSKINS, 1989; PLEWS *et al.*, 2013).

Exercícios realizados em alta intensidade estão associados com baixos valores para o índice SDNN, quando comparados a valores de repouso e o índice RMSSD mostra respostas semelhantes ao SDNN, em que a alta intensidade dos exercícios está associada redução do RMSSD. O decréscimo se dá de forma linear com a intensidade, e a redução do índice RMSSD parece acontecer mais rapidamente quando comparado a outros índices (TULPPO *et al.* 1996; BUCHHEIT, 2014; MICHAEL *et al.*, 2017). Desta forma a intensidade dos exercícios parece ser o principal fator de influência na VFC nas respostas da recuperação pós-exercício, e a magnitude das alterações ainda não é bem elucidada (BUCHHEIT, 2014). Stanley *et al.* (2013) demonstraram que a recuperação completa do sistema autônomo, após uma sessão de treino aeróbico, necessita de 24h para exercícios de baixa intensidade, 24-48h para exercícios realizados entre os limiares ventilatórios e no mínimo 48h para exercícios de alta intensidade, e citam que o tempo de realização dos exercícios não parece ser determinante para estas alterações.

Realmente o efeito da duração do exercício permanece menos explorado. O estudo de Seiler *et al.* (2007) avaliando atletas, mostraram que a recuperação da VFC não foi afetada pelo dobro da extensão do exercício de 60 min a 120 min, quando realizado na intensidade abaixo do primeiro limiar ventilatório (61% VO_2 máx), mas demorou mais a recuperação da VFC quando o exercício foi realizado no segundo limiar ventilatório (85% VO_2 máx), e citam que o primeiro limiar ventilatório parece ser um limiar para a perturbação do SNA em atletas altamente treinados. Corroboram com os achados de Kaikkonen *et al.* (2010) que mostram não haver diferença na recuperação da VFC após 15 min para exercícios realizados a 60% da velocidade relativa ao VO_2 máx, quando realizado 3 km e 14 km (quase 5 vezes o volume), e colocam que quando os exercícios são realizados em baixa e moderada intensidade, o sistema nervoso simpático não é muito ativado, gerando menores efeitos da atividade vagal durante o exercício e recuperação.

Avaliando atletas de voleibol, Cardoso *et al.* (2021) mostram não haver diferenças significativas para os índices RMSSD e SDNN avaliados antes dos jogos e antes do primeiro treino após os jogos e mostram que possíveis alterações na VFC decorrentes dos jogos retornam aos valores apresentados

no momento antes dos jogos, após o período de recuperação. Corroborando com os achados de Cardoso *et al.* (2021) Mazon *et al.* (2013) não encontraram diferenças significativas nos parâmetros avaliados da VFC antes e depois de um período competitivo de 12 semanas e sugerem que estes achados podem ser resultado da característica do desporto avaliado, que tem predominância anaeróbica durante as competições e devido ao alto nível de condicionamento dos atletas. Lehnert *et al.* (2007) avaliando um microciclo de cinco dias não observaram diferenças estatisticamente significativas na VFC. Já Hernández-Cruz *et al.* (2017) e Petrov *et al.* (2014) mostram decréscimo em parâmetros da VFC (SDNN e RMSSD) em jogadores de voleibol após jogos e relacionam com as demandas impostas no jogo, mas não avaliam a recuperação após o jogo.

As reduções na atividade do SNA avaliada em momentos pré-exercícios parece evidenciar certo nível de fadiga e/ou baixo nível de adaptação, redução da capacidade de treinamento e maior necessidade de recuperação em jogadores de voleibol (HAP *et al.*, 2011). Como mostramos anteriormente, avaliando equipes de voleibol, não foram encontradas diferenças significativas avaliando períodos de treinamento ou diferentes períodos de recuperação, mas estudos avaliando atletas de voleibol de forma individual, apresentam reduções nos índices da VFC decorrentes do aumento das cargas de treino, e diferentes posições que ocupam em quadra (LEHNERT *et al.*, 2007; HAP *et al.*, 2011, CARDOSO, 2018), que parece estar relacionado aos diferentes volumes e intensidades dos saltos verticais (SHEPPARD *et al.*, 2009; BAHR & BAHR, 2014; SATTLER *et al.*, 2015; HORTA *et al.*, 2017; CARDOSO, 2018; PAWLIK *et al.*, 2020). Cardoso (2018) mostra que as menores médias dos índices RMSSD e SDNN foram apresentadas pelo levantador (maiores médias de saltos realizados nos jogos e treinos) e oposto (maiores alturas de saltos realizados nos jogos e treinos). Os autores apontam para a necessidade da individualização destas análises quando se visa otimização e aumento da eficiência do processo de treinamento e melhora no desempenho.

Devido as respostas de redução na VFC relacionadas às cargas de treino mostradas pela literatura, Kiviniemi *et al.* (2007) apresentam um modelo de treinamento guiado pelas respostas individuais dos atletas, onde a ideia básica é diminuir a intensidade do treinamento sempre que for observada

diminuição dos intervalos R-R, avaliados pelo índice no domínio da frequência, e trazem que modelos como este podem ser facilmente aplicados a atletas de esportes individuais, e podem, também, ser utilizado em esportes coletivos, com estratégia de redução da carga de treino e/ou redução do volume (horas) para os atletas que necessitem.

Em uma metanálise buscando entender o comportamento da VFC em atletas de voleibol, homens e mulheres, Cardoso *et al.* (2022) encontraram média de 44 ± 14 ms para o índice RMSSD, mas sem consenso entre o tempo das medidas, que variou entre 5 e 20 minutos, assim como para os valores encontrados nos estudos, onde atletas masculinos apresentaram a maior média de $70,6 \pm 532,9$ ms (PODSTAWISK *et al.*, 2014) e a menor médias de $42,8 \pm 19,8$ ms (MENEZES *et al.*, 2009). Avaliando outras populações, Moreno *et al.* (2015) mostram média de $104,08 \pm 49,92$ ms para o índice RMSSD em atletas de basquetebol, Boullosa *et al.* (2013) avaliando atletas de futebol antes de um período pré competitivo encontraram valor médio de $98,6 \pm 80,9$ ms. Kiss *et al.* (2016) avaliando atletas de diferentes modalidades mostram valor médio de 81,9 ms (IC: 74,1–88,1) e Aubert *et al.* (2003) apresentam média de $73,5 \pm 23,7$ ms para indivíduos treinados.

A metanálise de Cardoso *et al.* (2022) não pode ser realizada para o índice SDNN, devido aos diferentes tempos de análise apresentados pelos estudos. O estudo de Hernandez-Cruz *et al.* (2017) apresentaram média de 99 ± 63 ms, enquanto Saryg *et al.* (2015) apresentaram média de 48 ± 6 ms. Cardoso *et al.* (2021) mostraram valores superiores, com média de $144,52 \pm 503,95$ ms no momento de apresentação para os treinos. Avaliando outras populações Aubert *et al.* (2003) mostram média para indivíduos treinados de $97,9 \pm 15,7$ e Kiss *et al.* (2016) média de 99,6 ms (IC: 95,6–103,7), avaliando 138 atletas de diferentes modalidades.

Avaliando atletas de corrida, Plews *et al.* (2012) mostraram que o uso da VFC é uma ferramenta capaz de diagnosticar situações de fadiga crônica, servindo como um indicador de progressiva adaptação não funcional, e sugere que a VFC parece ser uma sensível ferramenta para monitorar atletas e suas condições de treinamento. Estes achados corroboram com Plews *et al.* (2013)

que mostram altas correlações entre os índices de desempenho de corredores em 10km e índice estimado de velocidade máxima aeróbica com as médias semanais de VFC através do LogRMSSD ($r = -0,76$) mostrando que a VFC parece ser um método capaz de avaliar positivas adaptações em períodos de treinamentos, assim como Buchheit *et al.* (2010) mostraram que a relação entre o desempenho de corrida e as funções cardíacas do sistema parassimpático através da VFC antes do exercício (repouso) foram bem correlacionadas com o tempo de corrida de 10km.

Flatt *et al.* (2016) mostraram que as alterações nas cargas de treino semanal tiveram grande correlação com mudanças na média semanal de VFC em jogadoras de alto nível de futebol, e que incrementos na carga semanal de treino foram associados com decréscimo na média de LogRMSSD e decréscimos nas cargas de treinamento foram associados com incremento na média de LogRMSSD ($r = -0,85$), além disso, entre os parâmetros psicométricos, foi encontrada uma grande correlação entre o índice LogRMSSD e percepção de fadiga ($r = 0,56$) e com a percepção de dor muscular ($r = 0,54$). Os autores citam que estas mudanças nos índices da VFC variam entre sujeitos e está fortemente relacionada a mudanças individuais das cargas de treinamento. Oliveira *et al.* (2012) mostraram que a habilidade para *sprints* repetidos melhorou na pré-temporada e se associou a mudanças em índices de VFC (RR médio, RMSSD e HF) em jogadores profissionais de futsal.

Tentando entender como as cargas de treino interferem nos índices da VFC de forma aguda Ornelas *et al.* (2017) demonstraram em um estudo de caso uma relação direta, mostrada a partir do índice logRMSSD, de diminuição do sistema parassimpático em momentos de aplicação de cargas de grande magnitude, e em períodos de maiores recuperação um aumento progressivo da predominância do sistema parassimpático. Já buscando entender o efeito crônico das cargas nos índices da VFC Braz *et al.* (2016) avaliaram os efeitos crônicos de diferentes distribuições de cargas de treino na modulação da VFC e mostraram um aumento nos valores da VFC de repouso avaliadas através do índice logRMSSD para treinos com distribuição de cargas lineares, ondulatórias e controle, sendo que os incrementos foram maiores para a situação de cargas

ondulatórias, e sugerem que os atletas que realizaram os treinos com as cargas ondulatórias apresentaram maiores aumentos na capacidade aeróbica.

Em geral, atletas com índices mais altos da VFC apresentam maior aptidão aeróbica e parecem lidar melhor com o treinamento (BUCHHEIT *et al.*, 2010). Boullosa *et al.* (2013) encontraram alterações somente no índice SDNN a SD2 em atletas de futebol, avaliados durante 8 semanas do período de pré-competição e citam que estes resultados se devem aos altos níveis de capacidade física dos atletas. Os achados de Proietti *et al.* (2017) mostram que atletas de futebol da primeira divisão apresentam maior ativação vagal (sistema parassimpático) e menor ativação simpática, o que resulta em maiores médias para os índices da VFC, apesar de seus valores de FC mais elevados, quando comparados aos atletas da segunda divisão, e citam que estas são importantes adaptações que acontecem decorrente aos anos de treinamento. Corroborando com os estudos anteriores, Menezes *et al.* (2009) comparando atletas de voleibol com indivíduos ativos mostram os atletas de voleibol com maiores valores de RR médio, apesar de não apresentar diferenças no VO_2 de pico e equivalentes respiratórios em um teste de esforço, e Mazon *et al.* (2013) sugerem que não ter encontrado diferenças antes e depois do período de treinamento em atletas de voleibol se deva também ao alto nível de condicionamento dos atletas. Desta forma, a recuperação, quando avaliada através dos índices da VFC mostra ser mais rápida em indivíduos com maior capacidade aeróbica (TULPPO *et al.*, 1998; MENEZES *et al.*, 2009; STANLEY *et al.*, 2013).

Desta forma a VFC parece ser um bom indicador do padrão de recuperação e sensível às cargas impostas aos atletas auxiliando treinadores e preparadores físicos na avaliação e monitoramento de forma contínua e sistemática.

2.5 CONCENTRAÇÕES DOS HORMÔNIOS TESTOSTERONA E CORTISOL E SUA RELAÇÃO COM AS CARGAS DE TREINO

Os hormônios são os grandes responsáveis pela comunicação integrada de vários sistemas fisiológicos (KRAEMER *et al.*, 2020). Desta forma, muitos estudos utilizam marcadores biológicos para avaliar populações de atletas, buscando entender situações de fadiga e aprimoramento da capacidade física, onde, entre os marcadores biológicos hormonais mais utilizados estão as concentrações de cortisol e testosterona, além da relação testosterona/cortisol (BROWNLEE *et al.*, 2005; GREENHAM *et al.*, 2018).

O hormônio cortisol tem ação catabolizante, gerando mobilização dos estoques de energia (carboidrato, gordura e proteína). Respostas agudas ao exercício como o aumento das concentrações de cortisol são naturais e esperadas, pois ele auxilia na disponibilidade de substratos metabólicos e manutenção da vascularização, isso leva a sinalização e sensibilidade tecidual aumentada aos glicocorticoides. Os glicocorticoides neutralizam a inflamação muscular, a síntese de citocinas e danos musculares visando a reparação tecidual. Quando altas concentrações são mantidas por períodos prolongados há uma diminuição das concentrações de cortisol frente aos exercícios, sinal de adaptações gerais, mas pode levar a inativação do cortisol à cortisona (hormônio anti-inflamatório natural) podendo chegar à síndrome do *overtraining*. A produção de cortisol está relacionada com a intensidade do exercício, onde quanto maior for a intensidade maior é a produção, mas seu aumento também está relacionado com exercícios de longa duração em intensidades moderadas (EL-FARHAN *et al.*; 2017; KRAEMER *et al.*, 2020).

As concentrações de testosterona promovem ações anabolizantes, com múltiplas funções fisiológicas, em especial no crescimento e manutenção da massa muscular e óssea. Sua liberação frente aos exercícios físicos parece estar relacionada diretamente com a intensidade. De forma aguda, há um aumento de testosterona na corrente sanguínea, gerando uma diminuição no volume plasmático, aumento da estimulação adrenérgica (hormônios noradrenalina, adrenalina e dopamina) que atuam de forma importante no sistema nervoso, além da estimulação de outros mecanismos hormonais como os hormônios do crescimento (GH) e fator de crescimento semelhante à

insulina tipo 1 (IGF-1), que também atuam de forma anabólica. De forma crônica espera-se adaptações como aumento de força muscular, potência, resistência e hipertrofia (BROWNLEE *et al.*, 2005; KRAEMER *et al.*, 2020).

Devido às características anabólicas da testosterona e as características catabólicas do cortisol, o uso da relação testosterona/cortisol (relação T/C) para gerenciamento de treinamento é encorajado no monitoramento de atletas. Alterações nas concentrações de testosterona e cortisol são conhecidos por afetar a taxa de recuperação e/ou duração da recuperação, sendo um importante indicador de estresse crônico e diagnóstico de *overtraining* (ADLERCREUTZ *et al.*, 1986; HOOGEVEEN & ZONDERLOND, 1996), apesar de não se mostrar capaz de prever a redução do desempenho físico (HOOGEVEEN & ZONDERLOND, 1996; CADEGANI & KATER, 2017). Buscando entender as alterações decorrentes do treinamento, Adlercreutz *et al.* (1986) introduziram critérios para mudanças absolutas e relativas na relação testosterona/cortisol para indicar distúrbios de importância no metabolismo anabolizante. São eles: 1- valores da relação T/C inferiores a $0,35 \times 10^{-3}$ e 2 - diminuição da relação T/C em 30%.

Os métodos mais utilizados para dosagem das concentrações hormonais são os métodos invasivos, especialmente a dosagem sérica sanguínea. Mas a utilização de saliva para avaliar as concentrações dos hormônios testosterona e cortisol tem se mostrado uma alternativa para o monitoramento das alterações decorrentes de competições ou treinos em atletas, sendo um método atrativo devido à facilidade de obtenção da amostra e, principalmente, pela natureza menos invasiva (NUNES & MACEDO, 2013), e que mostra correlações importantes entre os níveis de circulação sanguínea e os níveis encontrados em avaliações utilizando coleta salivar para determinar as concentrações de hormônios esteroides (CADORE *et al.*, 2009).

Observando os efeitos das cargas de treino sobre as concentrações hormonais, estudos mostram que os aumentos nas cargas de treino, de forma aguda ou crônica, parecem resultar em incremento nas concentrações de cortisol, e retorno aos valores basais após redução das cargas, se mostrando um marcador sensível as alterações de cargas. Já as concentrações de

testosterona mostram possíveis adaptações positivas ao treinamento e parecem aumentar após avaliações agudas de exercícios e após períodos de treinamento, (KINDERMAN *et al.*, 1988; CADORE *et al.*, 2009; CUNNIFFE *et al.*, 2011; GOMES *et al.*, 2013; HOUGH *et al.*, 2015). Enquanto outros estudos mostram não haver diferenças antes e depois de períodos de treinamento nas concentrações de cortisol (O'CONNOR *et al.*, 1991; ROBSON-ANSLEY *et al.*, 2007; BUCHHEIT *et al.*, 2013), mostrando não haver uma relação clara entre as concentrações de cortisol e testosterona com as cargas de treino.

Estudos que avaliaram o efeito agudo em atletas de voleibol mostram diferenças nas concentrações hormonais do momento pré para o momento após as competições (FILAIRES *et al.*, 1999; EDWARDS & O'NEAL, 2009; MOREIRA *et al.*, 2013; SOUGLIS *et al.*, 2015), sendo que as cargas de treino parecem refletir em alteração nas concentrações de testosterona e cortisol, mas não avaliaram a relação testosterona/cortisol.

Filaire *et al.* (1999) avaliaram atletas femininas de voleibol e de handebol 5 minutos antes das competições e 5 minutos após as competições, e mostraram que houve aumento nas concentrações de cortisol para as atletas de voleibol ($p < 0,05$) e de handebol sendo maior na modalidade do handebol ($p < 0,05$), e esta diferença parece ser explicada pela maior energia gasta em jogadoras de handebol, resultando em maiores concentrações de cortisol nesta modalidade esportiva. O estudo de Souglis *et al.* (2015) avaliou atletas de futebol, basquetebol, voleibol e handebol antes do jogo, imediatamente ao término, e 13h e 37h após jogo e todas as modalidades apresentaram diferenças significativas nas concentrações de cortisol comparando o momento antes e depois dos jogos, sendo que os maiores valores foram apresentados 13h após os jogos, com diferenças significativas em relação aos valores pré-jogo ($p < 0,01$). Avaliando alterações de testosterona através de coleta salivar em mulheres atletas de equipes intercolégiais de futebol, voleibol, softbol, antes do aquecimento e imediatamente após a conclusão das competições, Edwards & O'Neal (2009) mostram que houve aumento de concentração de testosterona após o término das competições ($p < 0,03$) para todas as modalidades avaliadas. Desta forma, diferentes esportes coletivos parecem apresentar incrementos nas concentrações de cortisol e testosterona, após os jogos.

Moreira *et al.* (2013) também mostraram incrementos após jogos oficiais de atletas de uma equipe sub-19 masculina de voleibol, sendo um jogo realizado no meio do campeonato e um jogo do final do campeonato. As cargas foram avaliadas nos dois jogos e as concentrações de cortisol salivar foram realizadas em um momento de recuperação (*baseline*) e antes e depois dos jogos. Os resultados mostram que as cargas dos jogos foram diferentes entre os dois jogos avaliados sendo maior no jogo de final de campeonato ($p < 0,01$). Houve incremento nas concentrações, do início para o fim, no jogo de final de campeonato em comparação ao outro jogo, além disso, houve diferenças significativas entre as concentrações *baseline* comparados aos valores pré jogo do jogo de final de campeonato. Segundo os autores as grandes concentrações de cortisol observadas antes do jogo de final de campeonato comparado com o *baseline*, sugere que ocorre um fenômeno antecipatório devido a importância da competição, visto que esta alteração não foi encontrada no jogo do meio do campeonato. As diferenças encontradas nas concentrações de cortisol antes e depois dos jogos podem ser explicadas pelas cargas da sessão dos jogos, e a maior carga da sessão apresentada no jogo de final resultou no maior incremento.

Avaliando períodos de treinamento a literatura não mostra consenso quanto às alterações de cortisol e testosterona, e sua relação. Mazon *et al.* (2013) avaliaram atletas de voleibol durante 12 semanas e encontraram diferenças significativas com redução no cortisol pós treino quando avaliado as 4h da tarde e sem diferenças entre as avaliações da manhã (8h) e aumento na testosterona, avaliada pela manhã (8h), com diferença significativa. Estas alterações refletiram em um incremento significativo na relação T/C mostrando uma melhora no sistema anabólico após o período de treinamento.

Já Roli *et al.* (2018) avaliaram atletas de voleibol em quatro momentos durante a temporada e mostraram que houve diminuição da testosterona do momento 1 para o 2, e aumento de 2 para o 3, e do 3 para o 4 com diferenças significativas, mostrando que houve aumento do início para o fim da temporada. As concentrações de cortisol apresentaram aumento significativo do momento 1 para o 2, sendo que no momento 2 houve as maiores concentrações, e redução nos momentos 3 e 4 com diferenças significativas do

momento 2, mostrando um aumento do início da temporada e logo após uma redução nas concentrações. Concordando em parte com Roli *et al.* (2018) o estudo de Kuo *et al.* (2006) avaliaram as concentrações de testosterona e cortisol antes e depois de uma semana do período competitivo de voleibol mostraram não haver diferença nos níveis de testosterona sérico, mas um aumento significativo nos níveis de cortisol. Contrariando Mazon *et al.* (2013) e Roli *et al.* (2018), Horta *et al.* (2019) mostraram não haver diferenças significativas durante um período de 6 semanas do período preparatório, sendo coletados no início, do período e na 2^a, 4^a e 6^a semana, para as concentrações de testosterona, cortisol e relação T/C, em atletas de voleibol brasileiros.

Desta forma, atletas de voleibol parecem mostrar alterações nas concentrações hormonais pré e pós-competições (FILAIRE *et al.*, 1999; EDWARDS & O'NEAL, 2009; MOREIRA *et al.*, 2013; SOUGLIS *et al.*, 2015) onde as cargas exigidas dos atletas nos momentos competitivos parecem refletir em alteração nas concentrações de testosterona e cortisol de forma aguda. Já períodos competitivos, podem mostrar adaptações positivas com manutenção e/ou redução nos níveis de cortisol sanguíneo e aumento nas concentrações de testosterona (MAZON *et al.* 2013; ROLI *et al.* 2018), adaptações negativas com manutenção nas concentrações de testosterona e aumento do cortisol (KUO *et al.*, 2006), ou sem adaptação hormonal, com manutenção nas concentrações de testosterona e cortisol (HORTA *et al.*, 2019). Desta forma podemos observar que a literatura não apresenta consenso para as alterações das concentrações de cortisol e testosterona, e estas diferenças podem estar relacionadas as cargas impostas aos atletas nos estudos.

Quando comparamos as concentrações dos hormônios cortisol e testosterona com outros estudos, é importante estar atento as unidades de medida utilizadas, pois as concentrações podem ser expressas em diferentes unidades de medida (HAYES *et al.*, 2016). Deve se estar atento também a forma como foram realizadas as análises e coletas, pois elas podem ser realizadas a partir de coletas de sangue, urina ou saliva. O estudo de El-Farhan *et al.* (2017) mostram que para o cortisol as concentrações na saliva são inferiores a um décimo das concentrações encontrados no soro sanguíneo,

razão pela qual não se deve comparar valores de diferentes formas de coletas. Além disso podemos observar que diferentes kits Elisa para análise das concentrações salivares podem trazer diferentes valores de referência, como por exemplo a marca XXX traz como referência concentrações de cortisol entre 1,2 – 14,7 ng/ml ao passo que o kit da marca YYYYY traz como valor de referência concentrações de cortisol entre 0,21 – 8,83 ng/ml. Mostrando a importância de estar atento as diferentes metodologias dos estudos.

Buscando entender as associações entre as concentrações de testosterona e cortisol, testes de desempenho e marcadores psicológicos, Mielgo-Ayuso *et al.* (2018) mostraram que o possível acúmulo de fadiga relacionado aos treinos anteriores ao momento avaliado, não influenciaram as concentrações hormonais de testosterona e cortisol e os marcadores psicológicos de estresse, mas encontraram apenas uma moderada correlação entre a relação T/C e o arremesso de medicine ball acima da cabeça ($r=0,34$; $p<0,05$). Horta *et al.* (2019) avaliando as correlações entre as cargas de treinamento, desempenho físico (CMJ), status de marcadores bioquímicos como testosterona, cortisol e creatina kinase e estresse psicológico através do RESTQ-Sport, encontraram apenas uma correlação estatisticamente significativa de magnitude moderada entre a carga de treino semanal e as concentrações de creatina kinase ($r=0,32$; $p=0,05$), enquanto as concentrações de cortisol e testosterona não se correlacionaram com nenhuma variável. Já Miloski *et al.* (2015) mostram que atletas com baixos níveis de testosterona são mais suscetíveis a mudanças no estado de humor, maiores índices de fadiga e baixos escores de energia, durante períodos de treinamentos intensivos, quando comparados a atletas com altos níveis de testosterona.

Desta forma, a literatura mostra aumento nas concentrações de testosterona e cortisol de forma aguda em competições, mas não há consenso em relação as alterações nas concentrações de testosterona, cortisol e relação T/C em períodos de treinamento, assim como nas correlações entre as concentrações hormonais e escalas psicológicas e psicofisiológicas e concentrações hormonais e variáveis de desempenho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo caracterizou-se como descritivo e correlacional com caráter observacional. As avaliações aconteceram no período de 2 semanas, no terceiro microciclo da fase preparatória de treinamento em atletas de voleibol.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população do estudo envolveu atletas de voleibol profissionais convocados para Seleção Brasileira de Voleibol Sub19 masculina, com idades entre 15 e 19 anos e com experiência em competições. Participaram da amostra toda população do estudo, sendo 17 atletas convocados para a Seleção Sub-19.

