

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**CLEDENILSON WAGNER DA SILVA BARP**

**MONITORAMENTO DA CARGA DE TREINAMENTO E A SUA RELAÇÃO COM O  
DESEMPENHO AERÓBIO EM ADOLESCENTES JOGADORES DE FUTEBOL  
DURANTE UMA PRÉ-TEMPORADA**

Florianópolis

2021

Cledenilson Wagner da Silva Barp

**MONITORAMENTO DA CARGA DE TREINAMENTO E A SUA RELAÇÃO COM O  
DESEMPENHO AERÓBIO EM ADOLESCENTES JOGADORES DE FUTEBOL  
DURANTE UMA PRÉ-TEMPORADA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Educação Física do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Santiago Teixeira

Florianópolis

2021

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

Barp, Cledenilson Wagner da Silva  
MONITORAMENTO DA CARGA DE TREINAMENTO E A SUA RELAÇÃO  
COM O DESEMPENHO AERÓBIO EM ADOLESCENTES JOGADORES DE  
FUTEBOL DURANTE UMA PRÉ-TEMPORADA / Cledenilson Wagner da  
Silva Barp ; orientador, Anderson Santiago Teixeira, 202.  
46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 202.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Carga de Treinamento. 3. Relação  
dose-resposta. 4. Jovens. 5. Esportes coletivos. I.  
Teixeira, Anderson Santiago. II. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Graduação em Educação Física. III. Título.

Cledenilson Wagner da Silva Barp

**MONITORAMENTO DA CARGA DE TREINAMENTO E A SUA RELAÇÃO COM O  
DESEMPENHO AERÓBIO EM ADOLESCENTES JOGADORES DE FUTEBOL  
DURANTE UMA PRÉ-TEMPORADA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Educação Física” e aprovado em sua forma final pelo Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, com a nota 9,5.

Florianópolis, 05 de maio de 2021.

**Banca Examinadora:**



Documento assinado digitalmente  
Anderson Santiago Teixeira  
Data: 20/05/2021 13:34:12-0300  
CPF: 070.344.579-05  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Prof. Anderson Santiago Teixeira, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Paulo Vitor de Souza  
Data: 20/05/2021 10:59:02-0300  
CPF: 100.195.019-43  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Mestrando, Paulo Vitor de Souza.

Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Fernando Klitzke Borszcz  
Data: 20/05/2021 09:39:35-0300  
CPF: 098.341.879-98  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

---

Doutorando, Fernando Klitzke Borszcz.

Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

**À minha mãe e irmãs**, Cristiane Maria da Silva, Ana Karoline da Silva Barp e Vitória Izadora da Silva Barp, por todo o amor, carinho, compreensão e apoio. Sempre serei eternamente grato por tudo que fizeram durante este período de graduação, só nós sabemos o quanto é importante para nossa família.

**À minha família (Silva)**, por todo o apoio que proporcionaram para mim e para minha mãe e irmãs durante este período.

**Aos amigos**, aqueles que nos conhecemos durante a graduação que contribuíram para meu aprendizado e para aqueles que estiveram desde o princípio comigo no dia a dia durante este período.

**Ao meu orientador professor Anderson Santiago Teixeira**, pelo esforço e dedicação em todo o processo de pensamento, escrita e desenvolvimento do projeto e oportunizar a conclusão do curso de graduação em Educação Física. Sendo um exemplo para nós negros, como professor negro de uma Universidade Federal Brasileira e um dos maiores escritores do tema atualmente.

**Aos membros da banca**, deixo aqui meu agradecimento por todas as sugestões e contribuições desde o processo de qualificação até a construção da versão final desse trabalho de conclusão de curso.

**Ao Programa de Graduação em Educação Física** da UFSC e seus docentes por oferecer uma estrutura para que conseguisse completar a graduação e pelos ensinamentos além dos planejados pelo conteúdo programático do curso.

## RESUMO

Estudos buscando ampliar o conhecimento teórico sobre controle da carga de treinamento interna no futebol durante o período da pré-temporada são amplamente realizados. No entanto, a maioria dos estudos procuram essas mudanças em adultos profissionais e até mesmo em atletas em sua fase final da adolescência (17 – 18 anos) e em períodos inferiores a 4-6 semanas. Este trabalho teve como objetivo verificar a relação entre as mudanças induzidas pelo treinamento, durante a pré-temporada, no  $PV_{T-CAR}$  e as cargas de treino acumulada em adolescentes jogadores de futebol. Participaram do presente estudo 20 adolescentes jogadores de futebol pertencentes a categoria Sub-15 (n=13) ( $14,42 \pm 0,56$  anos) e Sub-17 (n=7) ( $16,06 \pm 0,63$  anos) de um clube profissional de Florianópolis – SC. A carga interna de treinamento (CIT) foi registrada pelo método da percepção subjetiva de esforço (PSE) multiplicada pelo volume da sessão de treinamento (em minutos). A CIT foi quantificada diariamente. As sessões de treinamento foram classificadas em três zonas de intensidade: baixa intensidade (BI;  $PSE \leq 4,0$  u.a.), intensidade moderada (IM;  $4,0 > PSE < 7,00$  u.a.) e alta intensidade (AI;  $\geq 7,0$  u.a.). O parâmetro para o desempenho aeróbio foi o pico de velocidade alcançado no Teste de Carminatti ( $PV_{T-CAR}$ ). Os resultados mostram maior tempo acumulado nas zonas de IM, e menor tempo acumulado nas zonas de BI e AI. Para a medida de desempenho aeróbio ( $PV_{T-CAR}$ ), encontrou-se melhora nos grupos Sub-15 ( $\Delta = 3,4\%$ ) Sub-17 ( $\Delta = 4,2\%$ ) e amostra total ( $\Delta = 3,7\%$ ). Não foi encontrada relação entre as medidas de carga de treinamento (PSE, CTS total e tempo dispendido em zona de alta intensidade) e o aumento de desempenho avaliado por meio do  $PV_{T-CAR}$ . É possível concluir que o padrão de distribuição da intensidade de treinamento em adolescentes jogadores de futebol encontra-se em maior parte na zona de IM e que ambos os grupos tiveram adaptação aeróbias similares por meio desta zona de intensidade.

**Palavras-chave:** Carga de treino. Relação dose-resposta. Jovens. Esportes coletivos.

## ABSTRACT

Studies seeking to expand theoretical knowledge about controlling the internal training load in soccer during the pre-season period are widely carried out. However, most studies look for these changes in professional adults and even in athletes in their late teens (17-18 years) and in periods of less than 4-6 weeks. This work aimed to verify the relationship between the changes induced by training, during the pre-season, in the  $PV_{T-CAR}$  and the training loads accumulated in adolescent soccer players. Twenty adolescent soccer players from the U-15 category ( $n = 13$ ) ( $14.42 \pm 0.56$  years) and U-17 ( $n = 7$ ) ( $16.06 \pm 0.63$  years) participated in this study of a professional club and Florianópolis - SC. The internal training load (ITL) was recorded using the subjective effort perception (PSE) method multiplied by the volume in minutes of the training session. The ITL was quantified daily. The training sessions were classified into three intensity zones: low intensity (LI;  $PSE \leq 4.0$  u.a.), moderate intensity (MI;  $4.0 > PSE < 7.00$  u.a.) and high intensity (HI;  $\geq 7, 0$  u.a.). The parameter for aerobic performance was the Carminatti Test (T-CAR). The results show more accumulated time in the zones of MI, and less accumulated time in the zones of LI and HI. For the measurement of aerobic performance ( $PV_{T-CAR}$ ), improvement was found in the U-15 ( $\Delta = 3.4\%$ ) U-17 ( $\Delta = 4.2\%$ ) and total sample ( $\Delta = 3.7\%$ ). No relationship was found between the training load measures and the increase in performance of the PVT-CAR. It is possible to conclude that the pattern of distribution of training intensity among adolescent soccer players is mostly found in the MI zone and that both groups had similar aerobic adaptation through this intensity zone.