3.2.1 Critérios de inclusão

Participaram do estudo os sujeitos que se enquadraram nos seguintes critérios de inclusão: ser convocado para Seleção Brasileira Sub19, ter experiência em competições da modalidade esportiva, apresentar anteriormente à convocação um volume de treinamento de no mínimo 2 horas por dia, não utilizar marca-passo, medicamentos betabloqueadores ou ter realizado cirurgias cardíacas.

3.2.2 Critérios de exclusão

Seriam excluídos do estudo aqueles sujeitos que, por orientação do departamento médico da Seleção Sub19, em algum momento não estivessem aptos a participar dos treinamentos. Ao final das coletas nenhum atleta foi excluído da amostra.

3.2.3 Procedimentos para seleção da amostra

A amostra foi intencional. Os atletas de voleibol convocados para a equipe brasileira Sub19, foram convidados verbalmente para participar da pesquisa. A fase de seleção da amostra foi iniciada após a aprovação do presente projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3.2.4 Considerações éticas

Todos os participantes do estudo foram informados sobre os procedimentos metodológicos da investigação e aceitando participar, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, no qual foi manifestado o conhecimento da abordagem metodológica do projeto, dos riscos envolvidos e o interesse em fazê-lo. Este projeto teve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob parecer número: 4.677.011, e está de acordo com a resolução n. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

3.3 VARIÁVEIS

3.3.1 Variáveis de caracterização da amostra

- Idade
- Massa corporal
- Estatura

3.3.2 Variáveis dependentes

- VFC (índices SDNN, RMSSD)
- Percepção de recuperação (PR)
- Percepção de esforço (PE)
- Concentração salivar de testosterona
- Concentração salivar de cortisol

- Relação testosterona/cortisol (relação T/C)
- Carga de treino
- Índices de Monotonia e carga total (*Strain*) do treinamento
- Desempenho de saltos durante os treinos (número total de saltos verticais semanal, número de saltos por sessão de treino, média da altura dos saltos e média dos saltos mais altos)

3.3.2 Variáveis independentes

- Treinamento: volume (tempo por sessão em minutos)
- Dias de recuperação entre as semanas de treinamento: 1 dia de recuperação e 3 dias de recuperação

3.4 TRATAMENTOS DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

3.4.1 Treinamento

O período de treinamento avaliado foi o terceiro microciclo da fase preparatória da Seleção Brasileira Sub-19 de voleibol masculino. A primeira semana de apresentação dos atletas a Confederação Brasileira de Voleibol é voltada as avaliações físicas. O período preparatório de treinamento tem início na segunda semana. Ele é por composto por 3 mesociclos, em que cada mesociclo é composto por 2 microciclos de 2 semanas de treinamento. Os atletas ficam concentrados no Centro de Desenvolvimento em Voleibol (CDV) (Saquarema, RJ, Brasil), local de treinamento da Confederação Brasileira de Voleibol (CBV), com dispensa ao final de cada microciclo.

O microciclo de treinamento avaliado durante a fase preparatória foi composto por treinos táticos, técnicos, além do treinamento complementar de força. A estrutura da organização geral do treinamento está apresentada de forma resumida no quadro 3, a seguir.

Quadro 3. – Organização geral (resumida) da estrutura do treinamento durante o período preparatório da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19.

Mesociclo 1				Mesociclo 2				Mesociclo 3			
Microciclo 1		Microciclo 2		Microciclo 3		Microciclo 4		Microciclo 5		Microciclo 6	
Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13
5 a 6 treinos	4 treinos										

Pelas manhãs foram realizados os treinos técnicos e de força e a tarde os treinos táticos. O treinador e a comissão técnica visam o revezamento dos atletas para que todos participem com volume semelhante durante os treinos.

Todos os treinos, da manhã e da tarde tiveram o tempo de duração anotado para análise posterior das cargas de treino pelo método da PE da sessão (FOSTER *et al.*, 1996). O tempo foi anotado em minutos, e discriminado em treinos da manhã e treino da tarde.

Podemos observar no quadro 4 a seguir as rotinas de treinamento e períodos de recuperação no período avaliado:

Quadro 4. – Cronograma das sessões de treinos e períodos de recuperação da equipe Sub-19 para a 1ª e 2ª semana avaliada.

Terceiro microciclo da fase preparatória – 6ª semana de treinamento – 1ª semana avaliada								
Dias da semana								
Sábado	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Recupe- ração	Recupe- ração	Recupe- ração	Treino técnico e de força	Recupe- ração				
Recupe- ração	Recupe- ração	Recupe- ração	Treino tático	Treino tático	Treino tático	Treino tático	Treino tático	Recupe- ração
Terceiro microciclo da fase preparatória – 7ª semana de treinamento – 2ª semana avaliada								
Dias da semana								
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Segunda	
Treino técnico e de força	Treino técnico e de força	Treino técnico e de força	Treino técnico e de força	Recupe- ração	Recupe- ração	Recupe- ração	Treino técnico e de força	
Treino tático	Treino tático	Treino tático	Treino tático	Recupe- ração	Recupe- ração	Recupe- Ração	Treino tático	

Fonte: preparador físico da equipe

Podemos observar na figura 2, a seguir, o fluxograma das avaliações e rotinas de treinamento e avaliações durante o período de treinamento avaliado.

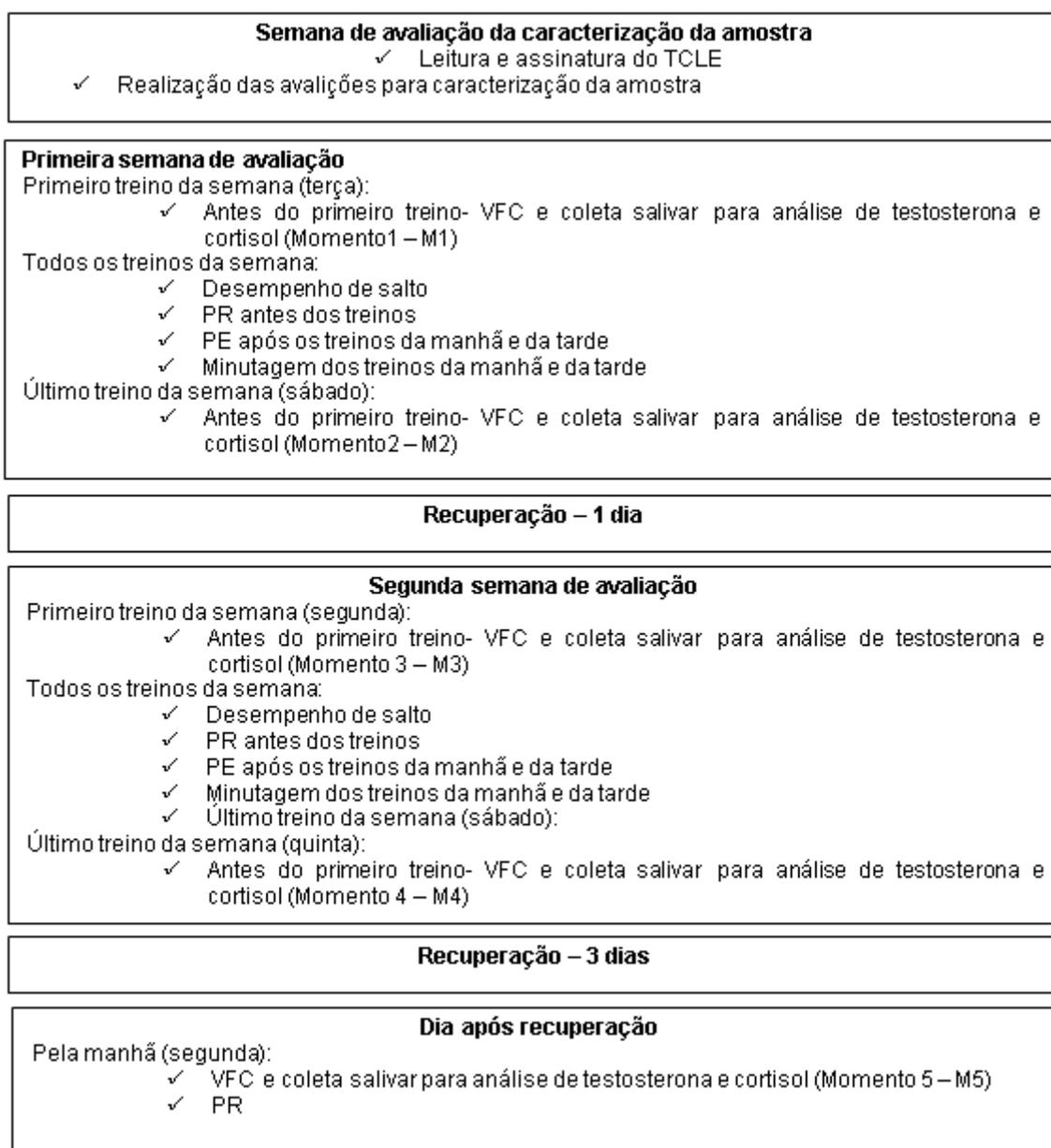


Figura 2. - Fluxograma das avaliações e rotinas de treinamento e avaliações durante o período de treinamento avaliado. TCLE- termo de consentimento livre e esclarecido, VFC- variabilidade da frequência cardíaca, PR- percepção de recuperação, PE percepção de esforço, M1 – momento 1, M2 – momento 2, M3 – momento 3, M4 – momento 4, M5 – momento 5.

3.4.2 Dias de recuperação entre as semanas de treinamento

Entre a semana 1 e 2 do período avaliado a equipe teve 1 dia de descanso (domingo) e 3 dias de descanso após a semana dois (sexta, sábado e domingo).

Durante o tempo de recuperação propostos pela comissão técnica entre as semanas 1 e 2 os atletas permaneceram no Centro de Desenvolvimento de Voleibol (CDV) com suas rotinas livres e voltaram as rotinas de treino na segunda pela manhã.

Após a segunda semana de treinamento os atletas tiveram 3 dias de recuperação proposto pela comissão técnica em que foram dispensados do Centro de Desenvolvimento de Voleibol (CDV) na quinta-feira à noite e retornaram para suas cidades de origem, se reapresentando na segunda feira, pela manhã, para retorno aos treinos.

3.5 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

3.5.1 Ficha de dados cadastrais

Foi utilizada uma ficha com os códigos utilizados pela CBV no momento das coletas, na qual os nomes dos atletas não foram incluídos, para que não houvesse a exposição deles, com os dados de idade e dados de caracterização da amostra.

3.5.2 Massa corporal

Para a determinação da massa corporal foi utilizada uma balança da marca Filizola (São Bernardo do Campo, BRASIL) com resolução de 100 g.

3.5.3 Estatura

Para a determinação da estatura foi utilizado um estadiômetro da marca Sanny (São Paulo, BRASIL) que é constituído de uma escala métrica com resolução de 1 mm.

3.5.4 Variabilidade da frequência cardíaca

A VFC foi acessada através da fita transmissora H7 (POLAR, Kempele, Finlândia) via Bluetooth compatível com smartphones (Android/ Iphone).

3.5.5 Percepção de recuperação

Para a avaliação da percepção de recuperação foi utilizada a escala de recuperação de 0 a 10 (Quadro 2, pág. 38) sugerida por Laurent *et al.* (2011), onde zero é nenhuma recuperação e 10 é totalmente recuperado

3.5.6 Percepção de Esforço

Para esta avaliação foi utilizada a Escala CR-10 de Borg, de 0 a 10 (Quadro 1, pág. 31), onde 0 é nenhum esforço e 10 refere-se a esforço máximo (Borg, 1990).

3.5.7 Concentração salivar de testosterona e cortisol e relação testosterona/cortisol

Foi utilizado um tubo coletor de 5ml. Para análise posterior foi utilizado o ensaio imunoenzimático (ELISA, SLV-4635, DRG Instruments GmbH, Alemanha) para análise de concentração salivar de cortisol e ensaio imunoenzimático (ELISA, Elabscience Biotechnology, EUA) para análise de concentração salivar de testosterona. As concentrações foram utilizadas para análise da relação testosterona/cortisol.

3.5.8 Duração do treino

Foi utilizada uma ficha para anotar diariamente, o tempo em minutos, dos treinos realizados pela manhã e pela tarde.

3.5.9 Monitoramento de saltos (volume e altura)

Para as avaliações da altura e volume dos saltos verticais realizados durante os treinos foi utilizado uma unidade de medida inercial (VERT, Florida, EUA) (CHARLTON *et al.*, 2016).

3.6 PROCEDIMENTOS DAS COLETAS E TRATAMENTO DOS DADOS

3.6.1 Caracterização da amostra

Para a caracterização da amostra foram realizadas as medidas de massa e estatura dos atletas segundo o protocolo de Costa (2001) e Marins & Giannichi (1998).

3.6.2 Variabilidade da frequência cardíaca

Todas as avaliações da VFC foram realizadas conforme o seguinte protocolo. Os sujeitos permaneceram 5 min deitados, em decúbito dorsal antes de iniciar as coletas da VFC. Os intervalos R-R foram obtidos utilizando uma fita de monitoramento cardíaca (Polar H7, Kempele, Finlândia) durante 2 minutos na posição de decúbito dorsal (BUCHHEIT *et al.* 2010; PLEWS *et al.*, 2013). Cada atleta utilizou uma fita para as coletas dos dados. As avaliações foram realizadas em ambiente climatizado, sem ruídos e interferências externas.

A fita Polar H7 coleta os intervalos R-R e não requer processamento adicional dos dados (PLEWS *et al.*, 2017). Os valores dos intervalos R-R foram analisados no domínio do tempo e as variáveis analisadas foram: desvio padrão de todos os intervalos RR normais (SDNN) e raiz quadrada da média

do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD). Estas variáveis são as mais comumente adotadas em estudos científicos com atletas (BUCHHEIT *et al.* 2010; PLEWS *et al.*, 2013; FLATT *et al.*, 2016). Os índices SDNN e RMSSD estão representados em milissegundos (ms).

3.6.3 Percepção de recuperação

Para esta avaliação foi utilizada a escala de PR (Quadro 2, pág. 37), sugerida por Laurent *et al.* (2011) que visa avaliar a percepção de recuperação dos atletas. Na apresentação aos treinos, os atletas foram solicitados a responder a seguinte pergunta: qual sua percepção de recuperação no momento? Apontando na escala sua resposta. A escala apresenta pontuação variando entre 0 e 10, sendo 0 equivalente a nenhuma recuperação e 10 equivalente a recuperação total.

3.6.4 Percepção de esforço

A avaliação da PE foi realizada utilizando a escala CR-10 (Quadro 1, pág. 30) proposta por Borg (1990). Logo no final do treino os atletas foram solicitados a responder à pergunta: qual sua percepção de esforço para o treino de hoje? Apontando na escala sua resposta. Os índices da escala variam entre 0 e 10, sendo 0 equivalente a nenhum esforço e 10 equivalente ao esforço máximo.

O estudo de Kilpatrick *et al.* (2009) mostra não ter diferença significativa entre as avaliações da PE ao final do exercício, após 15 min e após 30 minutos do término do treino, embasando nossa metodologia que coletou a PE logo ao final dos treinos, devido a aplicação prática com os atletas da equipe avaliada.

3.6.5 Concentração de testosterona e de cortisol salivar e relação testosterona/cortisol.

As concentrações dos hormônios testosterona e cortisol foram mensuradas através de amostras de saliva. Os procedimentos para as coletas

foram os mesmos em todas as coletas. Primeiro, os atletas foram solicitados a enxaguar a boca com água para remover qualquer alimento residual e foi solicitado se abster de beber cafeinadas e Coca-Cola até 1 hora antes da coleta. Para as coletas os atletas permaneceram sentados, em uma posição ligeiramente reclinada por 10 minutos e, em seguida, 1 ml de saliva não estimulada foi coletada de forma passiva em um tubo coletor de 5ml (CADORE *et al.*, 2009).

Após as coletas as amostras de saliva foram armazenadas a -20°C até posterior análise. As concentrações salivares de testosterona livre e cortisol foram determinadas utilizando kits de ensaio imunoenzimático para a determinação quantitativa de cortisol livre na saliva humana (Cortisol na Saliva ELISA, SLV-4635, DRG Instruments GmbH, Alemanha) e ensaio imunoenzimático para determinação da testosterona livre na saliva humana (Testosterona na Saliva ELISA, Elabscience Biotechnology, EUA). As análises foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Celular (FisCel- IBBS – UFRGS) por um pesquisador experiente em análises, onde foram respeitados os procedimentos do ensaio conforme manual de instrução do Kit utilizado. Os dados estão representados em nanogramas por mililitros (ng/ml).

Para realização do cálculo da relação testosterona/cortisol salivar foram utilizadas as concentrações de testosterona salivar de cada momento com as respectivas concentrações de cortisol. Ex: Atleta 1- concentração de testosterona do momento 1 dividida pela concentração de cortisol do momento 1. Os cálculos foram realizados da mesma forma para todos os atletas em todos os momentos avaliados.

3.6.6 Carga de treino: método percepção de esforço da sessão

A carga de treino pelo método proposto por Foster *et al.* (1996), utiliza o valor da PE, avaliado através da CR-10 (conforme descrito anteriormente), apresentada ao atleta no final do treino, e o tempo de treino realizado na sessão.

O método se dá pelo produto entre os valores observados pela escala de PE e o tempo de treino em minutos de cada sessão que calculado corresponde então à carga de treino da sessão. O resultado é apresentado em unidade arbitrária (UA) (Fórmula pág. 31).

Foram calculadas as cargas dos treinos da manhã e da tarde. As cargas de treino diárias são a soma das cargas de treino das sessões da manhã e da tarde. As cargas de treino semanal são resultado do somatório das cargas de treino diárias.

3.6.7 Monotonia e carga total (*Strain*) do treinamento

A monotonia do treinamento reflete a oscilação da magnitude das cargas de treinamento aplicada nas diferentes sessões de treino, por um determinado período.

Para cálculo da monotonia foi realizada a médias das cargas de treino diárias, incluindo os dias de recuperação com carga de treino zero nos dias em que não houve treinos, para compor as médias de carga de treino da semana e seu respectivo desvio padrão. O cálculo da monotonia se deu pela razão da média das cargas de treino semanal pelo seu desvio padrão (Fórmula pág. 33). Valores acima de 2 UA foram considerados reflexo de pouca oscilação das cargas de treinamento, que pode levar a queda de rendimento.

A carga total (*Strain*) do treinamento está associada ao nível de adaptação ao treinamento, e traz informações a respeito da magnitude das cargas de treino da semana e da distribuição aplicada aos atletas. Este índice foi calculado através do produto da carga de treino semanal total (soma das cargas de treino diários de cada semana) pela monotonia da semana correspondente (Fórmula pág. 34). O valor de referência máximo sugerido para a carga total (*Strain*) é 10.000 UA. Altos índices de carga total (*Strain*) sugere que houve uma distribuição inadequada das cargas de treino relacionada ao volume aplicado na semana, que pode levar a síndrome de *overtraining* (FOSTER, 1998; Fórmula pág. 35)

3.6.8 Desempenho de saltos

As coletas das variáveis de desempenho de saltos (número de saltos totais realizados nas semanas, número de saltos realizados por sessão de treino, média da altura dos saltos e média dos saltos mais altos) foram realizadas em todos os treinos técnicos e táticos.

Para aquisição dos dados foi utilizado a ferramenta de unidade de medida inercial (VERT, Florida, EUA), inserido em uma banda elástica na altura da cintura dos atletas. Esta ferramenta capta a altura dos saltos verticais e o número de saltos verticais realizados (CHARLTON *et al.*, 2016). Os dados coletados foram imediatamente transferidos para um smartphone via Bluetooth. A metodologia de captação destas variáveis foi realizada conforme estudo de MacDonald *et al.* (2016). Todos os padrões de saltos verticais que compõem jogos e treinos foram captados para análise dos dados de desempenho.

A unidade de medição inercial VERT utiliza um giroscópio de alta precisão 3X, acelerômetro 3X e magnetômetro 3X. O algoritmo de propriedade da VERT mede a velocidade inicial e o impacto de aterrissagem com mais de 53 cálculos simultâneos para medir o centro de massa do deslocamento vertical com precisão. O VERT usa um limite mínimo de 15 cm para que seja gravado o salto, sendo assim todos os saltos realizados a partir de 15 cm são contabilizados na análise, mesmo que os saltos não estejam sendo realizados em ações diretas dos treinos como ataques, bloqueios etc (BORGES *et al.*, 2017, SKAZALSKI *et al.*, 2018).

3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A pesquisa foi realizada durante a fase preparatória dos atletas da Seleção Brasileira Sub-19 de voleibol para o Campeonato Sul-Americano. A primeira semana, de apresentação dos atletas à Confederação Brasileira de Voleibol (CBV), no Centro de Desenvolvimento de Voleibol (CDV, Saquarema, RJ, Brasil) foram realizadas as avaliações de caracterização da amostra, entre outras avaliações propostas pela comissão técnica para os atletas selecionados. O período preparatório teve início na segunda semana, com

duração de 12 semanas, e foi composto por 6 microciclos de 2 semanas. Durante este período os atletas permanecem no Centro de Desenvolvimento de Voleibol (CDV) local de treinamento da Confederação Brasileira de Voleibol. As coletas foram realizadas no terceiro microciclo, da fase preparatória, começando as rotinas de avaliações dos treinos na 6ª e 7ª semana de treino.

Na primeira semana no CDV, os atletas leram e assinaram o TCLE. Após a assinatura dos TCLE, foram realizadas as avaliações para caracterização da amostra (massa corporal, estatura, somatório de dobras cutâneas).

Na sexta semana, no momento de apresentação dos atletas para o primeiro treino (terça), pela manhã, foram realizadas a coleta salivar para análise das concentrações de testosterona e cortisol e a VFC (Momento 1: M1), no último dia de treino da semana (sábado), pela manhã, foram realizadas a coleta salivar para análise das concentrações de testosterona e cortisol e a VFC (Momento 2: M2). Após o término dos treinos da semana 1 os atletas tiveram 1 dia de recuperação, em que permanecem no CDV. Na manhã do primeiro dia de treino da semana 2 (segunda) pela manhã, os atletas realizaram coleta salivar para análise das concentrações de testosterona e cortisol e a VFC (Momento 3: M3), assim como no último dia de treino da semana 2 (quinta) pela manhã (Momento 4: M4). Após os treinos da semana 2 os atletas foram liberados para 3 dias de recuperação, período de recuperação proposto pela comissão técnica a cada microciclo, aonde os atletas voltaram as suas cidades e rotinas familiares, com retorno aos treinos na segunda pela manhã. No momento de retorno aos treinos da semana seguinte (segunda) pela manhã foram realizadas as coletas salivar para análise das concentrações de testosterona e cortisol e a VFC (Momento 5: M5).

Durante todos os treinos das semanas avaliadas foram monitorados o desempenho de saltos. A PR foi coletada antes do início de todos os treinos e na manhã de apresentação para o treino após a semana 2. A PE foi coletada após os treinos da manhã e tarde.

Todas as avaliações foram realizadas pela Comissão Técnica da Seleção Sub-19 de Voleibol Masculino. Com exceção das avaliações da VFC e

das coletas de saliva para análise das concentrações dos hormônios testosterona e cortisol, as demais avaliações faziam parte das rotinas de avaliações propostas pela comissão técnica. Por aceitação da CBV, as análises da VFC e coletas de saliva foram aceitas como parte das rotinas no período do terceiro microciclo da fase preparatória de treinamento com o intuito de ver se a proposta utilizada pela Seleção sub-19 para monitoramento de cargas internas e externas se comportam de forma semelhante a métodos padrões ouro para estas análises.

Esta representação está sendo apresentada na figura 2 (pág. 61)

3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizada a estatística descritiva para apresentar os dados em média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada a partir do teste de Shapiro-Wilk.

Os dados de carga de treino semanal, monotonia e carga total (*Strain*) foram agrupados por semana 1 e semana 2 e analisados através do teste *t* pareado se a distribuição dos dados foram normais ou teste de Wilcoxon se a distribuição dos dados foram não normais.

O desempenho de saltos foi avaliado através do número de saltos total da semana, número de saltos realizados nas sessões de treino, altura dos saltos e média dos saltos mais altos realizados nas sessões de treino. Para o número de saltos total da semana foi somado todos os saltos realizados durante a semana 1 e a semana 2, para comparação através do teste *t* pareado se dados normais ou teste de Wilcoxon se dados não normais. Para o número de saltos realizados nas sessões de treino, altura de saltos e a média dos saltos mais altos, foi realizada a média de cada variável de desempenho, de cada atleta, para as semanas 1 e para a semana 2. A partir das médias diárias da semana, foram realizadas as médias das semanas 1 e 2. As comparações entre as médias das semanas 1 e 2 foram realizadas através do teste *t* pareado se dados normais ou teste de Wilcoxon se dados não normais.