**Keywords: Training Load; dose-response relationship; young; collective sports.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema do teste incremental T-CAR de Carminatti et al., (2004). .....	23
Figura 2. Distribuição relativa do volume de treinamento nas zonas de intensidade baseado no método da PSE.....	31
Figura 3. Valores descritivos (média $\pm$ DP) da PSE, da CTS total e do volume semanal total para os grupos Sub-15 e Sub-17.....	34
Figura 4. Resultados do PV <sub>T-CAR</sub> no início (pré-treinamento) e final (pós-treinamento) da pré-temporada nas categorias Sub-15 e Sub-17 e amostra total .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados descritivos para PSE, CTS total e média, e volume semanal total e médio para os grupos Sub-15 e Sub-17. ....	32
Tabela 2. Valores de correlação (95% IC) do $PV_{T-CAR}$ com CT total, volume total e tempo relativo de treinamento acumulado na zona de alta intensidade para os grupos Sub-15, Sub-17 e amostra total. ....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CET – Carga Externa de Treinamento

CIT – Carga Interna de Treinamento

CT – Carga de Treinamento

CTS – Carga de Treinamento Semanal

FC – Frequência Cardíaca

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

T-CAR – Teste de Carminatti

PV<sub>T-CAR</sub> – Pico de Velocidade do Teste de Carminatti

VO<sub>2</sub>máx – Consumo máximo de oxigênio

CMJ – *Counter Movement Jump*

CMJD – *Counter Movement Jump Dominante*

CMJND – *Counter Moviment Jump Não Dominante*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	12
1.2	OBJETIVOS .....	14
1.2.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
1.3	JUSTIFICATIVA .....	15
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1	MÉTODOS DE CONTROLE DA CARGA DE TREINAMENTO .....	17
2.1.1	<b>Métodos de monitoramento de carga externa.....</b>	<b>18</b>
2.1.2	<b>Métodos de monitoramento de carga interna .....</b>	<b>18</b>
2.2	AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AERÓBIO NO FUTEBOL .....	21
2.2.1	<b>Métodos de Avaliação do Desempenho Aeróbio no Futebol.....</b>	<b>22</b>
2.3	RELAÇÃO DOSE-RESPOSTA NO PROCESSO DE TREINAMENTO .....	25
<b>3</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	28
3.1.1	<b>Participantes.....</b>	<b>28</b>
3.1.2	<b>Descrição das etapas do estudo.....</b>	<b>28</b>
3.1.3	<b>Análise Estatística.....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Atletas de futebol com idades entre 13 e 16 anos percorrem em média 7 a 9 km por partida (BUCHHEIT et al., 2010b; CASTAGNA; D'OTTAVIO; ABT, 2003; REBELO et al., 2014), com valores de frequência cardíaca (FC) entre 85% e 90% da frequência cardíaca (FC) máxima (FC<sub>máx</sub>) (STRØYER; HANSEN; KLAUSE, 2004; CASTAGNA et al., 2009, 2010; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2015). Desse modo, observa-se a importância do desenvolvimento da capacidade aeróbia como componente essencial da aptidão física de jovens jogadores de futebol para sustentar as altas taxas de trabalho durante as sessões de treinamento e jogos (STOLEN et al., 2005; REBELO et al., 2012). Sendo assim, o processo de treinamento físico ocorre através da aplicação e repetição sistemática de múltiplos estímulos de treinamentos com o objetivo de proporcionar alterações fisiológicas, bioquímicas e funcionais específicas do futebol (IMPELIZEERI; RAMPINI; MARCORA, 2004; VIRU e VIRU, 2000).

No contexto prático, as sessões de treinamento elaboradas pelos treinadores e preparadores físicos abrange a manipulação das cargas de treinamento (CT) (LAMBERT; BORRESEN, 2010). Do ponto de vista conceitual, essa CT pode ser classificada a partir de duas terminologias conhecidas como carga externa (CET) e interna (CIT) de treino (HALSON 2014). A CET é caracterizada pelo estímulo de treinamento (IMPELIZZERI; RAMMPINI; MARCORA, 2004), enquanto a CIT representa a resposta psicofisiológica (HANSON, 2014) do organismo do atleta para sustentar essa exigência imposta pela CET (IMPELIZZERI et al., 2004; VIRUS e VIRU, 2000).

Assim, o monitoramento de CET e CIT são referências para determinar a amplitude e o direcionamento das adaptações induzidas pelo treinamento. Quando excessivas, as CT se associam com perdas significativas de desempenho (ARCOS et al. 2001; DREW e FINCH, 2016; FIGUEIREDO et al. 2019; TEIXEIRA, 2015). Através de métodos como a percepção subjetiva de esforço (PSE) da sessão proposto por Foster et al. (2001), a CIT da sessão pode ser obtida a partir do produto entre o valor de PSE reportado pelo atleta (descriptor de intensidade) e a duração total da sessão de treino em minutos (indicador de volume) (NAKAMURA et al. 2010). Dessa forma, os profissionais podem obter algumas métricas importantes para o controle da CT, tais como a carga de treinamento semanal total (CTS), monotonia e *strain* (FOSTER et al. 2001).

Uma das formas de perceber se as CT estão sendo positivas é através do desenvolvimento da aptidão aeróbia que é tradicionalmente conhecido como um componente importante do treinamento físico no futebol (IMPELIZZERI et al. 2004). Apesar do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2máx$ ) ser o indicador fisiológico que melhor descreve a aptidão cardiorrespiratória, estudos mostram ter pouco poder discriminatório em esportes intermitentes como o futebol (BASSET E HOWLEY, 2000; CETOLIN et al. 2013; FERNANDES DA SILVA, 2011). Por exemplo, tem sido demonstrado que o  $VO_2máx$  e o desempenho em jogo apresentam baixa relação em estudos com jogadores de futebol juvenil (FERNANDES DA SILVA et al. 2016; REBELO et al. 2014). Sendo assim, índices fisiológicos para esportes intermitentes como o futebol vêm sendo explorados na literatura, como a intensidade de corrida mínima onde se atinge o  $VO_2máx$  ( $IVO_2máx$ ) (DEMARIE et al. 2001) obtida por meio de protocolos de corrida máximos contínuos ou intermitentes em campo ou laboratório (AHMAIDI, 1992; CETOLIN et al. 2013; DE-OLIVEIRA, 2004;).