Após os agrupamentos dos dados em semana 1 e semana 2, os dados foram analisados através do teste t pareado se dados normais ou teste de Wilcoxon se dados não normais.

Foi utilizada a equação de estimativas generalizadas (GEE) para avaliar os índices da VFC, as concentrações de testosterona, cortisol salivar e relação testosterona cortisol, nos 5 momentos avaliados, com teste complementar de LSD.

Para a análise da PR e PE das semanas, foi realizada a média das percepções diárias de cada atleta para as semanas 1 e 2. A partir das médias diárias, de cada atleta, foram realizadas as médias das semanas 1 e 2. As comparações das médias das semanas 1 e 2 foram analisadas através do teste t pareado se dados normais ou teste de Wilcoxon se dados não normais. Para a comparação da análise da PR avaliada na segunda feira após 1 dia recuperação e da PR avaliada na segunda feira após 3 dias de recuperação, foi utilizada o teste Wilcoxon para dados não normais.

Para estabelecer as associações entre as variáveis, foi utilizado o teste de Correlação Linear Produto Momento de Pearson quando os dados apresentaram distribuição normal e teste de correlação Rô de Spearman quando os dados apresentaram distribuição não normal. A classificação adotada para as correlações foi de: 0-0,30 pequena correlação, 0,31-0,49 moderada correlação, 0,5-0,69 grande correlação, 0,7- 0,89 muito grande correlação e 0,9- 1 perfeita correlação (HOPKINS, 2000).

Para se conhecer o tamanho de efeito foi utilizado o coeficiente d' de Cohen, os índices adotados para análise do tamanho de efeito serão: <0,19 insignificante, 0,20-0,49 pequeno, 0,50- 0,79 médio, 0,80-1,29 grande e >1,30 muito grande (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2015).

O índice de significância adotado foi $\alpha \leq 0,05$. Os testes estatísticos foram realizados no software SPSS versão 22.0 (IBM, Chicago, EUA).

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos serão apresentados em subtítulos: caracterização da amostra; carga de treino, monotonia e carga total (*Strain*); desempenho de saltos durante as sessões de treino; índices da variabilidade da frequência cardíaca; concentração de cortisol, testosterona salivar e relação testosterona/cortisol; percepção de recuperação, percepção de esforço, e principais correlações.

As cargas de treino, monotonia, carga total (*Strain*), e os índices da VFC, RMSSD e SDNN foram avaliadas nos 17 atletas. O desempenho de saltos foi avaliado em 15 atletas e as concentrações de cortisol, testosterona e relação testosterona/cortisol foram realizadas em 9 atletas.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A tabela 1 apresenta os dados de caracterização da amostra, constando idade, massa corporal e estatura dos atletas participantes do estudo. Os dados estão descritos em média e desvio padrão.

Tabela 1. - Valor médio e desvio padrão (DP) das variáveis de caracterização da amostra.

VARIÁVEL	"N"	MÉDIA	DP
Idade (anos)	17	18,29	± 0,46
Massa corporal (kg)	17	88,83	± 11,77
Estatura (cm)	17	198,50	± 8,18

kg- quilogramas, cm- centímetros.

4.2 CARGA DE TREINO, MONOTONIA, CARGA TOTAL (*STRAIN*) E DESEMPENHO DE SALTOS DURANTE AS SESSÕES DE TREINO

Para a análise dos dados de Carga de Treino Semanal foram comparadas as médias das duas semanas de treino, assim como os dados de

monotonia e carga total (*Strain*) que foram analisados comparando as médias das duas semanas. As cargas de treino semanal foram consideradas estatisticamente iguais entre as duas semanas, mas os dados de monotonia semanal e carga total (*Strain*) apresentaram diferenças significativas entre as semanas 1 e 2 avaliadas, com menores médias na semana 2. Analisando o TE entre as semanas 1 e 2, as cargas de treino apresentaram TE pequeno, enquanto a monotonia e a carga total (*Strain*) apresentaram TE médio.

Os dados estão descritos em média e desvio padrão, valor de p e tamanho de efeito na tabela 2, a seguir:

Tabela 2. - Dados de carga de treino semanal, monotonia e carga total (*Strain*) apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e tamanho de efeito (TE) das semanas de treino 1 e 2 avaliadas.

VARIÁVEIS	"N"	SEMANA 1	SEMANA 2	p	TE
		Média \pm DP	Média \pm DP		
Carga de treino semanal (UA)	17	5345 \pm 1685	4671 \pm 1877	0,125	0,37
Monotonia (UA)	17	1,518 \pm 0,19	0,93 \pm 1,25	0,004*	0,67
Carga total (<i>Strain</i>) (UA)	17	6471,9 \pm 2834,0	4707,2 \pm 2057,7	0,007*	0,70

* significativo quando valor $p \leq 0,05$. "N" – Número de atletas avaliados. UA- Unidades arbitrárias. Todas as comparações foram realizadas pelo teste t pareado.

Para verificar o caráter ondulatório das cargas de treino diárias, nas duas semanas avaliadas, e a carga de treino semanal, podemos observar a figura 3 a seguir:

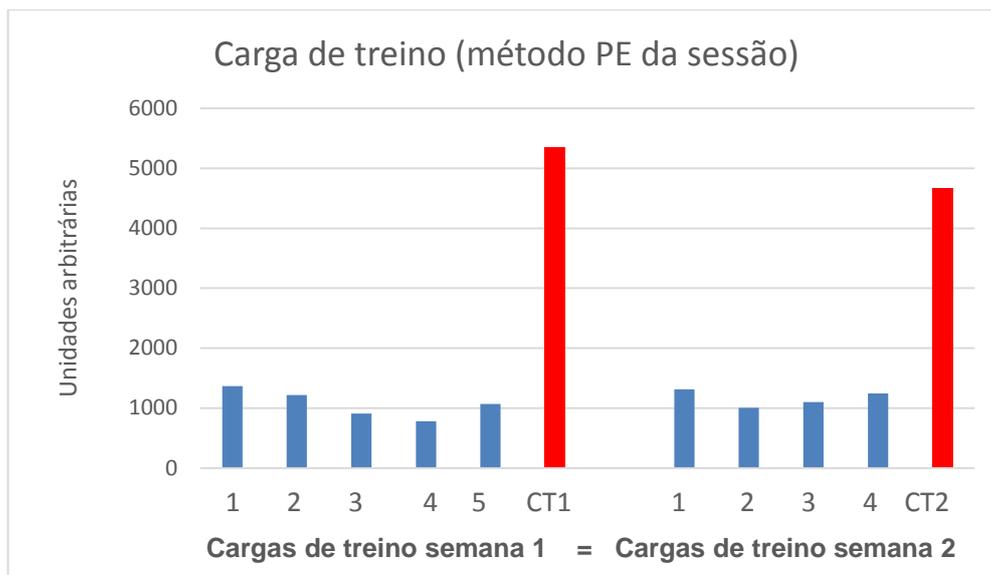


Figura 3. - Valores médios das cargas de treino diárias e carga de treino semanal total da semana 1 (CT1) e da semana 2 (CT2), avaliadas através do método da percepção de esforço da sessão, expresso em unidades arbitrárias (UA).

Os dados de desempenho de saltos realizados durante as sessões de treino foram avaliados pelo número de saltos total da semana, média do número de saltos por sessão, média de altura dos saltos e média dos saltos mais altos realizados. Os dados estão descritos em média e desvio padrão. Para comparação do número de saltos total da semana foram somados todos os saltos realizados nas semanas 1 e 2. Para as demais variáveis os dados foram agrupados em semana 1 e 2 e os dados foram analisados através das médias das semanas. Não foram encontradas diferenças significativas entre as duas semanas para o número de saltos total da semana, mas quando comparada as médias de saltos realizados por sessão de treino a semana 2 apresentou maiores médias comparados a semana 1 ($p = 0,012$). A média de altura dos saltos foi maior na semana 1 em comparação a semana 2 com diferença significativa ($p = 0,008$), e a média dos saltos mais altos não apresentou diferenças significativas entre as semanas.

Avaliando o TE entre as semanas 1 e 2 do desempenho de saltos, o número de saltos total da semana, altura de saltos e média dos saltos mais

altos apresentaram TE pequeno, enquanto a média do número de saltos apresentou TE médio (Tabela 3).

Tabela 3. - Dados de número de saltos total da semana, média número de saltos por sessão, altura de saltos e média dos saltos mais altos realizados nas sessões de treino das semanas 1 e semana 2 apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e tamanho de efeito (TE).

VARIÁVEIS	"N"	SEMANA 1	SEMANA 2	p	TE
		Média \pm DP	Média \pm DP		
Número de saltos total da semana	15	328,00 \pm 117,02	364,40 \pm 143,33	0,220	0,26
Média número de saltos		81,34 \pm 15,99	99,70 \pm 26,77	0,012*	0,77
Altura de saltos (cm)	15	55,64 \pm 8,52	49,17 \pm 15,72	0,008*	0,47
Média dos saltos mais altos (cm)	15	72,99 \pm 11,35	66,12 \pm 20,80	0,173	0,38

* significativo quando valor $p \leq 0,05$. Onde "N" – número de atletas avaliados. O número de saltos total da semana e a média número de saltos foram avaliados pelo teste t pareado. A altura de saltos e a média dos saltos mais altos foram avaliados pelo teste de Wilcoxon.

4.3 ÍNDICES DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E CONCENTRAÇÃO DE CORTISOL, TESTOSTERONA E RELAÇÃO TESTOSTERONA/CORTISOL

A variabilidade da frequência cardíaca foi avaliada no domínio do tempo através dos índices RMSSD e SDNN. Os dados estão descritos em média e desvio padrão. Não foram encontradas diferenças significativas entre os 5 momentos avaliados, início do primeiro treino da semana 1 (momento 1 – M1), início do último treino da semana 1 (momento 2- M2), após 1 dia de recuperação na manhã do primeiro treino da semana 2 (momento 3 – M3), na manhã do último treino da semana 2 (momento 4- M4) e após 3 dias recuperação os atletas retornaram ao treino e foram avaliados pela manhã antes do início dos treinos (momento 5 – M5) (Tabela 4).

Tabela 4. - Dados da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) apresentados em média \pm desvio padrão (DP) e valor de p, avaliados no domínio do tempo através dos índices raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e desvio padrão (DP) de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN) nos 5 momentos, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1; M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2, depois de 3 dias de recuperação.

VARIÁVEIS	"N"	MÉDIA \pm DP					p
		M1	M2	M3	M4	M5	
RMSSD (ms)	17	67,60 \pm 40,61	68,41 \pm 34,59	79,03 \pm 27,47	72,90 \pm 31,03	86,90 \pm 65,12	0,340
SDNN (ms)	17	84,48 \pm 42,61	89,03 \pm 42,99	104,12 \pm 63,64	84,44 \pm 39,05	97,25 \pm 95,90	0,574

"N" – Número de atletas avaliados. ms- milissegundos

Para o índice RMSSD as análises de TE entre os todos os 5 momentos avaliados foram de insignificantes e pequenos, onde os maiores TE aconteceram entre o M1 e o M5 (TE: 0,35) e o M2 e M5 (TE: 0,35), ambos considerados pequenos. Para o índice SDNN todos os TE entre os 5 momentos avaliados ficaram entre insignificantes e pequenos, onde os maiores TE aconteceram entre o M1 e o M3 (TE: 0,35) e o M3 e M4 (TE: 0,36), ambos considerados pequenos. Todos os TE entre os 5 momentos avaliados dos índices da VFC estão apresentados na tabela 5, a seguir.

Tabela 5. – Tamanho de efeito entre os 5 momentos (M) avaliados para o índice raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e para o índice desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN) da VFC, avaliados em ms (milissegundos).

MOMENTOS RMSSD	TAMANHO DE EFEITO			
	M2	M3	M4	M5
M1	0,02	0,32	0,14	0,35
M2		0,33	0,13	0,35
M3	0,32		0,20	0,15
M4	0,14	0,20		0,27
M5	0,35	0,15	0,27	
SDNN	M2	M3	M4	M5
M1	0,10	0,35	0,01	0,17
M2		0,27	0,11	0,11
M3	0,27		0,36	0,08
M4	0,11	0,36		0,17
M5	0,11	0,08	0,17	

Números em laranja estão relacionados a TE insignificante e números em vermelho estão relacionados a TE pequeno.

Podemos observar na figura 4, a seguir, que apesar de não encontrarmos diferenças significativas entre os momentos avaliados, há um comportamento ondulatório para os índices da VFC avaliados nos 5 momentos.

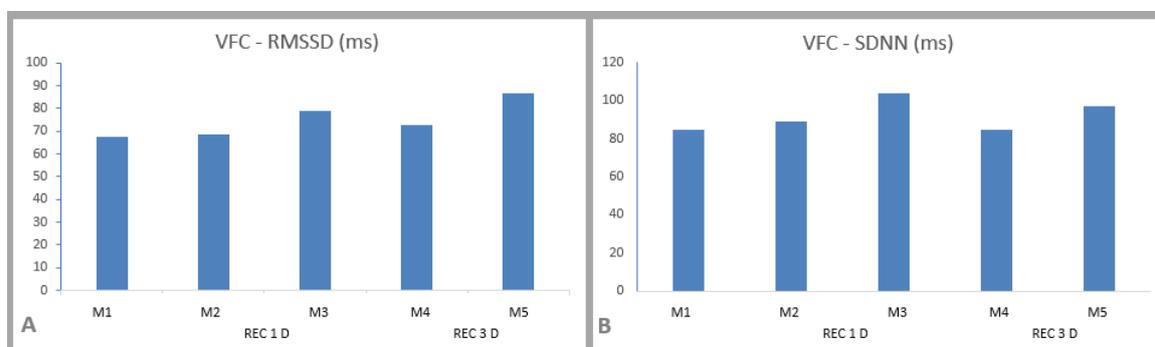


Figura 4 – A – Índice da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD). B – Índice da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), desvio padrão (DP) de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN). Os índices foram expressos em milissegundos (ms) e avaliados em 5 momentos, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1; M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2, depois de 3 dias de recuperação.

As coletas de cortisol e testosterona salivar, e a relação testosterona/cortisol foram avaliadas nos mesmos 5 momentos das coletas da VFC. Os dados estão descritos em média e desvio padrão. Foram encontradas diferenças significativas entre os momentos para as concentrações de cortisol salivar, para as concentrações de testosterona salivar e para a relação testosterona/cortisol, conforme descrita na tabela 6 e na figura 5 a seguir.

Tabela 6. - Dados das concentrações de cortisol, testosterona e relação testosterona/ Cortisol (T/C) salivar em nanogramas por mililitros (ng/ml), apresentado em média \pm desvio padrão (DP) e valor de p, nos 5 momentos avaliados, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1; M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2, depois de 3 dias de recuperação.

VARIÁVEL	"N"	MÉDIA \pm DP					p
		M1	M2	M3	M4	M5	
Cortisol (ng/ml)	9	18,45 \pm 8,55 ^a	38,04 \pm 20,4 ^b	42,54 \pm 21,45 ^b	28,95 \pm 13,32 ^{ab}	20,40 \pm 9,66 ^a	0,009**
Testosterona (ng/ml)	9	0,066 \pm 0,054 ^a	0,109 \pm 0,084 ^{ab}	0,279 \pm 0,183 ^d	0,169 \pm 0,114 ^c	0,155 \pm 0,096 ^{bcd}	0,000**
Relação T/C (ng/ml)	9	0,0041 \pm 0,0042 ^a	0,0020 \pm 0,0017 ^a	0,0031 \pm 0,0019 ^a	0,0056 \pm 0,0057 ^{ab}	0,0082 \pm 0,0036 ^b	0,000*

* significativo quando valor p \leq 0,05. Letras diferentes mostram diferenças significativas entre os momentos avaliados. "N" – Número de atletas avaliados

O gráfico a seguir mostram visualmente o comportamento das concentrações de cortisol salivar, testosterona salivar e relação testosterona/cortisol avaliados nos diferentes momentos (Figura 5).

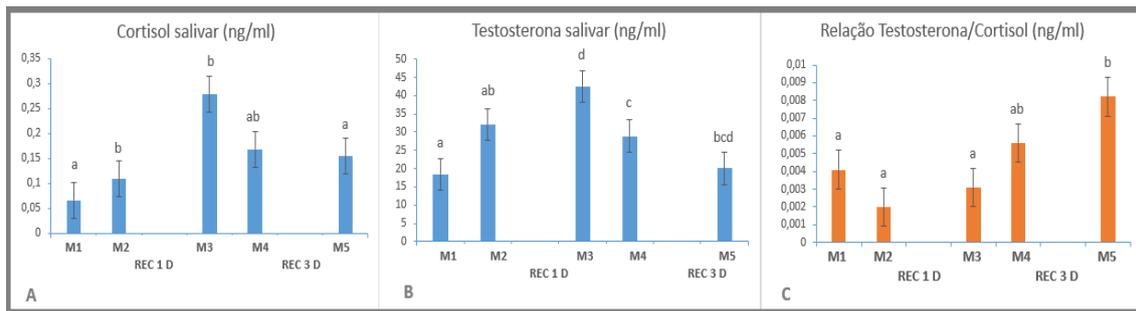


Figura 5. - A -Concentração de cortisol salivar expresso em nanogramas por mililitros (ng/ml). B- Concentração de testosterona salivar expresso em nanogramas por mililitros (ng/ml). C- Relação testosterona/cortisol salivar expressos em nanogramas por mililitros (ng/ml). As concentrações de testosterona e cortisol salivar foram avaliadas em 5 momentos pela manhã no momento de apresentação aos treinos, sendo M1: manhã do primeiro treino da semana 1, M2: manhã do último treino da semana 1, REC 1 D: recuperação de 1 dia, M3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; M4: manhã do último treino da semana 2, REC 3 D: recuperação de 3 dias, M5: manhã do primeiro treino da após a semana 2 após 3 dias de recuperação. Letras diferentes mostram diferenças significativas entre os momentos avaliados, e letras iguais representam médias iguais.

Analisando os TE entre as concentrações de cortisol dos 5 momentos, observamos TE pequenos entre os momentos M1 e M5, M2 e M3, M2 e M4. TE médio entre os momentos M3 e M5 e M4 e M5, TE grande entre os momentos M1 e M2, M1 e M4, M2 e M5, M3 e M5, e TE muito grande entre o momento M1 e M3. Os TE entre as concentrações de testosterona dos 5 momentos foram pequenos entre os momentos M2 - M5 e M4 - M5. TE médio entre os momentos M1 - M2, M2 - M4, M3 - M4 e M3 -M5. TE grande entre os momentos M1 - M3, M1 - M4, M1 - M5, e M2 - M3, e TE muito grande entre o momento M1- M3. Os TE para a relação testosterona/cortisol dos 5 momentos foram pequenos entre os momentos M1 – M3 e M1 – M4. TE médio entre os momentos M1 - M2, M2 – M3, M2 - M4 e M3 -M4, M4 - M5. TE grande entre os momentos M1 – M5. TE muito grande entre o momento M2- M5 e M3 – M5.

Os tamanhos de efeito podem ser observados na tabela 7 a seguir:

Tabela 7. – Tamanhos de efeito entre os 5 momentos (M) avaliados para as concentrações de cortisol salivar, para as concentrações de testosterona salivar, em nanograma por mililitros (ng/ml), e a relação testosterona/cortisol (relação T/C)

TAMANHO DE EFEITO				
CORTISOL	M2	M3	M4	M5
M1	1,16	1,36	0,87	0,20
M2		0,20	0,49	1,02
M3	0,20		0,70	1,23
M4	0,87	0,49		0,68
M5	1,02	1,23	0,68	
TESTOSTERONA	M2	M3	M4	M5
M1	0,56	1,46	1,07	1,05
M2		1,10	0,55	0,47
M3	1,10		0,67	0,78
M4	0,55	0,67		0,12
M5	0,47	0,78	0,12	
RELAÇÃO T/C	M2	M3	M4	M5
M1	0,60	0,28	0,28	0,97
M2		0,56	0,79	2,03
M3	0,56		0,54	1,64
M4	0,79	0,56		0,50
M5	2,03	1,64	0,50	

Números em laranja estão relacionados a TE insignificante, números em vermelho estão relacionados a TE pequeno, números verdes estão relacionados a TE médios, números azuis estão relacionados a TE grande e números cinzas estão relacionados a TE muito grande.

4.4 PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO

A percepção de recuperação (PR) foi avaliada através das médias das semanas 1 e 2 e do primeiro dia de treino após 3 dias de recuperação após a semana 2 de treino. A percepção de esforço (PE) foi avaliada através das médias das semanas 1 e 2 avaliadas. As análises mostraram não haver diferenças significativas para estes parâmetros, conforma apresentado na tabela 8.

Tabela 8. - Dados de Percepção de Recuperação (PR) e Percepção de Esforço (PE) apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e tamanho de efeito (TE) para a PR avaliada na primeira semana (SEMANA 1) e segunda semana (SEMANA 2).

VARIÁVEIS	"N"	SEMANA 1	SEMANA 2	p	TE
		Média \pm DP	Média \pm DP		
PR	17	7,93 \pm 0,93	8,06 \pm 0,83	0,424	0,14
PE	17	4,25 \pm 1,21	4,19 \pm 0,83	0,887	0,06

"N" – Número de atletas avaliados.

Buscando entender o comportamento da percepção de recuperação após os diferentes intervalos de recuperação propostos pela comissão técnica, de 1 e 3 dias, comparamos as médias da percepção de recuperação da segunda feira após 1 dia de recuperação e da segunda feira após 3 dias de recuperação.

Tabela 9. - Dados de Percepção de Recuperação (PR) apresentados em média \pm desvio padrão (DP), valor de p e Tamanho de Efeito (TE) para a PR avaliada no treino de segunda após 1 dia de recuperação e para PR avaliada no treino de segunda após 3 dias de recuperação.

VARIÁVEIS	"N"	Segunda (após 1 dia recup)	Segunda (após 3 dias de recup)	p	TE
		Média \pm DP	Média \pm DP		
PR	17	8,50 \pm 1,09	8,75 \pm 1,65	0,291	0,17

"N" – Número de atletas avaliados.

4.5 CORRELAÇÕES

Foram testadas as correlações entre a relação testosterona/cortisol, e os índices da VFC, RMSSD e SDNN com as variáveis de desempenho de saltos, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino das semanas de treino 1 e 2. Foi utilizado a Correlação Produto-Momento de Pearson para as variáveis com apresentação dos dados normais e Correlação Rô de Spearman para as variáveis em que os dados foram considerados não normais.

A tabela 10, a seguir, mostra as correlações dos índices RMSSD e SDNN avaliados no início da semana 1 de treino (M1) e no final da semana 1 de treino (M2) com o desempenho de saltos da semana 1, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino da semana 1. Assim como as correlações de testosterona/cortisol avaliadas no início da semana 2 de treino (M3), final da semana 2 (M4) e após 3 dias de recuperação após a semana 2 de treino (M5) desempenho de saltos da semana 2, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino da semana 2.

Tabela 10. - Correlações dos índices da VFC, raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes (RMSSD) e desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN), avaliados nos momentos 1 e 2 onde 1: manhã do primeiro treino da semana 1 e 2: manhã do último treino da semana com a carga de treino semana 1 (CT 1), percepção de recuperação da semana 1 (PR 1), percepção de esforço da semana 1 (PE 1), número de saltos total da semana 1 (N salto total 1), número de saltos por sessão de treino da semana 1 (N salto sessão 1), altura média de salto da semana 1 (Alt salto 1) e a média dos saltos mais altos da semana 1 (Média saltos mais altos 1). E correlações dos índices da VFC, RMSSD e SDNN, avaliados nos momentos 3, 4 e 5, onde 3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; 4: manhã do último treino da semana 2 e 5: manhã do primeiro treino da após a semana 2 após 3 dias de recuperação, com a carga de treino semana 2 (CT 2), percepção de recuperação da semana 2 (PR 2), percepção de esforço da semana 2 (PE 2), número de saltos total da semana 2 (N salto total 2), número de saltos por sessão de treino da semana 2 (N salto sessão 2), altura média de salto da semana 2 (Alt salto 2) e a média dos saltos mais altos da semana 2 (Média saltos mais altos 2). P sobrescrito- quando avaliados pela Correlação Linear Produto Momento de Pearson e S sobrescrito quando avaliados pela correlação de Spearman, e * quando valor $p \leq 0,05$.

VARIÁVEIS	CT 1	PR 1	PE 1	N salto total 1	N salto sessão 1	Alt salto 1	Média saltos mais altos 1
RMSSD 1	0,031 ^S	-0,011 ^S	0,064 ^S	0,037 ^S	0,002 ^S	0,121 ^S	0,084 ^S
RMSSD 2	0,000 ^P	0,293 ^S	-0,284 ^S	0,170 ^P	0,274 ^P	-0,351 ^P	-0,301 ^P
SDNN 1	0,111 ^P	-0,047 ^P	-0,011 ^S	0,025 ^P	0,051 ^P	-0,021 ^P	0,034 ^P
SDNN2	-0,242 ^P	-0,348 ^P	-0,314 ^S	0,362 ^P	0,181 ^P	-0,374 ^P	-0,311 ^P
VARIÁVEIS	CT 2	PR 2	PE 2	N salto total 2	N salto sessão 2	Alt salto 2	Média saltos mais altos 2
RMSSD 3	-0,503 ^S	-0,080 ^P	-0,246 ^S	-0,145 ^P	0,452 ^P	0,071 ^P	0,114 ^P
RMSSD 4	-0,055 ^S	-0,379 ^P	-0,146 ^S	-0,164 ^P	-0,162 ^P	0,126 ^P	0,272 ^P
RMSSD 5	0,530 ^S	-0,258 ^S	0,254 ^S	0,073 ^S	0,051 ^S	-0,093 ^S	0,005 ^S
SDNN 3	-0,341 ^S	-0,472 ^S	-0,472 ^S	0,011 ^S	0,050 ^S	0,220 ^S	0,203 ^S
SDNN 4	-0,108 ^S	-0,260 ^P	-0,124 ^S	-0,202 ^P	-0,274 ^P	0,315 ^P	0,439 ^P
SDNN 5	0,437 ^S	-0,095 ^S	-0,125 ^S	0,174 ^S	0,178 ^S	0,071 ^S	0,170 ^S

A tabela 11, a seguir, mostra as correlações da relação testosterona/cortisol avaliadas no início da semana 1 de treino (M1) e no final da semana 1 de treino (M2) com o desempenho de saltos da semana 1, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino da semana 1. Assim como as correlações de testosterona/cortisol avaliadas no início da semana 2 de treino (M3), final da semana 2 (M4) e após 3 dias de recuperação após a semana 2 de treino (M5) desempenho de saltos da semana 2,

percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino da semana 2.

Tabela 11. - Correlações da relação testosterona/cortisol avaliados nos momentos 1 e 2 onde 1: manhã do primeiro treino da semana 1 e 2: manhã do último treino da semana com a carga de treino semana 1 (CT 1), percepção de recuperação da semana 1 (PR 1), percepção de esforço da semana 1 (PE 1), número de saltos total da semana 1 (N salto total 1), número de saltos por sessão de treino da semana 1 (N salto sessão 1), altura média de salto da semana 1 (Alt salto 1) e a média dos saltos mais altos da semana 1 (Média saltos mais altos 1). E correlações da relação testosterona/cortisol avaliados nos momentos 3, 4 e 5, onde 3: manhã do primeiro dia de treino da semana 2 após 1 dia de recuperação; 4: manhã do último treino da semana 2 e 5: manhã do primeiro treino da após a semana 2 após 3 dias de recuperação, com a carga de treino semana 2 (CT 2), percepção de recuperação da semana 2 (PR 2), percepção de esforço da semana 2 (PE 2), número de saltos total da semana 2 (N salto total 2), número de saltos por sessão de treino da semana 2 (N salto sessão 2), altura média de salto da semana 2 (Alt salto 2) e a média dos saltos mais altos da semana 2 (Média saltos mais altos 2). P sobrescrito- quando avaliados pela Correlação Linear Produto Momento de Pearson e S sobrescrito quando avaliados pela correlação de Spearman, e * quando valor $p \leq 0,05$.

VARIÁVEIS	CT 1	PR 1	PE 1	N salto total 1	N salto sessão 1	Alt salto 1	Média saltos mais altos 1
RELAÇÃO T/C 1	-0,218 ^R	0,191 ^R	0,165 ^R	-0,276 ^R	0,231 ^R	0,164 ^R	-0,131 ^R
RELAÇÃO T/C 2	-0,002 ^R	-0,436 ^R	-0,119 ^R	-0,321 ^R	-0,651 ^R	0,396 ^R	0,676 ^R
VARIÁVEIS	CT 2	PR 2	PE 2	N salto total 2	N salto sessão 2	Alt salto 2	Média saltos mais altos 2
RELAÇÃO T/C 3	-0,400 ^S	-0,316 ^S	-0,404 ^S	0,144 ^R	0,145 ^R	0,358 ^R	0,521 ^R
RELAÇÃO T/C 4	-0,073 ^S	-0,276 ^S	-0,037 ^S	-0,724* ^R	-0,724* ^R	0,159 ^R	0,156 ^R
RELAÇÃO T/C 5	-0,071 ^S	0,439 ^S	-0,120 ^S	-0,562 ^R	-0,560 ^R	-0,134 ^R	0,064 ^R

5 DISCUSSÃO

O objetivo geral do trabalho foi verificar como as cargas de treino, o desempenho de saltos, e diferentes dias de recuperação influenciam as variáveis fisiológicas da VFC, concentração de testosterona, cortisol e a relação testosterona/cortisol, e as variáveis psicofisiológicas através da PR e PE.

Os principais achados mostram que as cargas de treino das duas semanas avaliadas não apresentaram diferenças significativas, e apesar dos índices de monotonia e carga total (*Strain*) apresentarem maiores médias na semana 1 em relação a semana 2, os valores ficaram dentro do ideal, para os dois índices, nas duas semanas. O desempenho de saltos se mostrou semelhante para o número de saltos total realizados nas duas semanas, mas com média do número de saltos por sessão da semana 2 maior do que a semana 1, já a altura de salto apresentou maiores médias na semana 1, e a média dos saltos mais altos foi semelhante entre as duas semanas.

O comportamento das cargas de treino e do desempenho de saltos não resultou em diferenças significativas para os índices da VFC, nos 5 momentos avaliados, mas as concentrações salivares de cortisol apresentaram alterações entre os 5 momentos avaliados, com maiores concentrações de cortisol no final da semana 1 (M2), início da semana 2, após 1 dia de recuperação (M3), e final da semana 2 (M4), mas voltando aos valores apresentados no início da semana 1 (M1) após 3 dias de recuperação (M5), as concentrações de testosterona também apresentaram as maiores médias no primeiro dia de treino da semana 2, depois de 1 dia de recuperação (M3), e mantiveram suas médias semelhantes após os 3 dias de recuperação (M5) depois da semana 2 de treino. A relação testosterona/cortisol se manteve semelhante no decorrer do período avaliado com aumento somente após 3 dias de recuperação, ao final da semana 2. Já a PR não apresentou diferenças entre as médias das semanas avaliadas, e entre as médias da segunda-feira após 1 dia de recuperação e a segunda-feira após 3 dias de recuperação. A PE não apresentou diferenças significativas entre as semanas 1 e 2. Desta forma as

cargas de treino mostraram gerar alterações nas concentrações de testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol.

Analisando os diferentes períodos de recuperação eles também parecem interferir no comportamento das concentrações de cortisol, testosterona e relação testosterona/cortisol, onde o intervalo de 1 dia de recuperação se mostrou negativo para o cortisol, não sendo tempo suficiente para reduzir suas concentrações, mas o intervalo de 3 dias de recuperação foi suficiente para modificar as concentrações para valores iniciais do período avaliado, já para a testosterona 1 ou 3 dias de recuperação fizeram seus índices se manterem elevados, e com concentrações maiores após as duas semanas de treino, quando comparados ao início do período avaliado. A relação testosterona/cortisol não modificou após 1 dia de recuperação, mas apresentou diferenças significativas após 3 dias de recuperação. Os índices da VFC e PR não apresentaram sensibilidade para detectar os diferentes períodos de recuperação.

5.1 CARGA DE TREINO, MONOTONIA, CARGA TOTAL (*STRAIN*) E DESEMPENHO DE SALTOS DURANTE AS SESSÕES DE TREINO

Os achados do presente estudo mostraram que as cargas de treino semanal não apresentaram diferenças significativas, e as cargas de treino diárias apresentaram caráter ondulatório, conforme apresentado na figura 3.

Podemos observar que houve uma boa organização das cargas de treino por parte da comissão técnica da equipe, pois apesar da semana 1 ser composta por 5 dias de treino, e a semana 2, composta por 4 dias de treino a carga total das semanas foi estatisticamente semelhante. Os valores médios das cargas de treino semanal encontrados em nosso estudo (semana 1: 5345 ± 1685 UA e semana 2: 4671 ± 1877 UA) se assemelham dos achados de Horta *et al.* (2019) que avaliaram atletas de voleibol e mostram carga média para o período preparatório entre 3000 e 6000 UA. Já Freitas *et al.* (2019) mostraram carga semanal média de 2354 ± 492 UA para atletas de voleibol profissionais avaliados na segunda semana da fase preparatória, valor abaixo dos apresentados em nosso estudo, mas esta diferença pode ser devido as

avaliações serem realizadas na segunda semana da fase preparatória, sendo possível que os treinos não tivessem atingidos cargas tão altas em comparação ao terceiro microciclo da fase preparatória (6^a e 7^a semana de treino) avaliado em nosso estudo.

Debien *et al.* (2018) também apresentam cargas de treino semanal mais baixas do que as encontradas por nós, avaliando 36 semanas de treino de atletas de voleibol profissionais, e mostram a carga média de treino semanal de 3733 ± 1228 UA, avaliados na segunda metade da fase preparatória, com as maiores médias sendo atingidas na semana 17 com carga de 5027 ± 1006 UA, valor ainda inferior a carga de treino encontrada na semana 1 para os atletas da Sub-19, estas diferenças podem estar relacionadas ao fato da seleção Sub-19 apresentar um menor período na fase preparatória (12 semanas), o que pode levar os atletas a necessidade de se adaptar a altas cargas de treinamento, em um curto período de tempo, visando o período competitivo. As cargas apresentadas no estudo de Berriel *et al.* (2021) avaliando um período de treino de 10 semanas, são menores do que as nossas, com média de carga semanal variando entre 1388 ± 111 UA e 3852 ± 149 UA, mas os autores trazem que estas cargas de treino semanal são capazes de aprimorar o desempenho de saltos (SJ, CMJ, CMJa) e a capacidade aeróbica, habilidades importantes para atletas de voleibol.

Segundo Aoki *et al.* (2017) atletas da categoria sub-19 apresentam cargas de treino muito semelhante as demandas das equipes adultas no voleibol. E as altas cargas encontradas em nosso estudo são comparadas a momentos de intensificação das cargas de treino, e provavelmente está relacionado a fase do período preparatório avaliado.

O treinamento com cargas ondulatórias tem mostrado melhoras na aptidão física, índices de recuperação e menores índices de lesões, quando comparado a cargas não-ondulatórias (COSTA *et al.*, 2019). As cargas de treino diárias do período avaliado mostraram um caráter ondulatório, como se pode observar na figura 3. Este comportamento pode ser também observado através dos índices de monotonia e carga total (*Strain*) que trazem informações a respeito da magnitude e distribuição das cargas de treino da semana.

Podemos observar através dos valores de monotonia e carga total (*Strain*) que apesar de apresentarem diferenças significativas entre as semanas 1 e 2, os valores médios de Monotonia (semana 1: $1,518 \pm 0,19$ - semana 2: $0,93 \pm 1,25$) e carga total (*Strain*) (semana 1: $6471,9 \pm 2834,0$ - semana 2: $4707,2 \pm 2057,7$) ficaram dentro dos valores de referência considerados ideais para estes índices. Valores de monotonia acima de 2,0 UA. refletem pouca oscilação das cargas de treinamento e para a carga total (*Strain*) é sugerido valores até 10000 UA.

Avaliando atletas de voleibol masculino, Freitas *et al.* (2015) e Horta *et al.* (2019) encontraram valores de monotonia até $1,4 \pm 0,1$ UA e $1,47 \pm 0,10$ UA, valores de monotonia muito parecidos com os encontrados em nosso estudo, e valores de carga total (*Strain*) de $2802,7 \pm 580,7$ UA e 954 ± 203 UA, valores abaixo dos nossos achados. Já Debien *et al.* (2018) avaliando o período preparatório e o período competitivo mostraram valores muito semelhantes aos nossos achados para ambos os índices, com valores de monotonia entre $1,13 \pm 0,20$ e $1,32 \pm 0,09$ e valores de carga total (*Strain*) entre 4092 ± 1250 e 6214 ± 1197 UA. Apesar das diferenças encontradas nos estudos de Horta *et al.* (2019), Freitas *et al.* (2015) e Debien *et al.* (2018), todos apresentam cargas bem distribuídas, com os valores dentro dos ideais para estes índices, assim como nossos achados.

Desta forma podemos observar que apesar do número de treinos na semana 1 ser maior as cargas de treino das semanas 1 e 2 foram semelhantes, e os índices de monotonia e carga total (*Strain*) ficaram abaixo dos valores considerados prejudiciais aos atletas. Salienta-se que os índices de monotonia e por consequência a carga total (*Strain*) levam em conta os dias em que não aconteceram treinos para calcular a média semanal das cargas de treino, o que reforça a importância dos dias de recuperação para que estes índices se mantenham dentro dos valores adequados.

Analisando os tamanhos de efeito encontrados para a carga de treino, podemos observar um tamanho de efeito pequeno (0,37), comportamento semelhante a análise estatística que mostrou não haver diferença entre as cargas de treino da semana 1 e 2. Para a monotonia e carga total (*Strain*) o

tamanho de efeito encontrado foi de 0,67 e 0,70, respectivamente, considerado um tamanho de efeito médio, com as maiores médias sendo apresentadas na semana 1 em comparação com a semana 2. Mas destaca-se que os índices de monotonia e carga total (*Strain*) estão dentro dos valores adequados de distribuição de carga de treino.

A capacidade de saltar verticalmente é de extrema importância no voleibol (VILLAREAL *et al.*, 2008) nas ações de saque, ataque, levantamento e bloqueio (SATTLER *et al.*, 2012). O desempenho de saltos em nosso estudo foi avaliado durante as sessões de treino através do número de saltos, altura de saltos e média de saltos mais altos.

Avaliando o número de saltos total realizados nas semanas avaliadas, encontramos média de $328,00 \pm 117,02$ saltos na semana 1 e $364,40 \pm 143,33$ saltos na semana 2, valores estatisticamente iguais, o que mostra que na semana 1 com 5 dias de treino a quantidade de saltos foi semelhante a semana 2 com 4 dias de treino. Desta forma, a média de saltos por sessão diária apresentou diferenças significativas entre as semanas 1 e 2 ($p = 0,012$) com média de número de saltos por sessão diária na semana 1 de $81,34 \pm 15,99$ saltos por sessão e na semana 2, média de $99,70 \pm 26,77$ saltos por sessão. Os valores da semana 1 se aproximam dos achados de Cardoso *et al.* (2021) que mostram volume médio de salto nos treinos de $79,25 \pm 34,37$, avaliando uma equipe de voleibol masculino do Brasil. E Horta *et al.* (2017) apresentaram médias de número de saltos realizados nos treinos de $87,2 \pm 37,9$ saltos, valores acima dos encontrados na semana 1 e abaixo dos encontrados na semana 2. Mas sabe-se que diferentes posições em quadra apresentam diferentes volumes de saltos realizados por sessão de treino (PAWLIK *et al.*, 2020; SHEPPARD *et al.*, 2009; BAHR & BAHR, 2014; HORTA *et al.*, 2017), e estas médias podem variar entre $63,11 \pm 6,14$ saltos por sessão de treino para os ponteiros e $114,95 \pm 6,93$ para os centrais, segundo Cardoso (2018).

Enquanto a menor média de número de saltos por sessão foi encontrada na semana 1, a média de altura dos saltos foi maior na semana 1 ($55,64 \pm 8,52$ cm) quando comparado a semana 2 ($49,17 \pm 15,72$ cm) ($p = 0,008$), o que mostra certo equilíbrio entre volume e intensidade para as semanas avaliadas.

Cardoso *et al.* (2021) avaliaram a altura média dos saltos nos treinos, através do VERT e encontraram média de $54,47 \pm 8,95$ cm, próximos aos valores da semana 1. Não encontramos outros estudos que avaliaram altura de saltos durante os treinos, mas observamos que as médias encontradas em nosso estudo se aproximam do desempenho de saltos em testes máximos, onde Berriel *et al.* (2021) mostram média de $56,9 \pm 5,4$ cm para o CMJ após a fase preparatória, enquanto Horta *et al.* (2019) mostram valores de $46,94 \pm 5,92$ cm para o mesmo salto. Maffiuletti *et al.* (2002), Trajkovic´ *et al.* (2012) e Debien *et al.* (2018) encontraram com valores médios de $47,9 \pm 5,7$ cm, $48,1 \pm 6$ cm e $48,21 \pm 4,95$ cm, respectivamente para o CMJa, e Aoki *et al.* (2017) avaliando atletas brasileiros Sub-19, mostram os maiores valores em testes máximos no CMJa com $51,1 \pm 6,8$ cm. Salienta-se que a amostra é composta por atletas convocados a participarem da Seleção Brasileira Sub-19, e entre os critérios de seleção para a participação da equipe Brasileira Sub-19, são incluídos testes de desempenho físicos, além do fato dos seus desempenhos estarem sendo constantemente observados, pode explicar a média de altura de salto da semana 1 ser superior ao estudo de Cardoso *et al.* (2021) e as médias das semanas serem semelhantes a valores encontrados em testes de desempenho máximo dos saltos CMJ e CMJa. E avaliamos a média dos maiores saltos realizados nas sessões de treinos das semanas 1 e 2, mas não foram encontradas diferenças significativas entre as duas semanas ($p = 0,173$).

Apesar das diferenças encontradas no desempenho de saltos entre as duas semanas para o número de saltos e altura de saltos por sessão de treino, as cargas de treino semanal não apresentaram diferenças significativas entre as duas semanas, contrariando os achados de Pisa *et al.* (2022) que mostraram que as sessões de treino com maior número de saltos realizados resultam em maiores valores de carga de treino.

Os tamanhos de efeitos apresentados para o número de saltos total da semana, altura de salto e média dos saltos mais altos foram pequenos (0,26; 0,47; 0,38 respectivamente), comportamento semelhante a análise estatística, com exceção da altura de salto que apresentou diferença significativa, apesar de um tamanho de efeito pequeno. Já para número de saltos por sessão de treino encontramos um tamanho de efeito médio (0,77), com as maiores

médias na semana 2, resultado também semelhante as análises estatísticas que mostrou haver diferenças para esta variável entre a semana 1 e 2.

Desta forma, podemos observar que no decorrer do microciclo avaliado, composto pelas duas semanas de treino, aconteceu um equilíbrio entre o número de saltos realizados nas sessões de treino e a altura de saltos, onde na semana com maior número de saltos realizados por sessão as alturas foram menores e na semana em que foi realizado menor número de saltos por sessão, foram atingidas maiores alturas de saltos. Os comportamentos de saltos, além das outras variáveis que compuseram os treinos técnicos e de reforço muscular, levaram a valores de carga de treino iguais entre as semanas, com cargas de treino diárias de caráter ondulatório, como ficou evidenciado pelos índices de monotonia e carga total (*Strain*) dentro dos valores ideais, mostrando a capacidade de organização dos treinos por parte da comissão técnica.

5.2 ÍNDICES DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, CONCENTRAÇÕES DE CORTISOL E TESTOSTERONA SALIVAR E RELAÇÃO TESTOSTERONA/CORTISOL

A variabilidade da frequência cardíaca foi avaliada no domínio do tempo através dos índices RMSSD, e SDNN e não foram encontradas diferenças significativas entre os 5 momentos avaliados (Tabela 4), apesar de apresentarem certa variação entre os períodos avaliados (Figura 4). Esperava-se que os índices da VFC reduzissem entre o início e o final das semanas de treino das semanas avaliadas devido as cargas de treino impostas aos atletas, e esperava-se um aumento nos seus valores após os períodos de recuperação propostos (1 e 3 dias).

Nosso estudo buscou entender como as cargas de treino e os diferentes períodos de recuperação poderiam modificar a VFC, em consenso com o momento atual da literatura, em que há um crescente interesse em monitorar o sistema nervoso autônomo em atletas e indivíduos fisicamente ativos, através da VFC. Além disso, o uso de ferramentas não invasivas e de fácil

aplicabilidade como os monitores cardíacos, tornaram o monitoramento mais acessível para equipes esportivas, em situações do cotidiano de treinamentos e competições (Costa & Nakamura, 2022).

Muitos estudos que avaliaram a VFC, em resposta ao treinamento, utilizaram as análises no domínio do tempo (BUCHHEIT *et al.*, 2010; PLEWS *et al.*, 2012; PLEWS *et al.*, 2013; FLATT *et al.*, 2016), sendo o índice RMSSD o mais utilizado para monitorar atletas (BILLMAN & HOSKINS, 1989; PLEWS *et al.*, 2013). O índice RMSSD está relacionado a supressão do tônus vagal e representando a atividade parassimpática (AUBERT *et al.*, 2003; VANDERLEI *et al.*, 2009, LOPES *et al.*, 2013), e mostra respostas semelhantes ao índice SDNN em resposta ao treinamento. O índice SDNN representa as atividades simpática e parassimpática, porém não permitem distinguir quando as alterações são devidas ao aumento do tônus simpático ou à retirada do tônus vagal (AUBERT *et al.*, 2003; VANDERLEI *et al.*, 2009, LOPES *et al.*, 2013). Nós buscamos entender como se comportam as vias simpáticas e parassimpáticas do sistema nervoso autônomo, e optamos por analisar os dois índices no domínio do tempo, RMSSD e SDNN.

Não houve diferenças significativas para o índice RMSSD entre os 5 momentos avaliados, mas as maiores médias foram encontradas após os períodos de recuperação de 1 dia (M3: 79,03 ± 27,47 ms) e após 3 dias de recuperação (M5: 86,90 ± 65,12 ms). O índice SDNN também apresentou este comportamento, mas com maior média para 1 dia de recuperação (M3: 104,12 ± 63,64 ms) do que para 3 dias (M5: 97,25 ± 95,90 ms). Apesar deste comportamento das médias um pouco mais altas após os períodos de recuperação, salienta-se que não houve diferença significativas e os TE foram insignificantes e pequenos nas comparações entre os 5 momentos avaliados.

Sabe-se que a recuperação pós-exercício envolve sistemas fisiológicos integrados e podem gerar mudanças no sistema cardíaco autônomo, para que o organismo chegue à homeostase, e podem ser avaliados pela VFC (AUBERT *et al.*, 2003; PLEWS *et al.*, 2013). Desta forma, pode ser que as cargas de treino impostas nas semanas não tenham sido suficientemente intensas para gerar alterações significativas no sistema nervoso autônomo, não mostrando

alterações significativas nos índices da VFC, pois se não houve abalo durante os períodos de treinamento, não parece ter necessidade de recuperação. Além, esta questão pode estar relacionada ao fato dos atletas avaliados serem jovens e isso pode ter relação com uma velocidade de recuperação muito alta (em relação à atletas mais velhos).

Estudos mostram que altas cargas de treino estão associados com baixos valores para índice SDNN e RMSSD da VFC (TULPPO *et al.* 1996; BUCHHEIT, 2014; MICHAEL *et al.*, 2017) onde a intensidade dos exercícios parece ser o principal fator de influência (BUCHHEIT, 2014; MICHAEL *et al.*, 2017), enquanto o efeito do volume ainda permanece menos explorado pela literatura. As cargas de treino semanal foram altas e semelhantes nas duas semanas, sendo avaliadas pelo método da PE da sessão (FOSTER *et al.*, 1996), que multiplica a PE pela minutagem do treino. As médias de PE das semanas ficaram entre $4,25 \pm 1,21$ e $4,19 \pm 0,83$ e a minutagem de treino semanal entre 1508 e 1345 minutos. Desta forma, acreditamos que o volume foi o maior responsável pelas altas cargas de treino encontradas em nosso estudo, o que pode explicar em parte a manutenção dos índices da VFC, com menor influência da variação da distribuição da carga que afetou a monotonia e o Strain.

O estudo de Lehnert *et al.* (2007) foi o que mais se aproximou da metodologia do nosso estudo, em que foi avaliado um microciclo de cinco dias de treinamento com FC média entre 83,1% e 81,1% da FC máxima, e não observaram diferenças estatisticamente significativas na VFC, apesar dos valores de FC estarem próximos aos apresentados no 2 limiar ventilatório. Estudos com metodologias diferentes da proposta em nosso estudo, que buscou avaliar um microciclo de 2 semanas com diferentes intervalos de recuperação, também não encontraram diferenças significativas para os índices RMSSD e SDNN, e mostram que possíveis alterações na VFC decorrentes dos jogos voltam aos valores apresentados antes dos jogos após o período de recuperação (CARDOSO *et al.*, 2021), e a VFC não apresentar diferenças antes e depois de um período preparatório longo pode ser resultado da característica do desporto avaliado, que tem predominância anaeróbica, e também ao alto nível de condicionamento dos atletas (MAZON *et al.*, 2013).

Como mostramos anteriormente, avaliando equipes de voleibol, não foram encontradas diferenças significativas avaliando períodos de treinamento ou diferentes períodos de recuperação, mas estudos avaliando atletas de voleibol de forma individual mostram reduções nos índices da VFC decorrentes do aumento das cargas de treino e comportamentos diferentes entre os atletas decorrentes das diferentes posições que ocupam em quadra no voleibol (LEHNERT *et al.*, 2007; HAP *et al.*, 2011, CARDOSO, 2018). Estudos mostram que atletas de diferentes posições apresentam diferentes volumes e intensidades de saltos verticais (SHEPPARD *et al.*, 2009; BAHR & BAHR, 2014; SATTLER *et al.*, 2015; HORTA *et al.*, 2017; CARDOSO, 2018; PAWLIK *et al.*, 2020), e pode implicar em diferentes médias para os índices RMSSD e SDNN, conforme mostrado por Cardoso (2018) onde as menores médias dos índices da VFC foram apresentadas pelo levantador (maiores médias de saltos realizados) e oposto (maiores alturas de saltos realizados).