Partindo desses achados, Carminatti et al. (2004) desenvolveram o protocolo do teste de Carminatti, (T-CAR) um método de baixo custo, alta aplicabilidade e reprodutibilidade para esportes coletivos que é caracterizado por ser um protocolo de corrida intermitente máximo a partir de aumentos progressivos de distância e consequente, da velocidade. Atletas que realizam maiores estágios tem o maior pico de velocidade (PV) e desse modo, maior capacidade de realizar esforços intermitentes em alta intensidade. O PV encontrado a partir do protocolo do T-CAR está relacionado com índices máximos de desempenho aeróbio, como o  $VO_2máx$  e  $IVO_2máx$  e os limiares de lactato (FERNANDES DA SILVA et al., 2011). Desse modo a partir do ponto de deflexão da FC (PDFC) definido como a intensidade de transição de um aumento linear (ou quase linear) da FC para um aumento não linear da mesma, a máxima fase estável de lactato pode ser estimada (CARMINATTI et al., 2021)

Por meio da avaliação de desempenho através do T-CAR e a quantificação de CT pelo método da PSE, o processo de treinamento do futebol apresenta a relação dose-resposta. Poucos estudos vêm buscando compreender essa relação dose-resposta em jogadores adolescentes de futebol (ALGRØY et al. 2011; FIGUEIREDO et al. 2019; WRIGLEY et al. 2012). Porém, há uma grande inconsistência nos estudos quando se refere a quanto a carga de treino é benéfica para os atletas. Por exemplo, alguns estudos apresentam uma relação linear entre a CT e os ganhos de desempenho (adaptação positiva), ou seja, quanto maior for a CT maiores serão os ganhos de desempenho em determinado teste funcional (CAMPOS-VASQUEZ et al. 2015; FITZPATRICK et al. 2018; MANZI et al. 2013). No entanto, outros estudos encontraram

relação negativa com maiores CT e aumento no desempenho, ou seja, por meio da avaliação do desempenho aeróbio, os ganhos dessa capacidade foram menores de acordo com maiores CT (FIGUEIREDO et al., 2019; LOS ARCOS et al., 2018). Achados de Cetolin et al. (2018) que utilizaram o T-CAR e a PSE, encontraram aumentos no  $PV_{T-CAR}$ , porém sem relação significativa com CT altas, corroborando com os achados de Figueiredo et al. (2019) e Los Arcos et al. (2015). Os achados prévios na literatura também apontam que CT maiores podem fazer com que as adaptações anaeróbias, como a produção de potência e velocidade, possam ser prejudicadas no futebol (ARCOS et al., 2015; TEIXEIRA, 2019).

A partir das inconsistências encontradas na literatura, entende-se que o desenvolvimento de atletas de longo prazo com objetivo a profissionalização esportiva de jovens praticantes depende de processos multifatoriais (VAEYENS et al. 2008). Sendo assim, a interação entre crescimento, maturação e práticas devem ser levadas em consideração para se identificar quando e por que o desenvolvimento de cada habilidade motora deve ser focado (LLOYD E OLIVER, 2012). Assim, fazendo com o que o planejamento das sessões de treinamento busque uma progressão planejada, com o objetivo de desenvolver todas as habilidades físicas e habilidades técnico-táticas específicas da modalidade esportiva (LLOYD et al. 2014) e também evitar consequências negativas de excesso de treinamento ou recuperação insuficiente (por exemplo lesão, doença e *overtraining*) (HANSON, 2014).

Sendo assim, a pré-temporada do treinamento de esportes coletivos, tem como principal objetivo desenvolver e maximizar as adaptações fisiológicas positivas nos atletas buscando otimizar o desempenho técnico-tático e físico (BUCHHEIT et al. 2013). A partir da relação dose-resposta das CT e desempenho nas avaliações os treinadores podem de certo modo ter mais convicções para melhor planejamento, prescrição e implementação dos programas de treinamento.

Com base nos argumentos apresentados, o presente trabalho teve como principal objetivo responder a seguinte questão: Existe associação entre as mudanças no  $PV_{T-CAR}$  induzidas pelo treinamento durante o período da pré-temporada com os indicadores de carga de treino?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Verificar a relação entre as mudanças induzidas pelo treinamento no  $PV_{T-CAR}$  durante a pré-temporada e as cargas de treino acumulada em adolescentes jogadores de futebol.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever a distribuição das cargas de treinamento pelo método da PSE da sessão durante o período da pré-temporada.
- b) Comparar o  $PV_{T-CAR}$  determinado durante o teste de Carminatti antes e após a pré-temporada.
- c) Verificar a associação dos indicadores de carga de treinamento com as mudanças no  $PV_{T-CAR}$ .

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Estudos buscando ampliar o conhecimento teórico sobre controle da carga de treinamento interna no futebol durante o período da pré-temporada são amplamente realizados (FIGUEIREDO et al., 2019; TEIXEIRA, 2019). No entanto, a maioria dos estudos procuram essas mudanças em adultos profissionais e até mesmo em atletas em sua fase final da adolescência (17 – 18 anos). Desse modo, torna-se de fundamental importância para a evolução do conhecimento científico novos estudos investigando a relação da carga de treinamento e as adaptações físicas em jovens futebolistas com idade entre 14 e 17 anos.

A partir de dados mais atuais, os treinadores de futebol profissional de categorias anteriores aos 18 anos podem de certo modo ter mais convicções para melhor planejamento, prescrição e implementação dos programas de treinamento. Isso sendo possível a partir do método da PSE, onde o controle de carga de treinamento é obtido por meio de uma ferramenta de baixo custo, válida e objetiva.

Utilizando métodos em que se controla a relação dose-resposta do treinamento, os programas de treinamento conseguem, em partes, diminuir os riscos de lesão e aumentar os desempenhos esportivos dos jogadores adolescentes de futebol. Além disso, estudos dessa característica também permitem compreender de forma mais detalhada como as cargas de treinamento (volume e intensidade) se modificam durante a pré-temporada, as quais são essenciais para o desenvolvimento físico em longo prazo desses adolescentes jogadores de futebol.

Pensando pelo lado pessoal, por praticar a modalidade desde os 6 anos até os dias atuais e ter como fundamental escolha para cursar o ensino superior. Tenho como principal área de interesse o desenvolvimento de atletas de futebol infantil e adolescentes, vendo que poucos locais de desenvolvimento de futebol, aqueles que não sejam classificados como clubes

profissionais, proporcionam métodos de controle de carga e métodos de avaliação de baixo custo, objetivos e aplicáveis. Desse modo, procurei desenvolver esse trabalho de conclusão de curso para aprimorar os conhecimentos nesses determinados temas e podendo assim aplicar estes na pós- formação.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura foi dividida em três tópicos. O primeiro compreendeu os métodos de controle da carga de treinamento, descrevendo as definições e características, bem como os métodos operacionais de controle de carga de treinamento com ênfase no método da PSE. O segundo tópico desta revisão descreveu os métodos para avaliação do desempenho aeróbio no futebol. Inicialmente foi contextualizada as demandas fisiológicas do futebol e, na sequência, foi realizada a descrição das avaliações com ênfase no T-CAR. Por fim, o terceiro tópico se destinou ao objetivo principal do trabalho onde foi abordado a relação dose-resposta no processo de treinamento. Nesse último, houve uma contextualização das características da pré-temporada do futebol nas categorias de base em termos de descrição das cargas de treinamento e o impacto dela nas adaptações fisiológicas e físicas. Além disso, alguns estudos com a utilização do método da PSE como quantificação de treino foram explorados.

### 2.1 MÉTODOS DE CONTROLE DA CARGA DE TREINAMENTO

Á medida que os atletas se esforçam para melhorar seu desempenho, modificações nas CT são necessárias, particularmente manipulações em frequência, duração e intensidade das sessões de treino (HALSON, 2014). Desse modo, em variados momentos durante o ciclo de treinamento (pré-temporada ou fase de competições) as CT são ajustadas, com o intuito de aumentar ou diminuir a intensidade do treinamento (HALSON, 2014). O recurso de análise contínua do monitoramento das cargas de treino pode resultar na melhor percepção de treinamento e possivelmente levar a mudanças na prescrição de treinamento nas sessões (JASPERS et al. 2016). Desse modo, a resposta do atleta a uma sequência sucessiva de estímulos de treinamento pode ser positiva (aumento da capacidade física) ou negativa (lesão, doença e *overtraining* ou desempenho reduzido) (DREW; FINCH, 2016),

As cargas de treinamento se subdividem em duas categorias. As cargas externas de treino definem à quantificação das atividades gerais dos jogadores, ou seja, o trabalho externo do atleta, enquanto as CIT, representam o stress fisiológico imposto pelas cargas externas ou também as cargas experimentadas pelos atletas e por ele percebido (DREW e FINCH, 2016; IMPELIZZERI et al. 2004; VIRU; VIRU, 2000).

Alguns parâmetros para avaliar a carga externa e interna de treinamento em modalidades coletivas podem ser utilizados, como por exemplo: **externas** (análise do tempo em movimento e função neuromuscular) e **internas** (o comportamento da FC e a PSE). A seguir

foi descrito por tópicos cada parâmetro utilizado para avaliação das cargas de treinamento segundo Halson (2014).

## **2.1.1 Métodos de monitoramento de carga externa**

### *2.1.1.1 Análise do tempo em movimento*

A partir de recursos tecnológicos como *Global Position Systems (GPS)* e monitoramento de vídeo, a análise do tempo em movimento pode ser analisada durante as partidas e treinamentos dos esportes coletivos. O método para análise de tempo em movimento a partir do GPS tem sua aplicabilidade testada por Aughey (2011) e tem sido utilizado em modalidades coletivas (ABADE et al., 2014; CUNIFFE et al., 2009).

No entanto, Lovell e Abt (2013) apontam imprecisões em relação a quantificação de atos esportivos no futebol (chutes, saltos e cabeceios). O sistema de monitoramento por GPS obtém dados de deslocamento e desse modo atos esportivos não aparecem em seus resultados. Já o monitoramento a partir de análises de vídeos tem como serventia a quantificação dos atos esportivos, no entanto vídeos podem sofrer interferências externas (HALSON, 2014).

### *2.1.1.2 Função Neuromuscular*

A função neuromuscular pode ser observada por testes de saltos verticais a partir de protocolos de avaliação próprios. Para Taylor et al. (2012) da variedade de tipos de protocolos para avaliar saltos (estáticos, saltos de contra movimento e *drop-jumps*), os saltos de contra movimento apresentam maior popularidade entre os treinadores e é o método que maior apresenta sensibilidade à fadiga induzida por períodos de alta carga de treino.

## **2.1.2 Métodos de monitoramento de carga interna**

### *2.1.2.1 Frequência Cardíaca*

A FC é comumente utilizada como método de monitoramento da CIT em atletas. O monitoramento da FC é baseado na correlação linear com a taxa de consumo de oxigênio durante o exercício (HOPKINS, 1991), sendo considerada a medida padrão ouro da intensidade do exercício (ACSM, 2010). A intensidade pode ser expressa por diversos protocolos através da FC. Um dos métodos que é comumente utilizado na literatura é o de Edward's et al. (1993) a partir da coleta de dados da FC, dividiram a sessão de treinamento em 5 zonas da FC (50 a 60%, 60 a 70%, 70 a 80%, 80 a 90% e 90 a 100%, respectivamente), sendo a duração em cada zona multiplicada por um fator diferente que determina as zonas de intensidade em mais altas

ou mais baixas e após esse procedimento as pontuações são somadas. A partir dessas pontuações, a carga da sessão de treino é determinada.

Por ser um método com alta taxa de aplicabilidade prática em estudos envolvendo modalidades esportivas, a FC pode ser considerada como parâmetro preferível para controle de carga interna de treinamento, apesar de ter um custo-benefício relativamente alto para pesquisadores, treinadores e preparadores físico.

### 2.1.2.2 *Training Impulse*

O *Training Impulse (TRIMP)*, traduzido para o português Impulso de Treinamento, é frequentemente utilizado para avaliação de carga de treinamento (HALSON, 2014). Um *TRIMP* pode ser descrito como uma unidade de esforço físico, calculado como o produto do tempo (em minutos) gasto no treinamento e dados da FC máxima, média e repouso, representada em unidades arbitrárias (MORTON, 1990).

A partir do método inicial proposto por Banister et al. (1991) outros métodos de TRIMP foram descritos (EDWARD'S 1993; LUCIA, HOYOS, SANTALLA, EARNEST & CHICARRARO, 2003, MANZI, CASTAGNA, PADUA, LOMBARDO, D'OTTAVIO, MASSARO, VOLTERRANI & IELLAMO, 2009;). Banister et al. (1991) em seu trabalho teorizaram que cada sessão de treinamento produziu um impulso de fadiga e de condicionamento físico, sendo que a fadiga decai com maior rapidez que o condicionamento físico. Desse modo, a adaptação do treinamento é melhorada.

No entanto, os métodos de *TRIMP* tem alguns aspectos que não corroboram com a análise da quantificação de carga de treinamento no futebol, sendo primordialmente citado o uso da FC média pode não refletir as flutuações da FC durante o exercício intermitente (AKUBAT et al., 2014). Além disso, os cálculos de FC<sub>máx</sub> indiretos (por exemplo equações) apenas levam em conta o sexo e a idade, e não os outros diversos fatores que podem influenciar as diferenças que as cargas de treinamento irão afetar os atletas.

### 2.1.2.3 *Percepção Subjetiva de Esforço*

Classicamente, a PSE pode ser descrita como a integração de várias informações, incluindo os sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação), todos esses sinais percebidos são integrados em uma configuração de esforço percebido (BORG, 1982). Para Nakamura et al. (2010), a partir desse modelo podemos considerar que a PSE é gerada através da interpretação de estímulos sensoriais por meio do mecanismo de retroalimentação

(*feedback*). A partir do estudo de Marcora et al. (2008), foi percebido que embora essencial para uma variedade de outros processos fisiológicos e perceptivos, os sinais periféricos não contribuem significativamente para a PSE durante o exercício. Sendo assim, a PSE medida após o período do exercício pode ser definida como a resposta psicofísica gerada e memorizada no sistema nervoso central, decorrente dos impulsos neurais eferentes provenientes do córtex motor (NAKAMURA et al., 2010).

O método de PSE da sessão proposto por Foster et al. (1998; 2001), tem como objetivo mensurar as cargas de treinamento de uma sessão de treinamento. O modelo proposto segue determinados procedimentos: Após 30 minutos do final da sessão de treino, o atleta deve responder ao questionamento “Como foi sua sessão de treino?”. A resposta ao questionamento é obtida através da escala de PSE de 11 pontos (0 a 10) de Borg (1982) CR-10 (ANEXO). O avaliador deve orientar o atleta a escolher um descritor e após um número de 0 a 10. Para o valor máximo (10) é considerado esforço máximo e o valor mínimo (0) é descrito como a condição de repouso absoluto.

Essa medida deve refletir a avaliação como um todo da sessão de treino. Para não ter interferência de atividades com maior intensidade ou menor no final da sessão de treino, o tempo de 30 minutos é utilizado. Nakamura et al. (2010), recomenda que não seja utilizado tempo superior a 30 minutos, dessa forma evita-se o esquecimento e a atenuação da avaliação subjetiva da intensidade da sessão de treino.