Analisando os valores médios encontrados em nosso estudo, o índice RMSSD variou entre $67,60 \pm 40,61$ ms (M1) e $86,90 \pm 65,12$ ms (M5). Estes valores são acima dos encontrados na metanálise de Cardoso *et al.* (2022) com atletas de voleibol, homens e mulheres, avaliados em situação de repouso, no momento anterior as avaliações e/ou intervenções, em que a média do índice RMSSD foi de 44 ± 14 ms. Os valores do índice SDNN encontrados no presente estudo variou entre de $84,44 \pm 39,05$ ms (M4) e $104,12 \pm 63,64$ ms (M3). Avaliando atletas de voleibol em momentos de apresentação aos treinos, Saryg *et al.* (2015) apresentaram média de 48 ± 6 ms, Hernandez-Cruz *et al.* (2017) apresentaram média de 99 ± 63 ms, enquanto Cardoso *et al.* (2021) mostraram valores superiores com média de $144,52 \pm 503,95$ ms.

Em geral, atletas com índices mais altos da VFC apresentam maior aptidão aeróbica e parecem lidar melhor com o treinamento (BUCHHEIT *et al.*, 2010). Os atletas avaliados no presente estudo apresentam idade inferior a 19 anos, e são considerados os melhores atletas Brasileiros da modalidade, por serem convocados a representar a seleção nacional, mas apesar disso a idade pode levá-los a não ter alcançado toda sua capacidade aeróbica, o que pode explicar valores médios abaixo de outros estudos, e sendo estas adaptações

crônicas da prática esportiva, eles apresentam uma possível janela de treinamento no decorrer dos anos seguintes de prática.

Assim como nas análises estatísticas que não apresentaram diferenças significativas entre os momentos avaliados, os tamanhos de efeito foram insignificantes e pequenos, entre os diferentes momentos avaliados, para os índices RMSSD e SDNN.

As concentrações salivares de cortisol e testosterona apresentaram diferenças significativas entre os 5 momentos avaliados. O cortisol apresentou um aumento do início da semana de treino (M1: $18,45 \pm 8,55$ ng/ml) para o final da semana 1 (M2: $38,04 \pm 20,4$ ng/ml) e aumento após 1 dia de recuperação (M3: $42,54 \pm 21,45$ ng/ml) em comparação ao início da semana, mas manutenção em relação ao final da semana, houve redução nas médias no decorrer da semana 2 (M4: $28,95 \pm 13,32$ ng/ml), mas sem diferenças significativas com início (M3) e somente após os 3 dias de recuperação (M5: $20,40 \pm 9,66$ ng/ml) os valores voltaram aos valores do início da semana 1.

Por outro lado, a testosterona apresentou os menores valores no início da semana 1 (M1: $0,066 \pm 0,054$ ng/ml) e sua média aumentou após a semana 1 de treino (M2: $0,109 \pm 0,084$ ng/ml), mas sem diferenças significativas, após 1 dia de recuperação (M3: $0,279 \pm 0,183$) houve um aumento significativo em relação aos valores da semana 1, ao final da semana 2 de treino houve retração dos valores (M4: $0,169 \pm 0,114$ ng/ml), mas para médias acima das encontradas ao final da semana 1, e após 3 dias de recuperação (M5: $0,155 \pm 0,096$ ng/ml) as médias se igualaram as encontradas no final da semana 1 (M2), após 1 dia de recuperação, no início da semana 2 (M3) e no final da semana 2 (M4).

A relação testosterona/cortisol apresentou médias semelhantes entre o início da semana 1 (M1: $0,0041 \pm 0,0042$ ng/ml), o final da semana 1 (M2: $0,0020 \pm 0,0017$ ng/ml), o início (M3: $0,0031 \pm 0,0019$ ng/ml) e final da semana 2 (M4: $0,0056 \pm 0,0057$ ng/ml), com aumento significativo somente após 3 dias de recuperação (M5: $0,0082 \pm 0,0036$ ng/ml) em comparação aos momentos anteriores, com exceção de M4, que foi significativamente igual ao M5.

Podemos observar que a cargas de treino da semana 1 geraram aumento nas concentrações de cortisol (M1: $18,45 \pm 8,55$ ng/ml - M2: $38,04 \pm 20,4$ ng/ml), e na semana 2 houve redução entre as médias do primeiro dia de treino para o último dia de treino (M3: $42,54 \pm 21,45$ ng/ml - M4: $28,95 \pm 13,32$ ng/ml), mas sem diferenças significativas. Desta forma a carga de treino da semana 1 (5345 ± 1685 UA) foi capaz de gerar alterações nas concentrações de cortisol, e a carga de treino da semana 2 (4671 ± 1877 UA), manutenção. A demanda de saltos da semana 1 foi maior para altura de saltos, mas em menor número de saltos por sessão, enquanto a semana 2 apresentou menores alturas de saltos, e com maior volume por sessão. As menores alturas de saltos na semana 2 pode ser em parte explicada pelo aumento das concentrações de cortisol, indicando um acúmulo de fadiga entre a semana 1 e 2, e/ou uma estratégia da comissão técnica para reduzir os níveis de exigência, visando uma menor sobrecarga dos saltos verticais, gesto tão importante ao voleibol. E podemos observar manutenção nas concentrações de cortisol do final da semana 2 (M4: $28,95 \pm 13,32$ ng/ml) para o momento de reapresentação aos treinos após a semana 2, depois de 3 dias de recuperação (M5: $20,40 \pm 9,66$ ng/dl).

A testosterona apresentou aumento nas médias da semana 1 de treino (M1: $0,066 \pm 0,54$ ng/ml - M2: $0,109 \pm 0,008$) mas sem diferenças significativas. Mas após 1 dia de recuperação houve um aumento expressivo (M3: $0,279 \pm 1,83$ ng/ml), se diferenciando das médias do início e final da semana 1. Na semana 2 houve um decréscimo nas concentrações (M4: $0,169 \pm 0,114$ ng/ml) em relação ao início da semana (M3), mas após 3 dias de recuperação (M5: $0,155 \pm 0,096$ ng/ml), a média foi semelhante aos momentos 2, 3 e 4 e superiores ao início da semana 1 (M1). Podemos observar que para as concentrações de testosterona, o período avaliado levou a um incremento nas médias entre o início e o fim do período avaliado.

Analisando a relação testosterona/cortisol observamos que as demandas de treino das semanas 1 e 2 não foram capazes de gerar alterações significativas, assim como 1 dia de recuperação. Mas com o intervalo de 3 dias de recuperação a relação testosterona/cortisol apresentou aumentos

significativos, mostrando que as duas semanas de treino avaliadas, geraram adaptações anabólicas significativas.

Nosso estudo mostrou que um microciclo de duas semanas de treinamento na fase preparatória dos atletas da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19 é capaz de gerar alterações significativas nas concentrações de cortisol. Não encontramos estudos que avaliaram microciclos de treinamento nas concentrações de cortisol. Avaliando o efeito jogos nas concentrações de cortisol, antes e depois de jogos, a antes e depois de períodos competitivos parece haver diferenças significativas com incremento nas concentrações (FILAIRE *et al.*, 1999; KUO *et al.*, 2006; MOREIRA *et al.*, 2013; SOUGLIS *et al.*, 2015). Já em períodos preparatórios pode haver aumento (ROLI *et al.*, 2018), ou manutenção nas concentrações (MAZON *et al.*, 2013; HORTA *et al.*, 2017, FREITAS *et al.*, 2019). No estudo de Horta *et al.* (2017) as cargas de treino variaram de 2981 ± 702 UA na semana 2 a 5942 ± 962 UA na semana 6, assim como Freitas *et al.* (2019) em que a carga de treinamento semanal foi de 2354 ± 492 UA, e não foram encontradas diferenças nas concentrações de cortisol.

Nosso estudo se diferencia na magnitude das cargas impostas aos atletas quando comparado aos achados de Freitas *et al.* (2019), que pode explicar as diferenças entre as concentrações de cortisol do início para o final da semana 1 avaliada em nosso estudo que apresentou carga de treino de 5345 ± 1685 UA. E quando comparamos nossos achados aos de Horta *et al.* (2017) os valores de carga de treino foram bem semelhantes entre a semana 6 (5942 ± 962 UA) e as cargas de treino da semana 1 do nosso estudo (5345 ± 1685 UA), mas diferentes nos resultados de concentrações de cortisol. Estas diferenças nos achados do cortisol podem estar relacionadas a diferente população do nosso estudo, atletas convocados a compor a seleção Brasileira Sub-19, e durante a fase preparatória, são constantemente observados por parte da comissão técnica, podendo implicar em um nível de estresse aumentado, comportamento que entendemos ser diferente de atletas que compõem equipes nacionais Brasileiras.

Nosso estudo mostrou alterações nas concentrações de testosterona durante o período avaliado. O estudo de Edwards & O'Neal (2009) mostram maiores concentrações de testosterona ao término da competição, quando comparado ao início, e Kuo *et al.* (2006) avaliando uma semana do período competitivo de voleibol não encontraram diferença significativas nos níveis de testosterona sérico. Em longos períodos de treinamento Mazon *et al.* (2013) encontraram aumento na testosterona, enquanto Horta *et al.* (2017) não encontraram diferenças significativas para as concentrações de testosterona, durante um período de 6 semanas de treinamento da fase preparatória.

Em nosso estudo a relação testosterona/cortisol manteve-se constante do início da semana 1 até o final da semana 2, com média semelhantes e com aumento significativo após os 3 dias de recuperação (M5), que se mostrou diferente significativamente de todos os momentos anteriores, com exceção do final da semana 2 (M4). Estudos com atletas de voleibol Mazon *et al.* (2013) mostraram aumento da relação testosterona/cortisol após 12 semanas de treinamento, mostrando uma tendência anabólica frente ao período avaliado, já Roli *et al.* (2018) mostram decréscimo da relação testosterona cortisol significativo e de magnitude de 30% de redução, sugerindo um estado de *overtraining*, durante o período avaliado, enquanto Horta *et al.* (2019), avaliando 6 semanas de treinamento não encontraram diferenças significativas para a relação testosterona/cortisol, na comparação dos 4 momentos avaliados. Em nosso estudo as adaptações se mostram positivas entre o início e o final, com uma resposta anabólica positiva ao final do período avaliado.

Em um estudo piloto desta tese de doutorado, estudando a mesma população de presente estudo no ano de 2019, na primeira semana do segundo microciclo de treinamento da fase preparatória, Cardoso e colaboradores encontraram alterações nas concentrações de cortisol entre o início (momento 1) e o final da semana de treino (momento 2), com carga de treino semanal de $5712,1 \pm 149,8$ UA, e sem diferença entre as concentrações do final da semana de treino e o momento de apresentação para a semana seguinte após 1 dia de recuperação (momento 3). Não foram encontradas alterações nas concentrações de testosterona, entre os 3 momentos avaliados. Neste estudo piloto as concentrações de cortisol ficaram com médias inferiores

as apresentadas pelos atletas em nosso estudo, onde a maior média foi de $6,83 \pm 2,82$ ng/ml ao final da semana de treino (M2), enquanto em nosso estudo a menor média foi de $18,45 \pm 8,55$ ng/ml (M1), que pode estar relacionado as avaliações terem acontecido na primeira semana do 2º microciclo de treinamento, enquanto em nosso estudo as avaliações acontecerem no terceiro microciclo de treinamento. Os valores de testosterona encontrados neste estudo piloto ficaram mais próximos dos encontrados em nosso estudo, com maior média de $0,163 \pm 0,41$ ng/ml ao final da semana de treino (M2), valor semelhante ao encontrado ao final da semana 2 em nosso estudo (M4: $0,169 \pm 0,114$ ng/ml) e abaixo somente do valor encontrado no início da semana 2 (M3: $0,279 \pm 1,83$ ng/ml). Não foi avaliada a relação testosterona/cortisol.

As concentrações de cortisol encontradas nos diferentes momentos em nosso estudo são consideradas altas, enquanto as concentrações de testosterona se mostram semelhantes a outros estudos com população de atletas de voleibol. O estudo que encontramos, que apresentou os valores mais próximos dos nossos, em relação as concentrações salivares de cortisol foi o de Tierman *et al.* (2019) que avaliaram atletas de rugby durante 10 semanas de treino e encontraram valores de cortisol salivar com médias entre $14,81 \pm 8,74$ ng/ml e $16,39 \pm 9,53$ ng/ml, mas eles não apresentam as cargas de treino em UA, para possíveis comparações. Smith *et al.* (2011) também apresentam menores médias para as concentrações salivares de cortisol e testosterona em remadores avaliados por 4 semanas de treinamento. Avaliando atletas de vôlei de praia Costa *et al.* (2022) encontraram valores de cortisol salivar abaixo dos encontrados em nosso estudo, mas valores de testosterona salivar muito semelhantes.

Quando buscamos entender como os diferentes períodos de recuperação podem interferir nas concentrações destes hormônios, podemos observar que 1 dia de recuperação não foi suficiente para gerar redução nos níveis de cortisol, mas manter os níveis semelhantes entre o final da semana e o início da semana 2. A redução dos níveis de cortisol aconteceu somente após os 3 dias de recuperação (M5), mostrando que o período de recuperação de 3 dias é muito importante para o retorno da concentração de cortisol aos níveis

iniciais, sendo que este intervalo se mostrou adequado para recuperação desta variável.

Para a testosterona, houve um comportamento inverso, 1 dia de recuperação mostrou um resultado interessante, com incrementos significativos após a recuperação (M3) em comparação ao final da semana 1 (M2), houve redução nas concentrações no decorrer da semana 2 de treino, mas os valores após 3 dias de recuperação, foi estatisticamente semelhante as médias do início e final da semana 2 de treino. Desta forma, para a testosterona os diferentes dias de recuperação não parecem apresentar tanta influência, como nas concentrações de cortisol. Este comportamento pode ser melhor compreendido através da relação testosterona/cortisol, em que 1 dia de recuperação não mostrou gerar diferenças, enquanto os 3 dias de recuperação se mostrou extremamente importante para o aumento desta relação, pois houve redução nas concentrações de cortisol e manutenção nas concentrações de testosterona.

Comparando os valores encontrados em nosso estudo com os valores de referência para as concentrações de cortisol apresentados pelo manual do kit ELISA utilizado em nossas análises (1,2 – 14,7 ng/ml), observamos que os valores apresentados pelos atletas são superiores, onde a menor média de concentração de cortisol, apresentada pelos atletas de voleibol ocorreu no momento 1 (M1) e foi de $18,45 \pm 8,55$ ng/ml, valor acima dos valores de referência do kit utilizado nas análises, assim como as demais médias apresentadas no decorrer do período avaliado. Vale salientar que os atletas já se encontravam na 6 semana de treinamento da fase preparatória, onde altas cargas de treino são aplicadas, como podemos observar nos valores das cargas de treino das semanas avaliadas. Os valores de referência para as concentrações de testosterona salivar, do Kit utilizado nas análises trazem valores de concentração entre 0,84 – 1,67 ng/ml. Em nosso estudo somente a média do momento 3 ficou acima dos valores de referência com média de concentração de $0,279 \pm 1,83$ ng/ml. As demais médias ficaram dentro dos valores de referência sugeridos pelo kit.

Observamos que os valores da relação testosterona/cortisol do nosso estudo ficaram abaixo dos valores de referência para possível diagnóstico de *overtraining*, que são valores da relação testosterona/cortisol inferiores a $0,35 \times 10^{-3}$ (0,00035) (ADLERCREUTZ *et al.*, 1986), sendo o menor valor encontrado em nosso estudo muito superior ao valor de corte (0,0020), apesar das altas concentrações de cortisol encontradas.

Podemos observar que as concentrações de cortisol e de testosterona apresentaram alterações ao longo do período avaliado, esta relação pode ser mais bem observada nos valores da relação testosterona/cortisol. Mas avaliando os valores, podemos observar que as médias das concentrações de cortisol são altas, excedendo os valores de referência, o que pode trazer a informação de possível estado de sobrecarga de treinamento vivenciado pelos atletas nesta fase, enquanto os níveis de testosterona aumentam com as cargas impostas, sem exceder os valores de referência, mas com valores da relação testosterona/cortisol longe do ponto de referência para diagnóstico da síndrome do *overtraining*, e respostas anabólicas positivas ao final do período avaliado. Este comportamento parece estar relacionado às cargas de treino impostas, e ao momento da fase preparatória avaliada, em que a equipe estava no terceiro microciclo de treinamento com altas cargas de treino impostas aos atletas, visando às adaptações necessárias ao período competitivo, resultando em altas concentrações de cortisol e um aumento dos efeitos catabólicos, mas também em aumento nas concentrações de testosterona, equilibrando com seus efeitos anabólicos, como podemos observar na relação testosterona/cortisol. Salienta-se que os atletas neste momento, junto a Seleção Brasileira Sub-19 apresentam alterações em suas rotinas, pois ficam concentrados no CDV em Saquarema por aproximadamente 11 dias a cada microciclo, com 1 dia de recuperação, e após este período eles tem 3 dias de recuperação, retornando aos seus lares. Neste período em que os atletas se encontram concentrados no CDV, eles têm todo o aporte alimentar e nutricional adequado a recuperação e adaptações ao treinamento, auxiliando no estado nutricional adequado, que pode ter favorecido a aumento da relação testosterona/cortisol.

Analisando o tamanho de efeito do cortisol, podemos observar que o momento 1 (M1) apresentou tamanhos de efeito grande em comparação ao M2 (1,16), muito grande com o M3 (1,36), e grande com o M4 (0,87), sendo pequeno em comparação a M5, onde as menores médias foram apresentadas no M1. O que nos mostra um comportamento de aumento nas concentrações de cortisol no decorrer do período avaliado, de tamanho de efeito de grande a muito grande, retornando somente após os 3 dias de recuperação (M5). O M5 também apresentou tamanhos de efeito grandes, apresentando as menores média em comparação ao final da semana 1 (M2) (1,02) e com o início da semana 2 (M3) (1,23). Os demais tamanhos de efeito foram pequenos e médios.

Para as concentrações de testosterona a primeira avaliação no início da semana 1 (M1) apresentou tamanho de efeito muito grande em comparação ao início da semana 2, após 1 dia de recuperação (M3) (1,46), tamanho de efeito grande em comparação ao final da semana 2 (M4) (1,07) e tamanho de efeito grande em comparação a avaliação após 3 dias de recuperação (M5) (1,05). O final da semana 1 (M2) apresentou tamanho de efeito grande em comparação ao início da semana 2, após 1 dia de recuperação (M3) (1,10). Os demais tamanhos de efeito foram pequenos e médios, na comparação entre os momentos. Para a relação testosterona/cortisol o momento após os 3 dias de recuperação (M5) apresentou grande tamanho de efeito em comparação ao início da semana 1 (M1) (0,97), e muito grande tamanho de efeito em comparação ao final da semana 1 (M2) (2,03) e ao início da semana 2, após 1 dia de recuperação (M3) (1,64). Os demais tamanhos de efeito foram pequenos e médios.

Não foram observadas diferenças significativas para os índices da VFC, quando analisamos a média de todos os atletas, mas pôde se observar um comportamento ondulatório no decorrer do microciclo avaliado. Estudos com voleibol mostram reduções nos índices da VFC decorrentes do aumento das cargas de treino quando os atletas são avaliados de forma individual, e comportamentos diferentes entre os atletas (LEHNERT *et al.*, 2007; HAP *et al.*, 2011; CARDOSO, 2018). Desta forma as análises individuais parecem ser mais interessantes para entender estes efeitos, do que análises de grupo, conforme

mostrado por Cardoso (2018), em que o atleta da posição levantador apresentou a segunda maior média de número de saltos nos treinos, e o atleta de posição oposto com a maior média para altura de salto, apresentaram as menores médias para os índices RMSSD e SDNN da VFC. Por isso a VFC, que hoje pode ser facilmente avaliada através de cardiofreqüencímetros, se mostra uma interessante ferramenta para complementar as avaliações dos atletas de voleibol, quando usadas de forma individualizada. As concentrações de testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol, padrão ouro para estas análises, podem ser facilmente coletadas através da saliva, mas suas análises geram custos, pois dependem de laboratórios especializados e kits importados para as análises.

5.3 PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO E PERCEPÇÃO DE ESFORÇO

Nossos achados mostram média de PR e PE semelhante entre as duas semanas de treino avaliadas, sem diferenças significativas. Assim como para a comparação entre a PR avaliada na segunda-feira após 1 dia de recuperação e a PR avaliada na segunda-feira após 3 dias de recuperação.

Quando observamos o comportamento da PR do período avaliado podemos observar que as médias foram de $7,93 \pm 0,93$ na semana 1, e $8,06 \pm 0,83$ na semana 2, valores que se encontram no escore de “Muito, muito boa recuperação”.

Os escores de “Muito, muito boa recuperação” do nosso estudo corroboram com os achados de Cardoso *et al.* (2021) que encontraram escores de “Muito, muito boa recuperação” para atletas de voleibol nos momentos de apresentação para os primeiros treinos após os jogos. Desta forma podemos observar que as cargas de treino semelhantes nas duas semanas avaliadas repercutiram também em médias de percepção de recuperação semelhantes. Avaliando a percepção e recuperação, pela escala TQR, nos momentos anteriores aos treinos, Timoteo *et al.* (2018) apresentam que atletas de voleibol apresentam escores médios próximos a “Muito boa recuperação”, assim como Debien *et al.* (2018) que mostraram percepções de recuperação com escores

entre “Boa” e “Muito boa recuperação” no período preparatório, escores um pouco abaixo do nosso estudo. Berriel *et al.* (2020) mostram que a recuperação tende a permanecer estável durante o período preparatório, apesar dos aumentos encontrados nas concentrações de creatina kinase (CK).

Quando observamos os diferentes intervalos de recuperação entre as semanas de treino, comparando a PR avaliada na segunda-feira após 1 dia de recuperação e a PR da segunda-feira após 3 dias de recuperação não foram encontradas diferenças significativas, mostrando que o intervalo de 1 dia e o intervalo de 3 dias de recuperação não interferiram na percepção de recuperação dos atletas, que apresentaram escores de “Muito, muito boa recuperação”. Salienta-se que no momento de 1 dia de recuperação onde os atletas estão concentrados no CDV eles ficam com a rotina livre para atividades de descanso e lazer, sem treinos, enquanto no período de 3 dias de recuperação os atletas são liberados do CDV, mas ficam expostos a viagens para retorno a suas famílias e locais onde moram. Então, apesar das diferenças entre os períodos e das características, ambos os períodos de recuperação se mostraram semelhantes, quando avaliados pela PR.

Para a percepção de esforço não houve diferença entre as semanas 1 e 2, com médias de $4,25 \pm 1,21$ na semana 1 e $4,19 \pm 0,83$ na semana 2, correspondente ao escore 4 que representa uma percepção de esforço “Um pouco difícil”. Nossos achados se diferenciam do estudo de Cardoso *et al.* (2021) que mostram média de percepção de esforço acima das encontradas no presente estudo avaliados na fase competitiva com médias de $5,47 \pm 1,38$ no momento de apresentação para os treinos após os jogos, assim como o estudo de Rodrigues-Marroyo *et al.* (2014) que mostram média para percepção de esforço de $5,7 \pm 0,8$, escore considerado “Difícil”. Borin *et al.* (2010) mostraram percepção de esforço “moderada” ($3,4 \pm 1,2$) para atletas de voleibol com idade entre 16 a 23 anos em período competitivo. Timoteo *et al.* (2018) mostra que os períodos preparatórios apresentam maiores médias de carga de trabalho semanal, quando comparado ao período competitivo. Desta forma esperaríamos maiores médias de percepção de esforço no período preparatório, mas não há um consenso entre os estudos apresentados anteriormente, e nossos achados, e pode estar relacionado ao nível de

dificuldade dos campeonatos e das cargas impostas nos períodos preparatórios, que pode levar a diferentes percepções de esforço nos treinos.

Os tamanhos de efeito para a PR e PE mostraram ser insignificantes entre as comparações das médias da semana 1 e semana 2, assim como para a PR da segunda após 1 dia de recuperação e da segunda após 3 dias de recuperação, semelhante aos achados dos testes estatísticos.

Salienta-se a simplicidade destes métodos para entender como os atletas estão percebendo as cargas de treinos impostas e os períodos de recuperação, podendo ser utilizada em todas as modalidades esportivas de forma prática e no cotidiano do treinamento. Além do que, a percepção de esforço pode ser utilizada para os cálculos de carga de treino e seus índices, conseguindo assim quantificar as demandas impostas e suas distribuições ao longo das semanas, auxiliando na compreensão das adaptações positivas e/ou negativas dos treinos propostos, e caso necessário reorganizar as etapas seguintes do treinamento.