A carga interna de treinamento calculada a partir do método da PSE da sessão representa a multiplicação do escore da PSE pela duração total da sessão de treinamento expressa em minutos (incluindo aquecimento, parte principal, volta à calma e os intervalos entre esforços). O volume da sessão de treinamento expresso pela duração e a intensidade expressa pela PSE devem ser descritos em unidades arbitrárias (u.a.). Podendo assim, a partir das cargas diárias e semanais calculadas pelo método da PSE da sessão, ser vislumbrado por gráficos, permitindo aos técnicos ter uma impressão visual do plano de periodização vivenciado pelo atleta (FOSTER et al., 2001).

Nos achados de Lovell et al. (2013) os autores dividem as zonas de intensidade da PSE, dividindo em 3 zonas de intensidade (baixa, moderada e alta). A primeira zona de intensidade compreende as classificações  $\leq 4$ , a zona de intensidade moderada compreende as classificações  $>4$  e  $\leq 7$  e a zona de intensidade alta percepções  $>7$  classificações da escala.

Através da quantificação PSE da sessão outros índices de controle de carga podem ser obtidos. Em adição a intensidade das cargas de treino, a monotonia das cargas de treino pode

influenciar nas adaptações (NAKAMURA et al., 2010). Desse modo, a partir da média das cargas internas de treinamento por um determinado período, dividido pelo desvio padrão da carga internas de treinamento pode se acessar a monotonia do treinamento (FOSTER et al., 1998). Sendo assim, quanto maior a variação das cargas menor a monotonia do treinamento. Foster et al. (1998), encontraram a partir da multiplicação da monotonia pelo somatório das cargas de treinamento acumuladas no período a medida *training strain*, essa medida se associa com o nível de adaptação ao treinamento.

Em dados analisados por Nakamura et al. (2010), a PSE da sessão apresenta correlação forte com outros indicadores de carga de treino interna, sendo eles a FC e o *Training Impulse (TRIMP)*, os mais comumente utilizados na avaliação de modalidades coletivas. Estudos utilizando a PSE da sessão como controle de treino no futebol encontram um padrão de distribuição de intensidade de treinamento entre jogadores profissionais e juvenis de futebol (FIGUEIREDO, 2019; ALGRØY, 2011; WRIGLEY, 2012). Confirmando a validade do método do PSE da sessão como controle de carga de treinamento.

A PSE da sessão se destaca dos demais métodos por poder ser utilizado sem risco na perda de dados por falha de equipamentos o que pode acontecer quando se utiliza os métodos baseados na FC, além de poder ser utilizado para monitorar a carga de treinamento individualmente e ser um método de baixo custo, simples e confiável.

## 2.2 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AERÓBIO NO FUTEBOL

O futebol tem como principal característica a intermitência entre esforços a partir de suas ações distintas durante a partida (STØLEN et al., 2005). Análises de tempo em movimento indicam que jogadores de futebol com idade de 13-16 anos percorrem 7-9 km durante uma partida oficial, sendo 12-16% destes esforços em alta intensidade (BUCHHEIT et al., 2010b; CASTAGNA; D'OTTAVIO; ABT, 2003; REBELO et al., 2014). Levando em conta a observação da FC durante os dois tempos da partida, os estudos encontram valores entre 85-90% da FC<sub>máx</sub>, sendo correspondente a uma intensidade de 75-80% do VO<sub>2</sub><sub>máx</sub> (STRØYER; HANSEN; KLAUSE, 2004; CASTAGNA et al., 2009, 2010; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2015).

Levando em consideração os dados apresentados, é de fundamental importância avaliar o desempenho aeróbio dos jogadores no futebol. Diversos métodos de avaliação aeróbia estão disponíveis da literatura, no entanto, neste trabalho apenas foram descritos os seguintes métodos de avaliação do desempenho aeróbio: Teste Incremental na Esteira, descrito como

padrão ouro para avaliação aeróbia, o teste *Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1 (Yo-Yo IRI)* e o T-CAR, sendo este último um dos principais métodos e fazendo parte do objetivo do estudo.

## **2.2.1 Métodos de Avaliação do Desempenho Aeróbio no Futebol**

### *2.2.1.1 Teste Incremental na Esteira*

Dos métodos de mensuração, o  $VO_2\text{max}$  é determinado pela análise dos gases enquanto o indivíduo realiza um teste de esforço incremental (FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO, 2009). Na literatura diversos tipos de testes incrementais são observados, um dos protocolos utilizados comumente é o teste incremental na esteira rolante é iniciado com velocidade inicial de  $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , com incrementos de  $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada 60 segundos de duração do teste. O teste é finalizado quando o atleta não consegue manter a velocidade. E só é válido o teste para valores máximos quando o atleta chega a  $FC_{\text{max}}$  prevista pela idade.

O teste incremental na esteira rolante é considerado padrão ouro para observação de variáveis fisiológicas aeróbias, tais como o  $VO_2\text{máx}$ ,  $FC_{\text{máx}}$  e limiares de transição fisiológica, no entanto, estudos trazem que o uso de testes de laboratório é limitado a pesquisas ou times profissionais de futebol pelos seus problemas práticos, custos dos equipamentos e experiência requerida (IMPELIZZERI, 2005). Além dos fatos citados anteriormente, o futebol é considerado uma modalidade coletiva, sendo de suma importância que todos os jogadores sejam avaliados e o teste incremental em esteira proporciona apenas que um jogador realize o teste por vez.

#### *2.2.1.1.1 Yo-Yo Intermittent Recovery Level 1*

O *Yo-Yo IRI* é um método de avaliação da aptidão aeróbia em campo, sendo frequentemente utilizado para análise de modalidades coletivas, entre elas o futebol. Este teste é utilizado para avaliar a capacidade de realizar exercícios intermitentes levando a uma ativação máxima do sistema aeróbico (BANGSBO et al., 2004).

O protocolo de testes do *Yo-Yo IRI* consiste em corridas vai-e-vem de 40 m (20 + 20 m), com incrementos progressivos de velocidade, separados por 10 segundos de recuperação ativa (controlados por sinais de áudio). Os atletas largam de uma linha demarcada, correm por 20 m, tocam a outra linha com o pé ao som do primeiro bip e retornam a marca inicial ao som do segundo bip. O teste é encerrado quando os atletas falham duas vezes para chegar até a linha inicial (avaliação objetiva) ou sentem que não tem condições fisiológicas suficientes para completar o percurso (avaliação subjetiva). Durante o teste comumente são utilizados

frequencímetros para obter os valores da FC e seus descritores. A partir do valor encontrado das velocidades o método nos dispõe a velocidade aeróbia máxima dos participantes (PV), e classifica o participante dentro dos seus descritores de avaliação.

O teste *Yo-Yo IRI* é utilizado com frequência para avaliação aeróbia em modalidades coletivas, pois consegue avaliar uma grande quantidade de jogadores ao mesmo tempo, e é considerado um teste simples e válido. No entanto, outros parâmetros para analisar modalidades intermitentes como o futebol outros índices fisiológicos têm sido utilizados para a avaliação do desempenho aeróbio, tais como o PV e o ponto de deflexão da FC (DPFC), que podem ser determinados durante o T-CAR.