5.4 CORRELAÇÕES

Nossos resultados não encontraram correlações significativas entre os índices da VFC, RMSSD e SDNN dos 5 momentos avaliados com o desempenho de saltos, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino das semanas 1 e 2. Nas correlações da relação testosterona/cortisol, avaliada nos 5 momentos, com o desempenho de saltos, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino das semanas 1 e 2, encontramos uma forte correlação negativa entre a relação testosterona/cortisol 4 (M4: avaliada no final da semana 2 de treino) com o número de saltos total da semana 2 ($r = -0,724$, $p = 0,042$) e com o número de saltos realizados por sessão de treino na semana 2 ($r = -0,724$, $p = 0,041$), as demais correlações não foram significativas.

Não foram encontradas correlações entre os índices da VFC com o desempenho de saltos, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino. Corroborando com nossos achados, Cardoso *et al.* (2021) que

não encontraram correlações significativas entre os índices RMSSD e SDNN da VFC com o desempenho de saltos em atletas de voleibol. Com corredores, estudos não encontraram correlações entre o índice RMSSD com variáveis de desempenho, mas mostram correlações quando aplicado o logaritmo natural ao índice RMSSD (BUCHHEIT *et al.*, 2010; PLEWS *et al.*, 2013).

Também não foram encontradas correlações dos índices da VFC com a percepção de recuperação e percepção de esforço, corroborando com os achados de Cardoso *et al.* (2021) que não encontraram correlações entre a percepção de esforço e percepção de recuperação com os índices RMSSD e SDNN da VFC em atletas de voleibol. O estudo de Flatt *et al.* (2016) mostra correlações entre parâmetros psicométricos e o LogRMSSD, com moderada correlação positiva para a percepção de fadiga ($r = 0,56$) e para a percepção de dor muscular ($r = 0,54$), mas não avaliaram a percepção de recuperação e percepção de esforço. Nosso estudo também não encontrou correlações entre os índices da VFC e as cargas de treino das semanas 1 e 2, contrariando os achados de Flatt *et al.* (2016) que encontraram correlações negativas entre as cargas de treinamento e o LogRMSSD ($r = -0,85$), e os autores citam que as mudanças nos índices da VFC podem variar entre os sujeitos, e se correlacionam com mudanças nas cargas de treino, diferente dos nossos achados.

A relação testosterona/cortisol avaliada no final da semana 2 (M4) apresentou correlação negativa com o número de saltos total da semana 2 ($r = -0,72$), assim como com o número de saltos realizados por sessão da semana 2 ($r = -0,72$). Desta forma podemos observar que os atletas que apresentaram os menores números de saltos apresentaram maiores médias da relação testosterona/cortisol. As demais correlações não foram significativas.

Os saltos verticais parecem ser o maior critério de desempenho para o voleibol, sendo realizados em grandes volumes e intensidades (FORTHOMME *et al.*, 2005; WAGNER *et al.*, 2009; LOMBARD *et al.*, 2011), e estão associados à danos musculares, aumento da percepção de dor muscular, incremento na creatina Kinase plasmática e perda de força e habilidade, podendo acarretar situações de fadiga aguda e crônica (ROBERTS & SMITH, 1989;

FORTHOMME *et al.*, 2005; SHEPPARD *et al.*, 2007; WAGNER *et al.*, 2009; LOMBARD *et al.*, 2011; ARAZI *et al.*, 2012). Desta forma a correlação negativa indica que os atletas que realizaram os menores números de saltos apresentaram em menores níveis de cortisol e/ou maiores níveis de testosterona, levando a maiores níveis da relação testosterona/cortisol, fortalecendo a importância de se monitorar o volume de salto realizado por sessão de treino e por semana nos atletas de voleibol.

Poucos estudos foram encontrados buscando entender as correlações entre as concentrações de cortisol e testosterona a relação testosterona/cortisol com variáveis de desempenho, cargas de treino e índices de recuperação. Horta *et al.* (2019) avaliando a análise de correlação entre as cargas de treinamento, desempenho físico (CMJ), status de marcadores bioquímicos como testosterona, cortisol e creatina kinase e estresse psicológico através do RESTQ-Sport, encontraram apenas uma correlação estatisticamente significativa de magnitude pequena à moderada entre a carga de treino semanal e as concentrações de creatina kinase ($r= 0,32$), sendo que as concentrações de cortisol, testosterona e a relação testosterona/cortisol não se correlacionaram com nenhuma das variáveis. Examinando a relação entre escalas de avaliação de bem-estar psicológico, concentrações hormonais pré-treinamento no desempenho neuromuscular em atletas de voleibol feminino, Mielgo-Ayuso *et al.* (2017) encontraram correlações significativa entre as escalas psicológicas e desempenho neuromuscular somente na relação testosterona/cortisol, mas de pequena magnitude ($r=0,34$), e segundo os autores as escalas de bem-estar psicológico parecem estar mais relacionadas ao desempenho pré-treinamento do que as concentrações hormonais. No estudo piloto feito para esta tese, não foi encontrada correlações significativas entre as concentrações de cortisol com a percepção de recuperação, mas houve correlação entre a testosterona do momento 1 com a PR do momento 1 ($r= 0,66$), da testosterona momento 3 com a PR momento 2 ($r= 0,64$) e entre a testosterona momento 2 com a PR momento 3 ($r= 0,79$), mas não foi avaliada a relação testosterona/cortisol.

6 CONCLUSÃO

Concluimos que as cargas de treino apresentaram comportamento ondulatório durante as semanas avaliadas, com cargas semelhantes entre as semanas, apesar das diferenças para os índices de monotonia e carga total (*Strain*) entre as semanas 1 e 2, mas com valores dentro do que se considera o ideal para as distribuições de cargas de treino semanal. O desempenho de saltos apresentou diferença entre as semanas para o número de saltos por sessão de treino e média da altura de saltos, mas sem diferenças entre o número de saltos total realizados nas semanas e média dos saltos mais altos. Os índices da VFC não apresentaram diferenças significativas entre os 5 momentos avaliados, ao passo que as concentrações de cortisol e testosterona variaram durante os 5 momentos com maiores concentrações no início da semana 2, após 1 dia de recuperação. Já a relação testosterona/cortisol se manteve igual durante as semanas avaliadas com aumento após 3 dias de recuperação, ao final da semana de treino 2. A PR não apresentou diferenças entre as semanas e entre os momentos após os períodos de recuperação, assim como a PE que não apresentou diferenças entre as semanas 1 e 2.

Observamos que os diferentes dias de recuperação propostos pela comissão técnica parecem interferir no comportamento das concentrações de cortisol e testosterona, onde o intervalo de 1 dia de recuperação se mostrou negativo para o cortisol, não sendo tempo suficiente para reduzir suas concentrações, mas o intervalo de 3 dias de recuperação foi suficiente para reduzir sua concentração para o valor inicial do período avaliado, já para a testosterona 1 ou 3 dias de recuperação fizeram seus índices se manterem elevados, e com concentrações maiores após as duas semanas de treino, quando comparados ao início do período avaliado. Para a relação testosterona/cortisol 1 dia de recuperação não mostrou apresentar diferenças, mas 3 dias de recuperação gerou diferença significativa em relação as semanas 1 e 2 avaliadas. Já para os índices da VFC e a PR e PE os diferentes períodos de recuperação não parecem ter influenciado suas médias.

Não foram encontradas correlações significativas entre os índices da VFC, RMSSD e SDNN dos 5 momentos avaliados com o desempenho de saltos, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino das semanas 1 e 2, e as correlações da relação testosterona/cortisol com o desempenho de saltos, percepção de recuperação, percepção de esforço e carga de treino das semanas 1 e 2, não foram significativas, com exceção de uma forte correlação negativa entre a relação testosterona/cortisol 4 (avaliada no final da semana 2 de treino) com o número de saltos total da semana 2 e com o número de saltos realizados por sessão de treino.

Podemos concluir que a característica do microciclo avaliado, com comportamento de cargas de treino diárias com caráter ondulatório e índices de monotonia e carga total (*Strain*) dentro do ideal para magnitude e distribuição das cargas de treino levaram à adaptações positivas, como pode ser observado pela relação testosterona/cortisol, que apresentou aumento significativo quando comparado o início do microciclo avaliado (M1) e o momento de apresentação para os treinos do microciclo seguinte (M5). Desta forma, enaltecemos a capacidade da comissão técnica da Seleção Brasileira Sub-19 de Voleibol masculina na organização dos treinos diários no microciclo de treinamento avaliado. Como possível complemento para este monitoramento, a utilização da VFC e seus índices no domínio do tempo, que podem ser acessados facilmente pelos cardiofrequencímetros e em curto período, poderiam complementar as informações sobre possíveis adaptações positivas e /ou negativas dos atletas, quando avaliadas de forma individualizada. Enquanto as concentrações de testosterona, cortisol e relação testosterona/cortisol, por apresentar maiores custos poderiam ser utilizadas ao início e final dos microciclos.

7 LIMITAÇÕES E PONTOS FORTES

Nossa maior limitação foi não ter feito as avaliações das concentrações de testosterona e cortisol em todos os atletas, limitando o número de atletas para as análises de correlações. Além disso, salienta-se que as avaliações ocorrem dentro da rotina dos atletas, na qual não se podem controlar todos os fatores externos ao treinamento.

O fato de os atletas ficarem concentrados no CDV pode implicar em características diferentes das esperadas em atletas que atuam em clubes esportivos. Além disso, para os atletas, fazer parte dos convocados para atuarem na Seleção Brasileira Sub-19 pode implicar em um desempenho superestimado das suas capacidades e possível aumento do estresse, visto que eles estão em constante observação pela comissão técnica.

Mas podemos colocar como ponto forte termos avaliado a população dos atletas convocados para a Seleção Brasileira Sub-19 de Voleibol masculina, atletas de alto rendimento, e a elite para esta idade e modalidade.

Conseguimos realizar as avaliações de testosterona, cortisol, relação testosterona/cortisol e VFC através dos índices RMSSD e SDNN em 5 momentos diferentes, durante um período de 15 dias, desta forma podemos entender o comportamento destas variáveis no decorrer de um microciclo de treinamento e o comportamento com diferentes dias de recuperação.

Encontramos poucos estudos com atletas de voleibol de alto rendimento que buscaram entender o comportamento estas variáveis em microciclos. Além disso, nossos achados respaldam a metodologia de treinamento utilizada pela comissão técnica da Seleção Brasileira Sub-19 de Voleibol masculina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A.. Maximal Fat Oxidation During Exercise in Trained Men. **International Journal of Sports Medicine**. 24(08): 603 – 608, 2003.
- ALVES, N. R.; COSTA, L. O. P.; SAMULSKI, D. M.. Monitoramento e prevenção do supertreinamento em atletas. **Revista Brasileira Medicina Esporte**. 12(5) 291-296, 2006.
- ADLERCREUTZ, H.; HÄRKÖNEN, M.; KUOPPASALMI, K.; NÄVERI, H.; HUHTANIEMI, I.; TIKKANEN, H.; REMES, K.; DESSYPRIS, K.; KARVONEN, J.. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. **International journal of sports medicine**. 7(1):27-28, 1986.
- ANDRADE, D. M.; FERNANDES, G.; MIRANDA, R.; COIMBRA, D. R.; BARAFILHO, M. G.. Training load and recovery in volleyball during a competitive season. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 00(00): 1 – 7, 2018.
- AOKI, M. S.; ARRUDA, A. F. S.; FREITAS, C. G.; MILOSKI, B.; MARCELINO, P. R.; DRAGO, G.; DRAGO, M.; MOREIRA, A.. Monitoring training loads, mood state, and jump performance over two periodized training mesocycles in elite young volleyball players. **International Journal of Sport Science & Coaching**. 12 (1): 130 -137, 2017.
- ARAZI, H.; ASADI, A.; CHEGINI, J.. Perceived muscle soreness, functional performance and cardiovascular responses to an acute bout of two plyometric exercise. **Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine**. 5(2): I-VII, 2016.
- ARAZI, H.; ASADI, A.; NASEHI, M.; DELPASAND, A.. Cardiovascular and blood lactate responses to acute plyometric exercise in female volleyball and handball players. **Sport Sciences for Health**. 8: 23–29, 2012.
- ARNEY, B. E.; GLOVER, R.; FUSCO, A.; CRISTINA CORTIS, C.; JOS J. DE KONING, J. J.; TEUN VAN ERP, T. V.; JAIME, S.; MIKAT, R. P.; PORCARI, J. P.; FOSTER, C.. Comparison of RPE Scales for Session RPE. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 2019.
- AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F.. Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**. 33(12): 889-919, 2003.
- BARA FILHO, M. G.; ANDRADE, F. C.; NOGUEIRA, R. A.; NAKAMURA, F. Y.. Comparação de diferentes métodos de controle da carga interna em jogadores de voleibol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. 19 (2): 143-146, 2013.
- BAHR, M. A.; BAHR, R.. Jump frequency may contribute to risk of jumper's knee: a study of interindividual and sex differences in a total of 11 943 jumps

video recorded during training and matches in young elite volleyball players. **British Journal of Sports Medicine**. 48:1322–1326, 2014.

BEHENCK, M. S.; MATHEUS, S. C.; KRUEL, L. F. M.; SAMPEDRO, R. M. F.. Síndrome do Overtraining/ overtraining syndrome. **Jornal Brasileiro de Medicina**. 73 (3): 19-32, 1997.

BERRIEL, G. P.; COSTA, R. R.; DA SILVA, E. S.; SCHONS, P.; DE VARGAS, G. D.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. A.; KRUEL, L. F. M.. (2020). Stress and recovery perception, creatine kinase levels, and performance parameters of male volleyball athletes in a preseason for a championship. **Sports Medicine-Open**. 6(1): 1-12, 2020.

BERRIEL, G. P.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. A.; LOPES, T. R.; SCHONS, P.; ZAGATTO, A. M.; SANCHEZ-SANCHEZ, J.; RAMIREZ-CAMPILLO, R.; NAKAMURA, F. Y.. Relationship between vertical jumping ability and endurance capacity with internal training loads in professional volleyball players during preseason. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 2021.

BERRIEL, G. B.; FONTOURA, A.; FOPPA, G.. Avaliação Quantitativa De Saltos Verticais em Atletas de Voleibol Masculino na Superliga 2002/2003. **Revista Digital – Buenos Aires**. 10(73), 2004. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd73/vôlei.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2014.

BETUZZI, R. C. M.; FRANCHINI, E.; KISS, M. A. P. D.. Fadiga muscular aguda: uma breve revisão dos sistemas. **Motriz**. 10(1): 45-54, 2004.

BILLMAN, G. E.; HOSKINS, R. S.. Time-series analysis of heart rate variability during submaximal exercise. Evidence for reduced cardiac vagal tone in animals susceptible to ventricular fibrillation. **Circulation**. 80(1) 146- 156, 1989.

BIZZOCHI, C. **O voleibol de alto nível: da iniciação à competição**. Editora Manole. 3 ed, 2008.

BLACK, A. M.; SERGIO, L.E.; MACPHERSON, A.K.. The epidemiology of concussions: number and nature of concussions and time to recovery among female and male Canadian varsity athletes 2008 to 2011. **Clinical journal of sport medicine**. 25: 373-379, 2017.

BORG G. A.. **Escalas de Borg para a Dor e Esforço Percebido**. Editora Manole: São Paulo, 2000.

BORG, G. A.. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. **Scandinavian journal of work, environment and health**. 16(1): 55-58, 1990.

BORGES, T. O.; MOREIRA, A.; BACCHI, R.; FINOTTI, R. L.; RAMOS, M.; LOPES, C. R.; AOKI, M. S.. Validation of the VERT wearable jump monitor device in elite youth volleyball players. **Biology of Sport**. 34(3):239–242, 2017.

BORIN, J. P.; DE GODOY D. R.; DOS SANTOS L.G., PADOVANI, C. R. P.; PADOVANI, C. R.. Indicadores de desempenho e percepção subjetiva de

esforço entre técnico e atletas de voleibol. **Brazilian Journal of Biomotricity**. 4(2):123-130, 2010.

BOULLOSA, D. A.; ABREU, L.; NAKAMURA, F. Y.; MUNOZ, V. E.; DOMINGUEZ, E.; LEICHT, A.. Cardiac autonomic adaptations in elite Spanish soccer players during preseason. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 8:400-409, 2013.

BOURDON, P. C.; CARDINALE, M.; MURRAY, A.; GASTIN, P.; KELLMANN, M.; VARLEY, M. C.; GABBETT, T. J.; COUTTS, A. J.; BURGESS, D. J.; GREGSON, W.; CABLE, N. T.. Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 12:161-170, 2017.

BRAZ, T. V.; ORNELAS, F.; MATOS, N. R.; GERMANO, M. D.; SINDORF, A. G.; MORENO, M. A.; LOPES, C. R.. Chronic Effect of Different Load Distributions on the Autonomic heart rate Modulation. **Journal of Exercise Physiology (online)**. 19 (2), 2016.

BROOKS, M. A.; PETERSON, K.; BIESE, K.; SANFILIPPO, J.; HEIDERSCHEIT, B. C.; BELL, D. R.. Concussion increase odds of sustaining a lower extremity musculoskeletal injury after return to play among collegiate athletes. **The American Journal of Sport Medicine**. 44(3): 742-7, 2016.

BROOKS, M. A.; SCHIFF, M. A.; RIVARA, F. P.. Identifying previous sports injury among high school athletes. **Clinical Pediatrics**. 48(5): 548-550, 2009.

BROWNLEE, K.; MOORE, A.; HACKNEY, A.. Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. **Journal of Sport Science and Medicine**. 4(1):76–83, 2005.

BUCHHEIT, M.. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? **Frontiers in Physiology**. 5(73): 1-19, 2014.

BUCHHEIT, M.; RACINAIS, S.; BILSBOROUGH, J.C.; BOURDON, P. C.; Voss, S. C.; Hocking, J.; CORDY, J.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; COUTTS, A. J.. Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. **Journal of Science and Medicine and Sport**. 16(6):550–5, 2013.

BUCHHEIT, M.; CHIVOT, A.; PAROUTY, J.; MERCIER, D.; AL HADDAD, H.; LAURSEN, P.B.; AHMAIDI, S.. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **European journal of applied physiology**. 108, (6): 1153-1167, 2010.

CADEGIANI, F. A.; KATER, C. E.. Hormonal aspects of overtraining syndrome: a systematic review. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**. 9(1): 1-15, 2017.

CADORE, E. L.; LHULLIER, F. L. R.; ALBERTON, C. L.; ALMEIDA, A. P. V.; SAPATA, K. B.; KORZENOWSKI, A. L.; KRUEL, L. F. M.. Salivary Hormonal Responses to Different Water-Based Exercise protocols in Young and Elderly

Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 23(9): 2695–2701, 2009.

CARDOSO, A. S.; KLEIN, L.; HARDEN, L.; COSTA, R.R.; KRUEL, L. F. M.. Heart rate profile and heart rate variability in volleyball athletes: a systematic review with meta-analyses. **Motriz: Revista de Educação Física**. 28, 2022.

CARDOSO, A. S.; BERRIEL, G. P.; SCHONS, P.; COSTA, R. R.; KRUEL, L. F. M.. Recovery behavior after matches for returning to training in volleyball athletes. **Archivos de Medicina del Deporte**. 38(5): 343-349, 2021.

CARDOSO, A. S.. **Comportamento do desempenho de saltos, fadiga e recuperação de atletas de voleibol durante jogos e treinos**. 2018. 113 f. Dissertação de Mestrado. Escola de Educação Física Fisioterapia e Dança. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

CHAMARI, K.; AHMAIDI, S.; BLUM, J. Y.; HUE, O.; TEMFEMO, A.; HERTOUGH, C.; MERCIER, B.; PREFAUT, C.; MERCIER, J.. Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. **European Journal of Applied Physiology**. 85: 191-194, 2001.

CHARLTON, P. C.; KENNEALLY-DOBROWSKI, C.; SHEPPARD, J.; SPRATFORD, W.. A simple method for quantifying jump loads in volleyball athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**. 20(3): 241-245, 2016.

CLEMENTE, F. M.; CLARK, C.; CASTILLOI, D.; SARMENTO, H.; PANTELIS THEODOROS NIKOLAIDIS, P. T.; ROSEMANN, T.; KNECHTLEI, B.. Variations of training load, monotony, and strain and dose-response relationships with maximal aerobic speed, maximal oxygen uptake, and isokinetic strength in professional soccer players. **Plos one**. 4:1-14, 2019.

CONCONI, F.; FERRARI, M.; ZIGLIO, P. G.; DROGHETTI, P.; CODECA, L.. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. **Journal of Applied Physiology**. 52 (4): 869-873, 1982.

CONCONI, F.; GRAZZI, G.; CASONI, I.; GUGLIELMINI, C.; BORSETTO, C.; BALLARIN, E.; MAZZONI, G.; PATRACCHINI, M.; MANFREDINI, F. The Conconi test: methodology after 12 years of application. **International Journal of Sports Medicine**. 17 (7): 509-519, 1996.

COSTA, J.; NAKAMURA, F.Y.. Avaliação da atividade cardíaca autonômica em atletas. Em Aptidão Cardiorrespiratória - Novos Tópicos. **IntechOpen**. 2022.

COSTA, L. O. P.; SAMULSKI, D. M.. Processo de validação do questionário de estresse e recuperação para atletas - (RESTQ-Sport) na língua portuguesa. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. 13(1): 79-86, 2005.

COSTA, P.; SIMÃO, R.; PEREZ, A.; GAMA, M.; LANCHTERMACHER, R.; MUSIALOWSKI, R.; BRAGA, F.; DE MELLO COELHO, V.; PALMA, A.. A randomized controlled trial investigating the effects of undulatory, staggered, and linear load manipulations in aerobic training on oxygen supply, muscle injury, and metabolism in male recreational runners. **Sports Medicine-Open**.

5(1):1–20, 2019.

COSTA, R. F.. Composição corporal: teoria e prática da avaliação. São Paulo: Manole, 2001.

COSTA, Y.; DOMINGOS-GOMES, J.; LAUTENBACH, F.; HAYES, L.; NAKAMURA, F.; LIMA, J.; CASTELLANO, L.; BATISTA, G.. Salivary hormone concentrations and technical-tactical performance indicators in beach volleyball: Preliminary evidence. **Frontiers in Sports and Active Living**. 298:1-11,2022.

COUTTS, A.; SLATTERY, K. M.; WALLACE, L. K.. Practical testes for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. **Journal of Science and Medicine in sport**. 10: 372-381, 2007.

CUNNIFFE, B.; GRIFFITHS, H.; PROCTOR, W.; DAVIES, B.; BAKER, J. S.; JONES, K. P.. Mucosal immunity and illness incidence in elite rugby union players across a season. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 43(3):388–97, 2011.

DAVIS, J. M.; BAILEY, S. P.. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 29(1): 45-57, 1997.

De ANDRADE, F. C.; NOGUEIRA, R. A.; COIMBRA, D. R.; DIAS, B. M.; FREITAS, V. H.; BARA FILHO, M. G.. Internal training load: perception of volleyball coaches and athletes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. 16(6):638-647, 2014.

DEBIEN, P. B.; MANCINI, M; DANILO, R. C.; DE FREITAS, D. G. S.; MIRANDA, R.; BARA FILHO, M. G.. Monitoring training load, recovery, and performance of Brazilian professional volleyball players during a season. **International Journal of Sports Physiology & Performance**. 13 (9): 1182-1189, 2018.

DERMAN, W.; SCHWELLNUS, M. P.; LAMBERT, M. I.; EMMS, M.; SINCLAIR-SMITH, C.; KIRBY, P.; NOAKES. T. D.. The “worn-out athlete”: A clinical approach to chronic fatigue in athletes. **Journal of Sports**. 15(3): 341-351, 1997.

DOES, H. T. D., BRINK, M. S.; OTTER, R. T. A.; VISSCHER, C.; LEMMINK, K. A. P. M.. Injury risk is increased by changes in perceived recovery of team sport players. **Clinical journal of sport medicine**. 27(1):1-6, 2016.

EDWARDS, D. A.; O'NEAL, J. L.. Oral contraceptives decrease saliva testosterone but do not affect the rise in testosterone associated with athletic competition. **Hormones and Behavior**. 56: 195–198, 2009.

EL-FARHAN, N.; REES, D. A.; EVANS, C.. Measuring cortisol in serum, urine and saliva—are our assays good enough? **Annals of Clinical Biochemistry**. 54(3): 308-322, 2017.

ESPIRITO-SANTO, H.; DANIEL, F.. Calcular e apresentar tamanhos de efeitos em trabalhos científicos (1): As limitações do $p < 0,05$ na análise de diferenças

de médias de dois grupos. **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**. 1(1):3-16, 2015.

FAHRNER, C. L.; HACKNEY, A. C.. Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and binding affinity of sex hormone binding globulin (SHBG). **International Journal of Sports Medicine**. 9: 12–15, 1998.

FELICISSIMO, C. T.; DANTAS, J. L.; MOURA, M. L.; MORAES, A. C.. Respostas neuromusculares dos membros inferiores durante protocolo intermitente de saltos verticais em voleibolistas. **Motriz**. 18(1): 153-164, 2012.

FILAIRE, E.; SCANFF, C. L.; DUCH, P.; LAC, G.. The Relationship between Salivary Adrenocortical Hormones Changes and Personality in Elite Female Athletes during Handball and Volleyball Competition. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 70(3): 297-302, 1999.

FLATT, A. A.; ESCO, M. R.; NAKAMURA, F. Y.. Individual heart rate variability responses to preseason training in high level female soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 31(2):531-538, 2016.

FLATT, A. A.; ESCO, M. R.. Smartphone-Derived Heart-Rate Variability and Training Load in a Women's Soccer Team. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 10: 994 -1000, 2015.

FLATT, A. A.; ESCO, M. R.. Validity of the iThlete (TM) Smart Phone Application for Determining Ultra-Short-Term Heart Rate Variability. **Journal of Human Kinetics**. 39:85-92, 2013.

FLETCHER, D.; HANTON, S.; MELLALIEU, S.D.; NEIL, R.. A conceptual framework of organizational stressors in sport performers. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. 1-13, 2010.

FOSTER, C.; RODRIGUEZ-MARROYO, J.A.; KONING, J.J.. Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 12:S2-2 -S2-8, 2017.

FOSTER, C.; J. A. FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C.. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 15(1):109–115. 2001.

FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine & Science in sports & Exercise**. 30:1164-8, 1997.

FOSTER, C.; DAINES, E.; HECTOR, L.; SNYDER, A.C.; WELSH, R.. Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin medical journal**. 95 (6): 370-4, 1996.

FORTHOMME, B.; CROISIER, J.L.; CICCARONE, M.D.; CRIELAARD, J.M.; CLOES, M.. Factors correlates with volleyball spike velocity. **The American Journal of Sport Medicine**. 33(10): 1513-1519, 2005.

FREITAS, V. H.; RAMOS, S. P.; BARA-FILHO, M. G.; FREITAS, D. G.; COIMBRA, D. R.; CECCHINI, R.; GUARNIER, F. A.; NAKAMURA, F. Y.. Effect

of cold water immersion performed on successive days on physical performance, muscle damage, and inflammatory, hormonal, and oxidative stress markers in volleyball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. 33(2), 502-513, 2019.

FREITAS, V. H.; MILOSKI, B.; BARA FILHO, M. G.. Monitoramento da carga interna de um período de treinamento em jogadores de voleibol. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. 29(1):5-12, 2015.

GOMES, R. V.; MOREIRA, A.; LODO, L.; NOSAKA, K.; COUTTS, A. J.; AOKI, M.S.. Monitoring training loads, stress, immune-endocrine responses and performance in tennis players. **Biology of Sport**.30:173-180, 2013.

GREEN H. J.. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. **Journal of Sports Science**. 15:247-256, 1997.

GREENHAM, G.; BUCKLEY, J. D.; EL GARRETT, J.; ROGER ESTON, R.; NORTON, K.. Biomarkers of Physiological Responses to Periods of Intensified, Non Resistance Based Exercise Training in Well Trained Male Athletes: A Systematic Review and MetaAnalysis. **Sports Medicine**. 2018.

HALSON, S. L.. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. **Sports Medicine**. 44: 139-147, 2014.

HÁP, P.; STEJSKAL, P.; JAKUBEC, A.. Volleyball players training intensity monitoring through the use of spectral analysis of heart rate variability during a training microcycle. **Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica**. 41(3): 33-38, 2011.

HAYES, L. D.; SCULTHORPE, N.; CUNNIFFE, B.; GRACE, F.. Salivary testosterone and cortisol measurement in sports medicine: a narrative review and user's guide for researchers and practitioners. **International Journal of Sports Medicine**. 37(13): 1007-1018, 2016.

HERNÁNDEZ-CRUZ, G.; QUEZADA-CHACON, J.T.; GONZÁLEZ-FIMBRES, R. A.; FLORES-MIRANDA, F. J.; NARANJO-ORELLANA, J.; RANGEL-COLMENERO, B. R.. Effect of consecutive matches on heart rate variability in elite volleyball players. **Journal of Sport Psychology**. 26(2): 9-14, 2017.

HESPANHOL, J. E.; NETO, L. G. S.; ARRUDA, M.; DINI, C. A.. Avaliação da resistência de força explosiva em voleibolistas através de testes de salto vertical. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. 13(3):181-184, 2007.

HEYWARD, V. H.; STOLATCZYK, L. M.. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole, 2000.

HLOOGEVEEN, A. R.; ZONDERLAND, M. L.. Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. **International journal of sports medicine**. 17(06): 423-428, 1996.

HOPKINS, W. G.. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**. 30(1):1–15, 2000.

HORTA, T. A. G.; BARA FILHO, M. G.; MIRANDA, R.; COIMBRA, D. R.; WERNECK, F. Z.. Influência dos saltos verticais na percepção da carga interna de treinamento no voleibol. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. 23 (5): 403-406, 2017.

HORTA, T. A. G.; BARA FILHO, M. G.; COIMBRA, D. R.; WERNECK, F. Z.; MIRANDA, R.. Perfil da carga de treinamento no voleibol de alto rendimento: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. 41: 419-426, 2018.

HORTA, T. A.; BARA FILHO, M. G.; COIMBRA, D. R.; MIRANDA, R.; WERNECK, F. Z.. Training load, physical performance, biochemical markers, and psychological stress during a short preparatory period in Brazilian elite male volleyball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 33(12): 3392-3399, 2019.

HOUGH, J.; ROBERTSON, C.; GLEESON, M.. Blunting of Exercise-Induced Salivary Testosterone in Elite-Level Triathletes With a 10-Day Training Camp. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 10: 935 -938, 2015.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA S. M.. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal Sports Science**. 23(6):583-92, 2005.

IMPILLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J.. Internal and External Training Load: 15 Years On. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 2018.

KAIKKONEN, P.; HYNYNEN, E.; MANN, T.; RUSKO, H.; NUMMELA, A.. Can HRV be used to evaluate training load in constant load exercises?. **European journal of applied physiology**. 108(3), 435-442, 2010.

KENTTA, G.; HASSMÉN, P.. Overtraining and recovery: A conceptual model. **Sports Medicine**. 26(1): 1-16, 1998.

KILPATRICK, M. W.; ROBERTSON, R. J.; POWERS, J. M.; MEARS, J. L.; FERRER, N. F.. Comparisons of RPE before, during, and after self-regulated aerobic exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 41, n. 3, p. 682-687, 2009.

KINDERMAN, W.; SCHNABEL, A.; SCHIMITT, W. M.; BIRO, G.; CASSENS, J.; WEBER, F.. Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. **European Journal of Applied Physiology**. 49:389-399, 1998.

KISS, O.; SYDÓ, N.; VARGHA, P.; VÁGÓ, H.; CZIMBALMOS, C.; ÉDES, E., ZIMA, E.; APPONYI, G.; MERKELY, G.; SYDO', T.; BECKER, D.; ALLISON, T. G.; MERKELY, B.. Detailed heart rate variability analysis in athletes. **Clinical Autonomic Research**. 26(4), 245-252, 2016.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A.; HYMER, W. C.; NINDL, B. C.; FRAGALA, M. S.. Growth hormone (s), testosterone, insulin-like growth factors,

and cortisol: roles and integration for cellular development and growth with exercise. **Frontiers in endocrinology**. 11(33), 2020.

KUO, M. C.; CHOU, C. H.; FONG, C. H.; LEE, H. H.; CHANG, W. H.; LIN, T. W.; HOU, C. W.; CHIEN, K.Y.; LIU, T. C.; KUO, C. H.. Glucose tolerance and insulin sensitivity following an one-week volleyball competition. **Chinese Journal of Physiology**. 49(3): 147, 2006.

LAMBERT, M.; BORRESEN, J.. A theoretical basis of monitoring fatigue: a practical approach for coaches. **International Journal of Sport Science & Coaching**. 1(4):371-388, 2006.

LAURENT, C. M.; GREEN, M.; BISHOP, P. A.; SJOKVIST, J.; SCHUMACKER, R. E.; RICHARDSON, M. T.; SMITH, M. C.. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 25(3): 620-628, 2011.

LEHMANN, M.; FOSTER, C.; HANS-HERMANN, D.; UWE, G.. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 30(7): 1140-1145, 1998.

LEHMANN M.; GASTMANN, U.; PETERSEN, K. G.; BACHL, N.. Training-overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners. **British Journal of Sports Medicine**. 26(4): 233–242, 1992.

LEHNERT, M.; JANURA, M.; JAKUBEC, A.; STEJSKAL, P.; STELZER, J.. Reaction of the volleyball players to the training microcycle with an increased strength training volume. **International Journal of Volleyball Research**. 9. 11-18. 2007.

LEITE, G. S.; BORIN, J. P.; SALLES, G. S. L. M.; CARRARA, V.; JUNIOR, O. A.. Controle e monitoramento no triathlon: estudo a partir da percepção subjetiva do atleta no período pré-competitivo. **Revista Conexões**. 6: 96- 109, 2008.

LOMBARDI, G.; VIEIRA, N. S.; DETANICO, D.. Efeito de Dois Tipos de Treinamento de Potência no Desempenho do Salto Vertical em Atletas de Voleibol. **Brazilian Journal of Biomotricity**. 5(4): 230-238, 2011.

LOPES, P. F. F.; OLIVEIRA M. I. B.; ANDRÉ S. M. S.; NASCIMENTO D. L. A.; SILVA C. S. S.; REBOUÇAS G. M.; FELIPE T. R.; FILHO N. J. B. A; MEDEIROS H. J.. Aplicabilidade clínica da variabilidade da frequência cardíaca. **Revista Neurociências**. 21(4):600-603, 2013.

LU, S.; LAU, C.; TUNG, Y.; HUANG, S.; CHEN, Y.; SHIH, H.; TSAI, S.; LU, C.; WANG, S.; CHEN, J.; CHIEN, E. J.; CHIEN, C.; WANG, P.. Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of cAMP-mediated mechanism. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 29: 1048–1054, 1997.

LUCIA, A.; HOYOS, J.; ALFREDO SANTALLA, A.; CONRAD EARNEST, C.; CHICHARRO, J. L.. Tour de France versus Vuelta a España: Which Is Harder? **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 35 (5): 872-878, 2003.

LUKONAITIENĖ, I.; KAMANDULIS, S.; PAULAUSKAS, H.; DOMEIKA, A.; PLIAUGA, V.; KREIVYTĖ, R.; STANISLOVAITIENĖ, J.; CONTE, D.. Investigating the workload, readiness and physical performance changes during intensified 3-week preparation periods in female national Under18 and Under20 basketball teams. **Journal of Sports Sciences**. 38(9):1018-1025, 2020.

LUO, M.; TU, Y.. Application of Trimp in Training Monitoring of Competitive Sports. **The Open Cybernetics & Systemics Journal**. 9: 2463-2366, 2015.

MACDONALD, K.; BAHR, R.; BALTICH, J.; WHITTAKER, J. L.; MEEUWISSE, W. H.. Validation of an inertial measurement unit for the measurement of jump count and height. **Physical Therapy in Sports**. 2017.

MAFFIULETTI, N. A.; DUGNANI, S.; FOLZ, M.; DI PIERNO, E.; FRANCO, M.. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 34(10): 1638-1644, 2002.

MALIK, M.; BIGGER, J. T.; CAMM, A. J.; KLEIGER, R.E.; MALLIANI, A.; MOSS, A. M.; SCHWARTZ, P. J.. Heart rate variability Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **European Heart Journal**. 17: 354–381, 1996.

MARINS, J. C. B.; GIANNICHI, R. S.. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. 2 ed., Shape, Rio de Janeiro, 1998.

MAZON, J.; GASTALDI, A.; DI SACCO, T.; COZZA, I.; DUTRA, S.; SOUZA, H.. Effects of training periodization on cardiac autonomic modulation and endogenous stress markers in volleyball players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. 3:114-120, 2013.

MENEZES, P. R. M.; SIMÃO, R.; MARQUES-NETO, S. R.; FONSECA, R. S.; REZENDE, A.; MAIOR, A. S.. Resposta autonômica cardíaca e cardiorrespiratória em atletas de voleibol versus indivíduos treinados. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro**. 22(4):235-242, 2009.

MICHAEL, S.; GRAHAM, K.S.; DAVIS, G. M.. Cardiac Autonomic Responses during Exercise and Post-exercise Recovery Using Heart Rate Variability and Systolic Time Intervals—A Review. **Frontiers in Physiology**. 8(301): 1-19, 2017.

MICHELINI, L. C.. Oxytocin in the NTS: A new modulator of cardiovascular control during exercise. **Annals of the New York Academy of Sciences**. 940: 206-220, 2001.

MIELGO-AYUSO, J.; ZOURDOS, M. C.; CLEMENTE- SUÁREZ, V.J.; CALLEJA-GONZÁLEZ, J.; SHIPHERD, A. M.. Can psychological well-being scales and hormone levels be used to predict acute performance of anaerobic

training tasks in elite female volleyball players?. **Physiology & behavior**. 180: 31-38, 2017.

MILANEZ, V. F.; LIMA, M. C. S.; GOBATTO, C. A.; PERANDINI, L. A.; NAKAMURA, F. Y.; RIBEIRO, L. F. P.. Correlates of session-rate of perceived exertion (RPE) in a karate training session. **Science Sports**. 26:38-43, 2011.

MILOSKI, B.; FREITAS, V. H.; NAKAMURA, F. Y.; NOGUEIRA, F. C. A.; BARA FILHO, M. G.. Seasonal training load distribution of professional futsal players: effects on physical fitness, muscle damage and hormonal status. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 30(6): 1525- 1533, 2015.

MILOSKI, B.; FREITAS, V. H.; BARA FILHO, M. G.. Monitoramento da carga interna de treinamento em jogadores de futsal ao longo de uma temporada. **Revista Brasileira de cineantropometria e desempenho humano**. 14 (6): 671-679, 2012.

MOREIRA, A.; FREITAS, C. G.; NAKAMURA, F. Y.; DRAGO, G.; DRAGO, M.; AOKI, M. S.. Effect of match importance on salivary cortisol and immunoglobulin a responses in elite young volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 27(1): 202–207, 2013.

MORENO, J.; RAMOS-CASTRO, J.; RODAS, G.; TARRAGÓ, J. R.; CAPDEVILA, L.. Individual recovery profiles in basketball players. **The Spanish journal of psychology**. 18 (24): 1-10, 2015.

MORTON, R. H.. Modelling training e overtraining. **Journal of Sports Sciences**. 15:335-340, 1997.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S.. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista da educação Física/UEM**. 21(1): 1-11, 2010.

NETO, C. L. G.; MOCROSKI, C. L.; ANDRADE, P. J. A.; MAIOR, A. S.; SIMÃO, R.. A atuação do ciclo alongamento-encurtamento durante ações musculares Pliométricas. **Journal of Exercise and Sport Sciences**. 1(1): 13-24, 2005.

NOCE, F.; COSTA, V. T.; SIMIM M. A. M.; CASTRO, H. O.; SAMULSKI, D. M.; MELLO, M. T.. Análise dos sintomas de overtraining durante os períodos de treinamento e recuperação: Estudo de caso de uma equipe feminina da superliga de voleibol 2003/2004. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. 17(6): 397-401, 2011.

NOGUEIRA, F. C. A.; NOGUEIRA, R. A.; COIMBRA, D. R.; MILOSKI, B.; FREITAS, V. H.; BARA FILHO, M. G.. Internal training load: perception of volleyball coaches and athletes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. 16(6): 638-647, 2014.

NUNES, L. A. S.; MACEDO, D. V.. Saliva as a diagnostic fluid in sports medicine: potential and limitations. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**. 49(4): 247 – 255, 2013.

O'CONNOR, P. J.; MORGAN, W. P.; RAGLIN, J. S.. Psychobiologic effects of 3d of increased training in female and male swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 9 (23): 1055- 1061, 1991.

OLIVEIRA, R. S.; LEICHT, A. S.; BARBERO-ALVAREZ, J. C.; NAKAMURA, F. Y.. Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. **International Journal of Sports Medicine**. 34(5). 2012.

ORNELAS, F.; NAKAMURA, F. Y.; DOS-SANTOS, J. W.; BATISTA, D. R.; MENEGHEL, V.; NOGUEIRA, W. J.; BRIGATTO, F.A.; GERMANO, M.D.; SINDORF, M. A. G.; MORENO, A. M.; LOPES, C. R.; TIAGO V. BRAZ, T.V.. Daily Monitoring of the Internal Training Load by the Heart Rate Variability: A Case Study. **Journal of Exercise Physiology online**. 20(1):151-163, 2017.

PELLEGRINOTTI, I. L.; CRISP, A. H.; NANJI, M.A.P.; ROCHA, G.L.; VERLENGIA, R.. The influence of 16-weeks of periodized resistance training on vertical leaps and TW20meters performance tests for volleyball players. **International Journal of Science Culture and Sport**. 3(1): 67-75, 2015.

PEREIRA, G.; MORSE, C.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A.; KOKUBUN, E.; FOWLER, N.. Manipulation of rest periods length induces different causes of fatigue in vertical jumping. **International Journal of Sport Medicine**.30: 325-330, 2009.

PETROV, L. A.; BOZHILOV, G.; ALEXANDROVA, A. V.; MUGANDANI, S. C.; DJAROVA, T. G.. Salivary alpha-amylase, heart rate and heart-rate variability in response to an experimental model of competitive stress in volleyball players science. **African Journal for Physical Health Education, Recreation and Dance**, 20(21), 308-322, 2014.

PISA, M. F.; ZECCHIN, A. M.; GOMES, L. G.; NORBERTO, M. S.; PUGGINA, E. F.. Internal load in male professional volleyball: a systematic review. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 2022.

PLEWS, D. J.; SCOTT, B.; ALTINI, M.; WOOD, M.; KILDING, A. E.; LAURSEN, P. B.. Comparison of heart rate variability recording with smart phone photoplethysmography, Polar H7 chest strap and electrocardiogram methods. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 2017.

PLEWS, D. J.; LAURSEN, P. B.; KILDING, A. E.; BUCHHEIT, M.. Evaluating training adaptation with heart-rate measures: a methodological comparison. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 8: 688-691, 2013.

PLEWS, D. J.; LAURSEN, P. B.; KILDING, A. E.; BUCHHEIT, M.. Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. **European Journal of Applied Physiology**.. 2012.

PODSTAWSKI, R.; BORACZYŃSKI, M.; NOWOSIELSKA-SWADŹBA, D.; ZWOLIŃSKA, D.. Heart rate variability during pre-competition and competition periods in volleyball players. **Biomedical Human Kinetics**. 6: 19-26, 2014.

PROIETTI, R.; DI FRONSO, S.; PEREIRA, L. A.; BORTOLI, L.; ROBAZZA, C.; NAKAMURA, F. Y.; BERTOLLO, M.. Heart rate variability discriminates competitive levels in professional soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. 31(6), 1719-1725, 2017.

REYNOSO-SANCHEZ, L. F.; HERNANDEZ-CRUZ, G.; LOPEZ-WALLE, J.; RANGEL-COLMENERO, B.; QUEZADA-CHACÓN, J. T.; SANCHEZ, J. C. J.. Balance de stress-recuperación em jogadores universitários de voleibol durante uma temporada. **Retos**. 30:193-197, 2016.

ROBERTS, D.; SMITH D. J.. Biochemical aspects of peripheral muscle fatigue: A review. **Sports Medicine**. 7:125-138, 1989.

ROBERTSON, R. J.; NOBLE, B. J.. Perception of Physical Exertion: Methods, Mediators, and Applications. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. 25:407-52, 1997.

ROBSON-ANSLEY, P. J.; BLANNIN, A.; GLEESON, M.. Elevated plasma interleukin-6 levels in trained male triathletes following an acute period of intense interval training. **European Journal of Applied Physiology**. 99:353–360, 2007.

RODRIGUEZ-MARROYO, J. A.; MEDINA, J.; GARCÍA-LOPEZ, J.; GARCIA-TORMO, J. V.; FOSTER, C.. Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 28(6): 1588–1594, 2014.

ROLI, L.; VICENTIS, S.; ROCCHI, M. B. L.; TRENTI, T.; SANTIS, M. C.; SAVINO, G.. Testosterone, cortisol, hGH, and IGF-1 levels in an Italian female elite volleyball team. **Health Science Report**. 1(32), 2-9, 2018.

SAHLIN, K.. Metabolic factors in fatigue. **Sports Medicine**. 13(2): 99-107, 1992.

SARYG, P. D. S. K.; LOPSAN, P. A .D.; BUDUK-OOL, D. B. L. K.. Heart rate indicators of volleyball players and freestyle wrestlers. **Theory of physical culture**. (3):5, 2015.

SEILER, S.; HAUGEN, O.; KUFFEL, E.. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. **Medicine and science in sports and exercise**. v. 39, n. 8, p. 1366, 2007.

SHEPPARD, J. M.; NEWTON, R. U.. Long-term training adaptations in elite male volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 26(8), 2180-4, 2012.

SHEPPARD, J. M.; GABBETT, T. J.; STANGANELLI, L. C. R.. An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 23(6), 1858-1866, 2009.

SHEPPARD, J. M.; GABBETT, T.; TAYLOR, K. L.; DORMAN, J.; LEBEDEW, A. J.; BORGEAUD, R.. Development of a repeated-effort test for elite men's

volleyball. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 2(3): 292-304, 2007.

SKAZALSKI, C.; WHITELEY, R.; HANSEN, C.; BAHR, R.. A valid and reliable method to measure jump-specific training and competition load in elite volleyball players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. 28(5):1578-1585, 2018.

SILVA, A. E. L.; DE-OLIVEIRA, F. R.; GEVAERD, M. S.. Mecanismos de fadiga durante o exercício físico. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. 8(1):105-113, 2006.

SIMÕES, R. A.; SALLES, G. S. L. M.; GONELLI, P. R. G.; LEITE, G. S.; DIAS, R.; CAVAGLIERI, C. R.; PELLEGRINOTTI, I. L.; BORIN, J. P.; VERLENGIA, R.; ALVES, S. C. C.; CESAR, M. C.. Efeitos do treinamento neuromuscular na aptidão cardiorrespiratória e composição corporal de atletas de voleibol do sexo feminino. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. 15(4): 295-298, 2009.

SMITH, T. B.; HOPKINS, W. G.; LOWE, T. E.. Are there useful physiological or psychological markers for monitoring overload training in elite rowers?. **International journal of sports physiology and performance**. 6(4), 469-484, 2011.

SOUGLIS, A.; BOGDANIS, G. C.; GIANNOPOULOU, I.; PAPADOPOULOS, C.; APOSTOLIDIS, N.. Comparison of Inflammatory Responses and Muscle Damage Indices Following a Soccer, Basketball, Volleyball and Handball Game at an Elite Competitive Level. **Sports Medicine**. 23(1): 59-72, 2015.

STAGNO, K. M.; THATCHER, R.; SOMEREN, K. A. V.. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sports players. *Journal Sports Science*. 25:629-34, 2007.

STANLEY, J.; PEAKE, J. M.; BUCHHEIT, M.. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implication for training prescription. **Sports Medicine**. 43(12):1259-77. 2013.

TIERNAN, C.; LYONS, M.; COMYNS, T.; NEVILL, A. M.; WARRINGTON, G.. Investigation of the relationship between salivary cortisol, training load, and subjective markers of recovery in elite rugby union players. **International journal of sports physiology and performance**. 15(1): 113-118, 2020.

TIGGEMANN, C. L.; PINTO, R. S.; KRUEL, L. F. M.. A Percepção de Esforço no Treinamento de Força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. 16(4):301-309, 2010.

TIMOTEO, T. F.; DEBIEN, P. B.; MILOSKI, B.; WERNECK F. Z.; GABBETT, T.; BARA FILHO, M. G.. Influence of workload and recovery on injuries in elite male volleyball players. **Journal of Strength & Conditioning Research**. 35(3), 791-796, 2018.

TRAJKOVIC, N.; MILANOVIC, Z.; SPORIS, G.; MILIC, V.; STANKOVIC, R.. The effects of 6 weeks of preseason skill-based conditioning on physical performance in male volleyball players. **Journal of Strength and Conditioning**

Research. 26(6): 1475-1480, 2012.

TULPPO, M. P.; MÄKIKALLIO, T. H.; TAKALA, T. E.; SEPPÄNEN, T.; HUIKURI, H. V.. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. **American Journal of Physiology.** 271:244–252, 1996.

TULPPO, M. P.; TIMO H. M. K.; TAPIO S.; RAIJA T. L.; HEIKKI, V. H.. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. **American Journal of Physiology.** 274: 424–429, 1998.

URHAUSEN A.; KINDERMANN, W.. Diagnosis of overtraining: What tools do we have? **Sports Medicine.** 32(2): 95-102, 2002.

VANDERLEI, L. C. M.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; GODOY, M. F.. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista brasileira de cirurgia cardiovascular.** 24(2):205-217, 2009.

VLANTES, T. G.; READDY, T.. Utilizing microsensor technology to quantify match demands in collegiate women's volleyball. **Journal of Strength and Conditioning Research.** 2017.

VILAMITJANA, J. J.; SOLER, D.; BARRIAL, J. M.; GRECCO, P. D.; OCA, M. M.; RODRIGUEZ, F.. Jumping profile of elite volleyball male players by field positions during a competitive season. **Medicine & Science in Sports and Exercise.** 40 (5), 2008.