#### 2.2.1.1.2 Teste de Carminatti

O T-CAR é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com múltiplos estágios de 90 segundos de duração em sistema de “vai-e-vem” constituindo de 5 repetições de 12 segundos de corrida (6 + 6 segundos) em distância variável, intercalados por 6 segundos de caminhada (CARMINATTI, 2004). O ritmo da corrida é ditado por bips, em intervalos de 6 segundos, determinando assim a velocidade da corrida a ser proposta nos deslocamentos entre as linhas iniciais e finais demarcadas no solo e por cones. O teste tem velocidade e distância inicial de  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  e 30 metros (15 + 15 m), respectivamente, em que a cada estágio é incrementado  $0.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  por meio de aumentos de 1 m a partir da distância inicial até a exaustão do participante, conforme ilustrado na Figura 1. O teste é considerado máximo quando o participante atinge 90% da  $FC_{\text{máx}}$  estimada pela idade ( $FC_{\text{máx pred}} = 220 - \text{idade}$ ). O T-CAR apresenta como principais índices o  $PV_{\text{T-CAR}}$  e o PDFC, sendo estas variáveis de potência e a capacidade aeróbia, respectivamente.

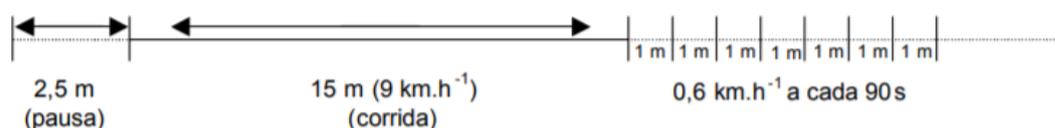


Figura 1. Esquema do teste incremental T-CAR de Carminatti et al., (2004).

O  $PV_{\text{T-CAR}}$  é definido como a maior velocidade atingida durante o teste. Quando o atleta não consegue finalizar o estágio, sendo por avaliação objetiva definida pelo protocolo do

teste ou por avaliação subjetiva do próprio atleta, o  $PV_{T-CAR}$  é corrigido a partir da seguinte equação:

$$PV \text{ corrigido (km}\cdot\text{h}^{-1}) = v + [(nv/10) \cdot 0,6]$$

onde  $v$  = velocidade do último estágio completado;

$nv$  = número total de voltas do estágio incompleto;

10 = número total de voltas de um estágio;

0,6 = incremento de velocidade.

Inicialmente proposto por Carminatti et al. (2004), o T-CAR, investigou a validade do PV em atletas de futebol juniores e juvenis ( $PV = 16,0 \pm 0,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  e  $16,7 \pm 0,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , respectivamente). A partir dessa diferença a validade do teste foi encontrada, já que os grupos se encontravam no mesmo período de treinamento, diferenciando assim, os fatos maturacionais dos fatores fisiológicos do treinamento. Teixeira et al. (2015), encontraram que o  $PV_{T-CAR}$  apresenta independência das variações relacionadas a maturidade durante a puberdade de atletas de futebol de 10-15 anos.

Além disso, o  $PV_{T-CAR}$  tem sua validade simultânea descrita em estudos de Da Silva et al. (2013) e Teixeira et al. (2014), para jogadores de futebol adulto e juvenil, apresentando relações grandes e muito grandes com os parâmetros de aptidão aeróbia determinados nos testes em laboratório. Da Silva et al. (2016) encontraram associação moderada a muito grande entre o  $PV_{T-CAR}$  e o desempenho de partidas em jogos de 11x11 e jogos reduzidos de 7x7. Os achados de Da Silva et al. (2016), trazem que o maior desempenho no T-CAR, ou seja, maiores números de estágios completados, estão associados a uma maior capacidade de realizar atividades de alta intensidade, independe da idade, maturidade e variações associadas ao tamanho do corpo. A partir dos resultados encontrados na literatura, somos levados a crer que o T-CAR pode ser utilizado como um método para avaliação aeróbia de jogadores de futebol, independente da fase de desenvolvimento (DA SILVA et al., 2016). O  $PV_{T-CAR}$  pode ser utilizado para prescrever treinamentos físicos para jogadores de futebol jovens.

No entanto poucos estudos utilizando o T-CAR em conjunto com o método da PSE da sessão são encontrados na literatura, apesar de serem dois métodos com validade, baixo custo e facilidade de aplicação. Desse modo, é necessária a busca deste conhecimento para o avanço da comunidade científica através destes métodos, sendo um de controle de carga de treinamento e outro de avaliação do desempenho aeróbio, a periodização do treinamento em busca do aumento do desempenho para a temporada, como a diminuição das lesões e melhora de aspectos físicos e técnicos.

### 2.3 RELAÇÃO DOSE-RESPOSTA NO PROCESSO DE TREINAMENTO

A pré-temporada de futebol é caracterizada por um período em que as sessões de treinamento estão direcionadas a melhorar a aptidão física e técnica para as demandas da temporada em alto nível de rendimento. Sendo assim, as demandas da pré-temporada são realizadas com maior tempo hábil de preparação quando comparados em relação ao período competitivo. Em razão do calendário de jogos dos clubes de futebol, pouco tempo se é proporcionado durante a temporada para treinamentos com objetivos semelhantes ao da pré-temporada.

Durante o período de treinamento na pré-temporada, grandes volumes de treino são proporcionados buscando uma melhoria no desempenho para as competições (IMPELIZZERI et al., 2005). No entanto, é possível que essa melhoria do desempenho não seja encontrada em todos os atletas, uma vez que as CET em conjunto com aspectos como condicionamento físico, idade ou composição corporal podem diferir as CIT experimentadas pelos atletas (IMPELIZZERI et al., 2005).

Desse modo, estudos prévios buscaram compreender a relação dose-resposta do processo de treinamento na pré-temporada e temporada (CAMPOS-VASQUEZ et al., 2016; CETOLIN et al., 2018; ELLIS et al., 2020; FIGUEIREDO et al. 2019; FITZPATRICK et al., 2018; LOS ARCOS et al., 2015). A dose pode ser descrita como as CT proporcionada aos atletas durante o processo de treinamento, já as respostas seriam os ganhos ou perdas na aptidão, fadiga acumulada ou redução dos riscos de lesão (AKUBAT et al., 2014).

No seu estudo, Figueiredo et al. (2019) descreveram a relação dose-resposta entre a carga de treinamento a partir do método da PSE e as mudanças no desempenho do teste YoYo-IR1 durante 3 semanas da pré-temporada. Nesse estudo, a CTS média foi de  $516 \pm 49$ ,  $297 \pm 46$  e  $213 \pm 51$  unidades arbitrárias (u.a.) para as semanas 1, 2 e 3, respectivamente. Além disso, esse estudo também mostrou que os atletas acumularam mais tempo (41%) na zona intensidade moderada ( $PSE >4,0$  e  $\leq 7,0$ ) do que nas zonas de baixa (31%) e alta (28%) intensidade. Com essas cargas de treino descritas acima, os autores mostraram que o desempenho no Yo-Yo IR1 aumentou significativamente após 3 semanas de treinamento. No entanto, apesar da melhoria no desempenho, esse estudo encontrou uma relação dose-resposta negativa entre a carga de treino acumulada (a partir do método da PSE e da FC) e as mudanças no teste Yo-Yo IR1. Para a carga de treino quantificada pela PSE, encontrou-se uma relação negativa de  $r = -0,698$ . Em termos práticos, aqueles atletas que acumularam maiores cargas de treinamento foram os que tiveram menor ganho de desempenho (adaptação negativa). Esse resultado contraria aquela

lógica empírica de que quanto maior for a carga de treinamento, maior será o grau de adaptação do atleta.

Similar a esse estudo do Figueiredo et al. (2019) e Los Arcos et al. (2015) também encontraram uma relação dose-resposta negativa entre a carga de treino acumulada em durante 9 semanas de treinamento (5 de pré-temporada e 4 competitiva, respectivamente) e as mudanças nos testes de salto vertical (CMJ, CMJAS, CMJD, CMJND), *sprint* de 15m e aptidão aeróbia. Os resultados do estudo encontraram carga de treinamento total média de  $1.898,4 \pm 319,4$  u.a., por jogador. Maiores resultados de carga de treino foram encontradas durante a pré-temporada ( $p < 0.01$ ). A partir destes resultados, os autores encontraram melhoras no teste de *sprint* e na aptidão aeróbia. Contudo, ainda que encontrado melhoras nos desempenhos dos outros testes, os autores encontraram para a relação dose-resposta correlação negativa entre carga de treino acumulada (pelo método da PSE) e desempenho nos saltos verticais (CMJD e CMJnD) (LOS ARCOS et al. 2015). Uma relação negativa de  $r = -0,61$  foi encontrada a partir dos métodos de quantificação da carga de treino através da PSE. Reforçando a ideia de que carga de treinamento muito alta poderá trazer graus de adaptação menores.

Interessantemente Campos-Vasquez et al. (2016) encontraram uma relação dose-resposta positiva entre a carga de treino acumulada durante 4 semanas da pré-temporada e as mudanças no desempenho do teste Intermittent Fitness (30–15 IFT). Campos-Vasquez et al. (2016) encontraram carga de treinamento total de  $3.178 \pm 350$  u.a., por jogador. O PV no teste 30-15 IFT dos jogadores aumentou após o período da pré-temporada. Inversamente aos estudos citados anteriormente, neste estudo houve forte relação dose-resposta entre a carga de treino (através da PSE e FC) e mudanças no desempenho do teste VIFT. Apresentando uma forte relação positiva de 0.70 para a quantificação das cargas de treino através da PSE e mudanças no desempenho do VIFT. Levando aos procedimentos práticos, pode se dizer que através dos resultados do estudo quanto maior a carga de treino proporcionada ao atleta maiores mudanças de desempenho serão apresentadas em teste de velocidade intermitente.

Fitzpatrick et al. (2018) encontraram relação dose-resposta positiva entre a carga de treino acumulada durante 6 semanas da temporada e mudanças no desempenho de um teste de *sprint* e avaliação aeróbia. Neste estudo, encontraram carga de treino média semanal total de  $2.091 \pm 380$  u.a. por jogador. Foi encontrando aumento no desempenho nos *sprint* e avaliação aeróbia. Apresentando uma relação positiva entre mudanças na avaliação aeróbia e *sprint* com as CT. Para relação positiva, encontrou-se  $r = 0,37$  e  $0,22$ , respectivamente.

Ellis et al. (2020) também reforçam em seu estudo a relação dose-resposta positiva entre a CT em um período de 6 semanas da pré-temporada de jogadores juvenis e alterações consequentes no desempenho do teste de esteira. Este estudo encontrou carga de treino média semanal de  $3.797 \pm 346$  u.a. por jogador. Apresentaram também aumentos no desempenho do teste de esteira. Apresentando uma relação positiva entre aumentos nas cargas de treino e aumentos no desempenho do teste de esteira. Para a relação positiva através da PSE, encontrou-se  $r = 0,37$ .

Comparado ao estudo de Campos-Vasquez et al. (2016), Cetolin et al. (2018) encontraram uma relação dose-resposta negativa entre a carga de treino acumulada durante 8 semanas da pré-temporada e as mudanças no desempenho dos testes de sprints repetidos (RSA) e T-CAR. Neste estudo, os autores encontraram cargas semanais totais de treinamento baseados na PSE variando entre 1000 e 2000 u.a. para atletas sub-15 e  $\approx 4000$  u.a. para atletas do sub-19. Os resultados mostram melhoras no desempenho dos testes RSA e T-CAR após a pré-temporada.

Toda via, apesar de o T-CAR ser um teste intermitente semelhante ao utilizado por Campos-Vasquez et al. (2016), não foi encontrada relação significativa entre a dose-resposta das cargas de treinamento com melhoras no desempenho do T-CAR ( $r = -0,05$ ;  $p = 0,86$ ) e relação moderada significativa e negativa ( $r = -0,36$ ;  $p = 0,05$ ) para a média de RSA foi encontrada quando analisados os dados dos grupos agrupados.

A partir dos achados previamente na literatura, percebe-se uma inconsistência em relação a dose-respostas das cargas de treinamento com melhoras nos desempenhos físico dos atletas. No entanto, poucos estudos ainda apresentam a relação dose-resposta do processo de treinamento da pré-temporada de adolescentes jogadores de futebol por meio de um protocolo de teste intermitente de campo em conjunto com a análise das cargas de treino através do método da PSE em um período superior a 4-6 semanas. Desse modo busca-se a compreensão dessas relação dose-resposta das CT e mudanças no desempenho das avaliações.

### **3 METÓDOS**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Levando em consideração ao que se pretende, esta pesquisa pode ser classificada como aplicada quanto à sua natureza, já que se objetiva a gerar conhecimento de aplicação prática. Quantitativa quanto à abordagem do problema, e refere-se de uma pesquisa descritiva em relação aos seus objetivos segundo Silva e Menezes (2001). Sendo esta investigação caracterizada como um estudo longitudinal com caráter observacional.

##### **3.1.1 Participantes**

Foram recrutados voluntariamente adolescentes jogadores de futebol em um clube profissional de futebol após ser estabelecido contato com os coordenadores técnicos das instituições esportivas. Participaram do presente estudo 20 adolescente jogadores de futebol, 13 jogadores do sub-15 ( $14,42 \pm 0,56$  anos) e 7 jogadores do sub-17 ( $16,06 \pm 0,63$  anos) de Florianópolis – SC. Para participar desta investigação, os seguintes critérios de inclusão foram adotados: (i) adolescente do sexo masculino praticantes de futebol em academia/clubes vinculados a Federação Catarinense de Futebol (FCF) e à Confederação Brasileira de Futebol (CBF); (ii) idade cronológica entre 14 – 17 anos; (iii) ausência de sinais clínicos de doenças cardiopulmonar e cardiovascular, sendo aquelas que poderiam limitar a realização de esforços máximos durante os testes de avaliação física; (iv) participar de forma regular e sistemática em treinamentos específico de futebol por no mínimo 1 ano; (v) ter participado de no mínimo 70% das sessões de treinamento ao longo da pré-temporada. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

##### **3.1.2 Descrição das etapas do estudo**

O presente estudo teve como objetivo avaliar um período de 10 semanas da pré-temporada de um clube profissional esportivo de Florianópolis – SC. A realização do T-CAR para avaliação do desempenho aeróbio ocorreu durante a 1<sup>a</sup> e a 10<sup>a</sup> semana do período da pré-temporada. Todas as avaliações e sessões de treinamento foram realizadas no período matutino. Excepcionalmente, alguns jogos amistosos foram realizados no período vespertino. Além disso, a PSE foi reportada por todos os jovens atletas que deveriam responder diariamente a PSE após o término de cada sessão de treino e jogo amistoso para o monitoramento da CIT semanal durante as 10 semanas de observação.