WAGNER, H.; TILP, M.; DUVILLARD, S.P.; MUELLER, E.. Kinematic analysis of volleyball spike jump. **International Journal of Sport Medicine.** 30: 760-765, 2009.

ZIV, G.; LIDOR, R.. Vertical jump in female and male basketball players-A review of observational and experimental studies. **Journal of Science and Medicine in Sport.** 13:332-339, 2010.

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Maiores de idade)

TÍTULO DO TRABALHO: MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOFISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE VOLEIBOL.

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa que tem como objetivo geral avaliar as cargas de treino dos atletas através de diferentes métodos, o desempenho de saltos durante os treinos e suas influências sobre variáveis fisiológicas: variabilidade da frequência cardíaca (VFC), concentração de testosterona e cortisol e relação testosterona/cortisol e psicofisiológica como a percepção de recuperação (PR).

Este estudo irá avaliar atletas masculinos de voleibol selecionados a integrar a Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19. As coletas serão realizadas durante as duas semanas do terceiro microciclo de treinamento da fase preparatória. As coletas serão realizadas antes do início dos treinos no momento de apresentação e no final dos treinos.

Os procedimentos citados a seguir fazem parte da rotina de avaliações da comissão técnica da Confederação Brasileira de Voleibol e acontecem de forma sistemática.

1. Medições antropométricas como estatura, massa corporal e percentual de gordura.
2. Avaliação da Percepção de Esforço (PE) acontecerá após treinos nos primeiros dias de treino, através da escala de percepção de esforço (CR-10 Borg) que constam de índices de 0 a 10 e o sujeito terá que indicar sua percepção de esforço dentro desta escala, nos momentos avaliados.
3. Avaliação da Percepção de recuperação (PR) acontecerá nos momentos anteriores ao início dos treinos, através da escala de percepção de

recuperação proposta por Laurent *et al.* (2011) que constam de índices de 0 a 10 e o sujeito terá que indicar sua percepção de recuperação dentro desta escala, nos momentos avaliados

4. A avaliação dos saltos acontecerá durante todos os treinos através do acelerômetro Vert. Este é um pequeno sensor (que mede 6x3x0,5cm) inserido em uma banda elástica na altura da cintura do atleta e mede a altura e quantidade de saltos verticais que são realizados.

As avaliações das concentrações dos hormônios testosterona e cortisol, avaliadas através da coleta salivar, e Variabilidade de Frequência Cardíaca (VFC), foram aceitos por parte da CBV e serão incluídas nas rotinas de avaliações no período do terceiro microciclo de treinamento da fase preparatória, etapa em que atletas de diferentes regiões do país estão se apresentando a seleção e a magnitude das respostas de treino são mais acentuadas devido ao alto número de treinos físicos e por ser o período de nivelamento da capacidade física dos atletas, com o intuito de ver se a proposta utilizada pela Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19 para monitoramento de cargas internas e externas se comportam de forma semelhante a métodos padrões ouro para estas análises.

Farão parte desta rotina de avaliações os seguintes procedimentos:

1. Avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca acontecerá na manhã e na tarde dos primeiros e dos últimos dias de treino de cada semana, e na manhã após o período de recuperação da segunda semana e será monitorada através da fita Polar H7 (esta fita é um cardiofrequencímetro e será posicionada na altura do peito por 10 min a cada avaliação).

2. As análises das concentrações dos hormônios testosterona e cortisol serão realizados através de coletas salivares. Os atletas serão instruídos a enxaguar a boca antes de a coleta salivar, estimular a produção de saliva e coletar a saliva em tubos coletores até aproximadamente 3 ml. Serão coletadas antes e depois dos treinos durante o período avaliado.

Os procedimentos que farão parte da pesquisa visam, através de métodos padrão ouro e de forma não invasiva, auxiliar no entendimento dos procedimentos já utilizados nas rotinas de treinamento pela comissão técnica, buscando aprimorar e auxiliar técnicos e preparadores físicos em suas decisões. Todos os procedimentos serão realizados por integrantes da comissão técnica, sem a presença e intervenção de pesquisadores externos.

Caso seja do seu interesse participar desse estudo, é fundamental o seu entendimento sobre esse termo de consentimento livre e esclarecido e sua assinatura nesse documento, concordando com os termos abaixo:

Desta forma, eu estou ciente que durante o período de treinamento que antecipa o evento, poderei ser avaliado por avaliadores técnicos durante os jogos e treinos. Além disso, poderão ser realizadas avaliações físicas específicas e protocoladas pela Confederação Brasileira de Voleibol. Estou ciente que todas as informações avaliadas poderão ser utilizadas para o desenvolvimento do voleibol brasileiro. Assim, autorizo a coleta dos dados propostos bem como a utilização dos dados para o acompanhamento do meu desempenho e desenvolvimento de pesquisas científicas autorizadas pela Confederação Brasileira de Voleibol.

1. Esta pesquisa traz como benefícios auxiliar, tanto preparadores físicos como treinadores, através de métodos padrão ouro e não invasivos como a VFC e concentrações dos hormônios testosterona e cortisol salivar, avaliar rotinas de monitoramento de carga já utilizados pela comissão técnica da seleção brasileira sub-19. Além disso, entender o comportamento da recuperação em diferentes números de dias propostos pela comissão técnica. Os atletas podem se beneficiar, compreendendo como diferentes volumes e alturas de saltos verticais realizados durante os treinos, e as cargas totais de treino influenciam em marcadores fisiológicos e psicológicos, através de relatórios do comportamento individual do período avaliado.

2. Os riscos e desconfortos envolvidos na pesquisa são mínimos, mas podem existir, a partir da utilização da fita do cardiofrequencímetros por 10 min a cada avaliação da variabilidade da frequência cardíaca e da necessidade de coletar até 3ml de saliva em tubos plásticos. Além disso, as rotinas de treino dos atletas seguem sem nenhuma alteração, e as avaliações de desempenho de saltos, percepção de esforço e percepção de recuperação já ocorrem dentro das rotinas de treinos da equipe, proposta pela comissão técnica da equipe.

Os procedimentos expostos acima serão explicados pelo preparador físico da equipe Guilherme Pereira Berriel e demais integrantes da comissão técnica.

As coletas dos dados acontecerão durante as duas primeiras semanas do terceiro microciclo de treinamento da fase preparatória da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19 de voleibol. O preparador físico da equipe é doutorando do PPGCMH – UFRGS e participa desta pesquisa como membro da equipe.

Eu entendo que eles irão responder às dúvidas relativas a esses procedimentos. Essas questões serão esclarecidas sempre que eu solicitar. Estou ciente do compromisso dos pesquisadores que possam vir a utilizar o banco de dados coletadas de assegurar a confidencialidade e a privacidade de forma a proteger os participantes da pesquisa. Eu entendo que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo.

Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma para o participante e seu responsável e outra para os pesquisadores.

Nome do participante da pesquisa:

Assinatura (se aplicável)

Nome do pesquisador que aplicou o Termo

Assinatura

Local e Data: _____

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Responsável por menor de idade)

TÍTULO DO TRABALHO: MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOFISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE VOLEIBOL.

O adolescente pela qual você é responsável está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa que tem como objetivo geral avaliar as cargas de treino dos atletas através de diferentes métodos, o desempenho de saltos durante os treinos e suas influências sobre variáveis fisiológicas: variabilidade da frequência cardíaca (VFC), concentração de testosterona e cortisol e relação testosterona/cortisol e psicofisiológica como a percepção de recuperação (PR).

Este estudo irá avaliar atletas masculinos de voleibol selecionados a integrar a Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19. As coletas serão realizadas durante as duas primeiras semanas do terceiro microciclo de treinamento do período preparatório. As coletas serão realizadas antes do início dos treinos no momento de apresentação e no final dos treinos e todos os procedimentos serão realizados pelos integrantes da comissão técnica da Seleção.

Os procedimentos citados a seguir fazem parte da rotina de avaliações da comissão técnica da Confederação Brasileira de Voleibol e acontecem de forma sistemática.

1. Medições antropométricas como estatura, massa corporal e percentual de gordura.
2. Avaliação da Percepção de Esforço (PE) acontecerá após treinos nos primeiros dias de treino, através da escala de percepção de esforço (CR-10 Borg) que constam de índices de 0 a 10 e o sujeito terá que indicar sua percepção de esforço dentro desta escala, nos momentos avaliados.
3. Avaliação da Percepção de recuperação (PR) acontecerá nos momentos anteriores ao início dos treinos, através da escala de percepção de recuperação proposta por Laurent *et al.* (2011) que constam de índices de 0 à

10 e o sujeito terá que indicar sua percepção de recuperação dentro desta escala, nos momentos avaliados

4. A avaliação dos saltos acontecerá durante todos os treinos através do acelerômetro Vert. Este é um pequeno sensor (que mede 6x3x0,5cm) inserido em uma banda elástica na altura da cintura do atleta e mede a altura e quantidade de saltos verticais que são realizados.

As avaliações das concentrações dos hormônios testosterona e cortisol, avaliadas através da coleta salivar, e Variabilidade de Frequência Cardíaca (VFC), foram aceitos por parte da CBV e serão incluídas nas rotinas de avaliações no período do terceiro microciclo de treinamento da fase preparatória, fase em que atletas de diferentes regiões do país estão se apresentando a seleção e a magnitude das respostas de treino são mais acentuadas devido ao alto número de treinos físicos e por ser o período de nivelamento da capacidade física dos atletas, com o intuito de ver se a proposta utilizada pela Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19 para monitoramento de cargas internas e externas se comportam de forma semelhante a métodos padrões ouro para estas análises.

Farão parte desta rotina de avaliações os seguintes procedimentos:

1. Avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca acontecerá na manhã e na tarde dos primeiros e dos últimos dias de treino de cada semana, e na manhã após o período de recuperação da segunda semana e será monitorada através da fita Polar H7 (esta fita é um cardiofrequencímetro e será posicionada na altura do peito por 10 min a cada avaliação).

2. As análises das concentrações dos hormônios testosterona e cortisol serão realizados através de coletas salivares. Os atletas serão instruídos a enxaguar a boca antes de a coleta salivar, estimular a produção de saliva e coletar a saliva em tubos coletores até aproximadamente 3 ml. Serão coletadas antes e depois dos treinos durante o período avaliado.

Os procedimentos que farão parte da pesquisa visam, através de métodos padrão ouro e de forma não invasiva, auxiliar no entendimento dos procedimentos já utilizados nas rotinas de treinamento pela comissão técnica, buscando aprimorar e auxiliar técnicos e preparadores físicos em suas decisões. Todos os procedimentos serão realizados por integrantes da comissão técnica, sem a presença e intervenção de pesquisadores externos.

Caso seja do seu interesse participar desse estudo, é fundamental o seu entendimento sobre esse termo de consentimento livre e esclarecido e sua assinatura nesse documento, concordando com os termos abaixo:

Desta forma, eu estou ciente que durante o período de treinamento que antecipa o evento, poderei ser avaliado por avaliadores técnicos durante os jogos e treinos. Além disso, poderão ser realizadas avaliações físicas específicas e protocoladas pela Confederação Brasileira de Voleibol. Estou ciente que todas as informações avaliadas poderão ser utilizadas para o desenvolvimento do voleibol brasileiro. Assim, autorizo a coleta dos dados propostos bem como a utilização dos dados para o acompanhamento do meu desempenho e desenvolvimento de pesquisas científicas autorizadas pela Confederação Brasileira de Voleibol.

1. Esta pesquisa traz como benefícios auxiliar, tanto preparadores físicos como treinadores, através de métodos padrão ouro e não invasivos como a VFC e concentrações dos hormônios testosterona e cortisol salivar, avaliar rotinas de monitoramento de carga já utilizados pela comissão técnica da seleção brasileira sub-19. Além disso, entender o comportamento da recuperação em diferentes números de dias propostos pela comissão técnica. Os atletas podem se beneficiar, compreendendo como diferentes volumes e alturas de saltos verticais realizados durante os treinos, e as cargas totais de treino influenciam em marcadores fisiológicos e psicológicos, através de relatórios do comportamento individual do período avaliado.
2. Os riscos e desconfortos envolvidos na pesquisa são mínimos, mas podem existir, a partir da utilização da fita do cardiófrequencímetro por 10 min

a cada avaliação da variabilidade da frequência cardíaca e da necessidade de coletar até 3ml de saliva em tubos plásticos. Além disso, as rotinas de treino dos atletas seguem sem nenhuma alteração, e as avaliações de desempenho de saltos, percepção de esforço e percepção de recuperação já ocorrem dentro das rotinas de treinos da equipe, proposta pela comissão técnica da equipe.

Os procedimentos expostos acima serão explicados pelo preparador físico da equipe Guilherme Pereira Berriel e demais integrantes da comissão técnica.

As coletas dos dados acontecerão durante as duas semanas do terceiro microciclo de treinamento da fase preparatória da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19. O preparador físico da equipe é doutorando do PPGCMH – UFRGS e participa desta pesquisa como membro da equipe.

Eu entendo que eles irão responder às dúvidas relativas a esses procedimentos. Essas questões serão esclarecidas sempre que eu solicitar. Estou ciente do compromisso dos pesquisadores que possam vir a utilizar o banco de dados coletadas de assegurar a confidencialidade e a privacidade de forma a proteger os participantes da pesquisa. Eu entendo que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo.

Esse Termo é assinado em duas vias, sendo uma para o participante e seu responsável e outra para os pesquisadores.

Nome do participante da pesquisa:

Assinatura (se aplicável)

Nome do responsável

Assinatura

Nome do pesquisador que aplicou o Termo

Assinatura

Local e Data: _____

ANEXO C - TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

TÍTULO DO TRABALHO: MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOFISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE VOLEIBOL.

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa que quer entender como as cargas de treino dos atletas e o desempenho de saltos durante os treinos influenciam variáveis fisiológicas e psicofisiológicas.

Seus pais também serão consultados. Os adolescentes que irão participar dessa pesquisa têm de 15 a 19 anos de idade.

A pesquisa será feita no local dos treinos da Seleção Brasileira de Voleibol sub-19, e pelos integrantes da comissão técnica, onde serão realizadas medições como estatura, massa corporal e percentual de gordura. Você terá que realizar as avaliações da Variabilidade da Frequência Cardíaca na manhã dos primeiros e dos últimos dias de treino de cada semana, e na manhã após o período de recuperação da segunda semana, que será monitorada por uma fita Polar H7 (posicionada na altura do peito por 10 min a cada avaliação). A avaliação da Percepção de Esforço (PE) acontecerá através de uma escala de 0 a 10 e você deverá indicar o seu nível de esforço ao final dos treinos. A percepção de recuperação (PR) será avaliada na manhã dos treinos através de uma escala de 0 a 10 e você deverá indicar o seu nível de recuperação durante o período avaliado. Para analisar as concentrações dos hormônios testosterona e cortisol serão realizadas coletas salivares, na qual será explicado que a boca deverá ser enxaguada antes da coleta salivar, e deverá estimular a produção de saliva, e coletar a saliva em tubos coletores até aproximadamente 3 ml. Os saltos serão avaliados em todos os treinos através do acelerômetro Vert, que ficará inserido em uma banda elástica na altura da cintura do atleta e mede a altura e quantidade de saltos verticais realizados.

O uso dos materiais que serão utilizados nesta pesquisa é seguro e os riscos e desconfortos envolvidos são mínimos, mas podem existir, a partir da utilização da fita do cardiofrequencímetros por 10 mim a cada avaliação da

variabilidade da frequência cardíaca e da necessidade de coletar até 3ml de saliva em tubos plásticos. Além disso, as rotinas de treino dos atletas seguem sem nenhuma alteração, e as avaliações de desempenho de saltos, percepção de esforço e percepção de recuperação já ocorrem dentro das rotinas de treinos da equipe, proposta pela comissão técnica da equipe, além das avaliações iniciais de estatura, massa corporal e percentual de gordura.

Mas há coisas boas que podem acontecer como auxiliar, preparadores físicos e treinadores, através de métodos padrão ouro e não invasivos, avaliar rotinas de monitoramento de carga já utilizados pela comissão técnica da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19. Além disso, entender o comportamento da recuperação em diferentes números de dias propostos pela comissão técnica. Os atletas podem se beneficiar, compreendendo como diferentes volumes e alturas de saltos verticais realizados durante os treinos, e as cargas totais de treino influenciam em marcadores fisiológicos e psicológicos, através de relatórios do comportamento individual do período avaliado.

Todos os procedimentos serão realizados por integrantes da comissão técnica, sem a presença e intervenção de pesquisadores externos.

Caso seja do seu interesse participar desse estudo, é fundamental o seu entendimento sobre esse termo de assentimento e sua assinatura nesse documento.

Desta forma, eu estou ciente que durante o período de treinamento que antecipa o evento, poderei ser avaliado por avaliadores técnicos durante os jogos e treinos. Além disso, poderão ser realizadas avaliações físicas específicas e protocoladas pela Confederação Brasileira de Voleibol. Estou ciente que todas as informações avaliadas poderão ser utilizadas para o desenvolvimento do voleibol brasileiro. Assim, autorizo a coleta dos dados propostos bem como a utilização dos dados para o acompanhamento do meu desempenho e desenvolvimento de pesquisas científicas autorizadas pela Confederação Brasileira de Voleibol. E estou ciente do compromisso dos

pesquisadores que possam vir a utilizar o banco de dados coletadas de assegurar a confidencialidade e a privacidade de forma a proteger os participantes da pesquisa.

Eu _____ aceito participar da pesquisa MONITORAMENTO DAS CARGAS EXTERNAS E INTERNAS E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOFISIOLÓGICAS EM ATLETAS DE VOLEIBOL, que tem como objetivo entender como as cargas de treino dos atletas e o desempenho de saltos durante os treinos influenciam variáveis fisiológicas e psicológicas. Entendi os riscos e os benefícios que podem acontecer. A equipe da comissão técnica irá tirar minhas dúvidas, caso aconteça e conversarão com os meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do menor

Nome do pesquisador que aplicou o Termo

Local e Data: _____

ANEXO D - TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO
HUMANO
CURSO DE MESTRADO E DOUTORADO

TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS

Título do projeto de Tese:

Monitoramento das cargas externas e internas e suas relações com variáveis fisiológicas e psicofisiológicas em atletas de voleibol.

Eu, **LUIZ FERNANDO MARTINS KRUEL**, pesquisador(a) responsável, e eu, **Ananda Silveira Cardoso**, aluna do curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, nos comprometemos a preservar a privacidade dos indivíduos participantes neste estudo cujas informações são provenientes do banco de dados coletados pela comissão técnica da Confederação Brasileira de Voleibol, gentilmente cedido pela sua coordenação exclusivamente para a realização desta tese. Concordo em receber o banco de dados das coletas realizadas sem os nomes dos atletas, e concordo, igualmente, que estas informações serão única e exclusivamente utilizadas para a execução deste projeto.

Estas informações serão divulgadas somente de maneira anônima.



ANANDA SILVEIRA CARDOSO

(Doutoranda PPGCMH)



LUIZ FERNANDO MARTINS KRUEL

(Pesquisador responsável)

Porto Alegre 12/03/2021

ANEXO E - TERMO DE AUTORIZAÇÃO CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA
DE VOLEIBOL



Termo de autorização

A Confederação Brasileira de Voleibol (CBV) deseja boas-vindas a você atleta (nome) _____, nascido em _____, portador do CPF/RG _____ que foi convocado a participar da seleção sub-19 para o Campeonato Mundial.

Estou ciente que durante o período de treinamento que antecipa o evento, poderei ser avaliado por avaliadores técnicos durante os jogos e treinos. Além disso, poderão ser realizadas avaliações físicas específicas e protocoladas pela CBV. Estou ciente que todas as informações avaliadas poderão ser utilizadas para o desenvolvimento do voleibol brasileiro. Assim, autorizo a coleta dos dados propostos bem como a utilização dos dados para o acompanhamento do meu desempenho e desenvolvimento de pesquisas científicas autorizadas pela CBV.

Assinatura do(a) atleta

Assinatura e CPF/RG do responsável
(para menores de idade)



ANEXO G – ORÇAMENTO

Material	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Fita polar H7 – 4 unidades *	450,00	1.800,00
Tubos coletores de saliva 5ml- 3 pacotes de 100 unidades	270,00	810,00
Kit de Elisa para análise do hormônio testosterona – 1 unidade *	3.200,00	3.200,00
Kit Elisa para análise do hormônio cortisol – 3 unidades *	2.800,00	2.800,00
Folhas de ofício – 1 pacote de 500 unidades.	50,00	50,00
Pranchetas – 4 unidades.	10,00	40,00
Canetas – 5 unidades.	10,00	50,00
Toner de tinta – 2 unidades.	45,00	90,00
Adipômetro Sanny	1000,00	1000,00
Estadiômetro Sanny	500,00	500,00
Acelerômetro Vert- 16 unidades	600,00	9.600,00
Orçamento total da pesquisa:		26.790,00

*adquirido com verba de bancada CNPQ da bolsa PQ do Orientador.

Os instrumentos de coleta utilizados para avaliações de caracterização da amostra (balança Filizola, adipômetro Sanny, estadiômetro Sanny) serão disponibilizados pelo CDV. Os acelerômetros Vert são materiais pertencentes ao preparador físico da equipe e pesquisador da instituição (Doutorando do PPGCMH – UFRGS) e serão utilizados durante a pesquisa com o consenso da direção do clube assim como as demais avaliações.

As demais despesas advindas das pesquisas neste Projeto serão a cargo do pesquisador responsável.

ANEXO H - ANÁLISES DE NORMALIDADE

1. Análise de normalidade dos dados de carga de treino (CT), índices de monotonia e carga total (*Strain*) das semanas 1 e 2 de treino. Análise de normalidade das variáveis de desempenho de saltos através do número de saltos total das semanas, (Nsalto), número de saltos realizados por sessão (Nsaltosessão), altura de saltos (AltSalto) e média dos saltos mais altos (Msaltomaisaltos) das semanas 1 e 2 de treino.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
CT1	,268	13	,011	,852	13	,030
CT2	,198	13	,175	,867	13	,047
Monotonia1	,140	13	,200 [*]	,909	13	,179
Monotonia2	,243	13	,034	,848	13	,027
Strain1	,188	13	,200 [*]	,868	13	,049
Strain2	,299	13	,002	,847	13	,026
Nsalto1	,130	13	,200 [*]	,953	13	,649
Nsalto2	,206	13	,135	,891	13	,101
Nsaltosessão1	,172	13	,200 [*]	,960	13	,752
Nsaltosessão2	,153	13	,200 [*]	,943	13	,495
ALTsalto1	,117	13	,200 [*]	,978	13	,970
ALTsalto2	,199	13	,169	,962	13	,782
Msaltomaisalto1	,181	13	,200 [*]	,933	13	,377
Msaltomaisaltos2	,162	13	,200 [*]	,959	13	,736

2. Análise de normalidade dos índices da VFC, RMSSD e SDNN nos 5 momentos avaliados .

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
RMSSD1	,163	14	,200 [*]	,866	14	,037
RMSSD2	,172	14	,200 [*]	,902	14	,120
RMSSD3	,186	14	,200 [*]	,902	14	,120
RMSSD4	,125	14	,200 [*]	,944	14	,466
RMSSD5	,221	14	,061	,837	14	,015
SDNN1	,218	14	,071	,926	14	,271
SDNN2	,159	14	,200 [*]	,923	14	,247
SDNN3	,286	14	,003	,674	14	,000
SDNN4	,133	14	,200 [*]	,954	14	,632
SDNN5	,308	14	,001	,668	14	,000

3. Análise de normalidade das concentrações de cortisol, testosterona e relação testosterona/cortisol nos 5 momentos avaliados .

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
CORTISOL1	,275	3	.	,943	3	,540
CORTISOL2	,235	3	.	,978	3	,716
CORTISOL3	,373	3	.	,780	3	,068
CORTISOL4	,292	3	.	,923	3	,463
CORTISOL5	,335	3	.	,859	3	,264
TEST1	,305	3	.	,906	3	,403
TEST2	,310	3	.	,898	3	,380
TEST3	,334	3	.	,859	3	,264
TEST4	,365	3	.	,798	3	,110
TEST5	,367	3	.	,793	3	,099
RelaçãoTC1	,322	3	.	,881	3	,327
RelaçãoTC2	,376	3	.	,771	3	,047
RelaçãoTC3	,362	3	.	,804	3	,125
RelaçãoTC4	,194	3	.	,996	3	,885
RelaçãoTC5	,364	3	.	,801	3	,116

4. Análise de normalidade da percepção de recuperação (PR) e percepção de esforço (PE) das semanas 1 e 2 e da percepção de recuperação avaliada na segunda-feira após 1 dia de recuperação (PRapós1dia) e na segunda-feira após 3 dias de recuperação (PRapós3dias).

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
PR1	,092	16	,200 [*]	,991	16	1,000
PR2	,263	16	,004	,909	16	,113
PE1	,199	16	,092	,917	16	,149
PE2	,183	16	,156	,843	16	,011
PRapós1dia	,199	16	,090	,903	16	,090
PRapós3dias	,275	16	,002	,779	16	,001