### 3.1.2.1 *Descrição das Sessões de Treino*

O programa de treinamento foi planejado, prescrito e implementado pelos treinadores e demais membros da comissão técnica de cada categoria etária durante toda a pré-temporada, sem nenhuma interferência dos pesquisadores envolvidos no presente estudo. Os conteúdos das sessões de treino foram divididos em: treinamento técnico-tático, treinamento físico-técnico e treinamento em academia. Além disso, os jogos oficiais e amistosos foram considerados na quantificação da CT geral. O treinamento técnico-tático envolveu todas as sessões de treino voltadas exclusivamente para o desenvolvimento e aprimoramento das habilidades técnicas e princípios táticos associados ao futebol. O treinamento físico-técnico incluiu àquelas sessões de treino em que havia ênfase no desenvolvimento das capacidades físicas (aplicadas no início ou final do treino) juntamente com os aspectos técnico-táticos. Por fim, o treinamento de academia compreendeu todas as atividades realizadas na academia buscando o desenvolvimento dos níveis de força/potência e hipertrofia muscular.

### 3.1.2.2 *Controle de Carga Interna de Treinamento*

A CIT foi calculada baseada no método da PSE da sessão (FOSTER et al., 2001), frequentemente utilizado em estudos envolvendo modalidades coletivas como o futebol (ALEXIOU; COUTS, 2008; FOSTER et al., 2001; IMPELIZZERI et al., 2004). No presente estudo os atletas eram instruídos após 15 minutos do final da sessão de treinamento ou amistoso, não estar em contato com outros atletas e dar um feedback da pergunta “Como foi sua sessão de treino?”, a partir da escala de Borg de 0 a 10. Todos os jogadores foram previamente familiarizados com a escala e estavam conscientes de que, para as respostas do questionário deveriam ser levadas em consideração toda a sessão de treino.

A CIT então é obtida através da multiplicação do escore da escala pela duração total da sessão de treinamento expressa em minutos (incluindo aquecimento, parte principal, volta à calma e os intervalos entre esforços), sendo expressa em u.a.. Através da divisão do resultado das CIT de um período (dias, semanas ou meses) pelo desvio padrão das mesmas, encontrou-se a monotonia das sessões de treinamento. E a partir da multiplicação da monotonia pelo resultado da CIT encontrou-se a medida *training strain*, que replica quanto o jogador está se adaptando ao treinamento (FOSTER et al., 1998).

### 3.1.2.3 *Classificação da Intensidade das Sessões de Treino*

A intensidade das sessões de treinamento foi classificada utilizando o método proposto por Lovell et al. (2013), sendo divididas em três zonas de intensidade a partir do valor da PSE,

sendo definidas da seguinte forma: alta intensidade (AI;  $PSE \geq 7$  u.a.), intensidade moderada (IM;  $PSE > 4$  e  $< 7$  u.a.) e baixa intensidade (BI;  $PSE \leq 4$  u.a.).

#### 3.1.2.4 Avaliação do Teste de Carminatti (T-CAR)

O T-CAR é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com múltiplos estágios de 90 segundos de duração em sistema de “vai-e-vem” constituindo de 5 repetições de 12 segundos (6 + 6 segundos) de corrida em distância fixa, intercalados por 6 segundos de caminhada (CARMINATTI, 2004). O ritmo da corrida foi ditado por bips, em intervalos de 6 segundos, determinando assim a velocidade da corrida a ser proposta nos deslocamentos entre as linhas iniciais e finais demarcadas no solo e por cones. O teste teve velocidade e distância inicial de  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  e 30 metros (15 + 15 m), respectivamente, em que a cada estágio foi incrementado  $0.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  por meio de aumentos de 1 m a partir da distância inicial até a exaustão voluntária do participante. O T-CAR foi realizado durante a 1ª e 10ª semana da pré-temporada.

#### 3.1.3 Análise Estatística

Resultados descritivos foram apresentados através da média e desvio padrão. A suposição de normalidade foi verificada usando o teste de Shapiro-Wilk, e o teste de Levene's para homogeneidade de variâncias também foi aplicado. O teste t de Student para dados pareados foi utilizado para determinar qualquer diferença significativa no desempenho do T-CAR entre antes e depois das 10 semanas de pré-temporada. Foi utilizado ANOVA de medidas repetidas com post hoc de Bonferroni para identificar possíveis diferenças entre volume de treino semanal, monotonia e distribuição da intensidade de treino determinada pela PSE. Para examinar a relação entre a CIT semanal, medidas e mudanças no desempenho do T-CAR, foi utilizada correlação de Pearson. O nível de significância foi estabelecido em 5% ( $p \leq 0.05$ ) para todas as estatísticas analisadas. O software estatístico SPSS foi utilizado para conduzir as análises.

#### 4 RESULTADOS

A figura 2 mostra os resultados descritivos da distribuição relativa do volume de treinamentos nas zonas de intensidade baseado no método da PSE. Foi encontrado que a distribuição dos treinamentos permaneceu na zona de intensidade moderada por mais tempo para os grupos sub-15 (61,0%), sub-17 (45,4%) e amostra total (55,5%).

**Figura 2.** Distribuição relativa do volume de treinamento nas zonas de intensidade baseado no método da PSE.

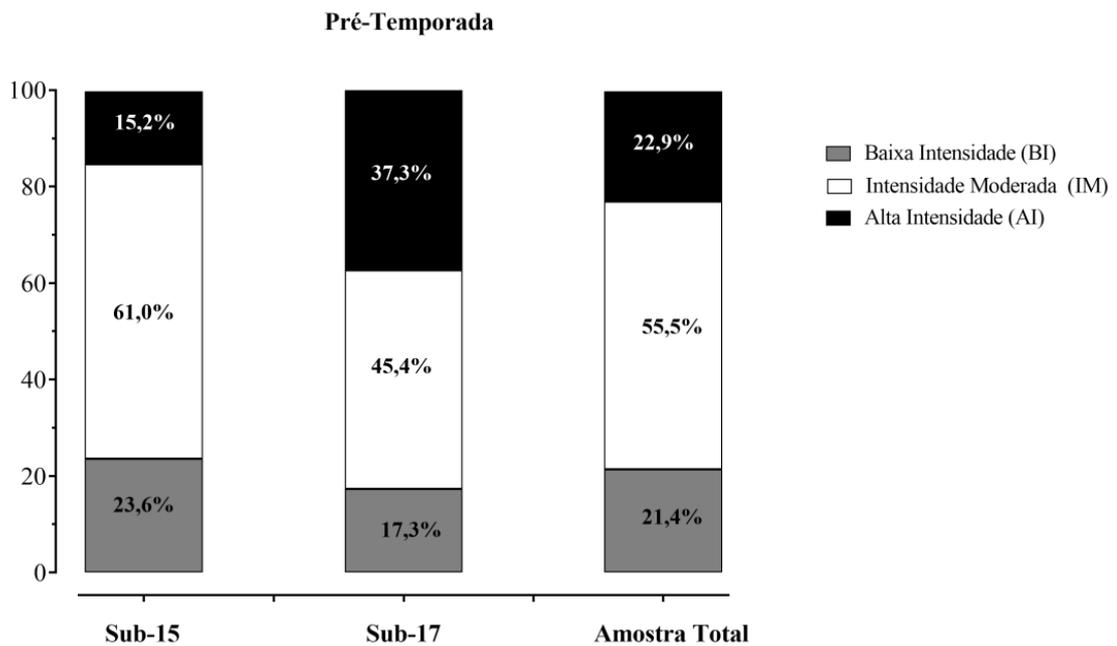


Tabela 1 apresenta os valores descritivos da PSE, da CTS total e média, bem como do volume semanal total e volume médio (em minutos) durante as 9 e 10 semanas de treinamento para as categorias sub-17 e sub-15, respectivamente.

**Tabela 1.** Dados descritivos para PSE, CTS total e média, e volume semanal total e médio para os grupos Sub-15 e Sub-17.

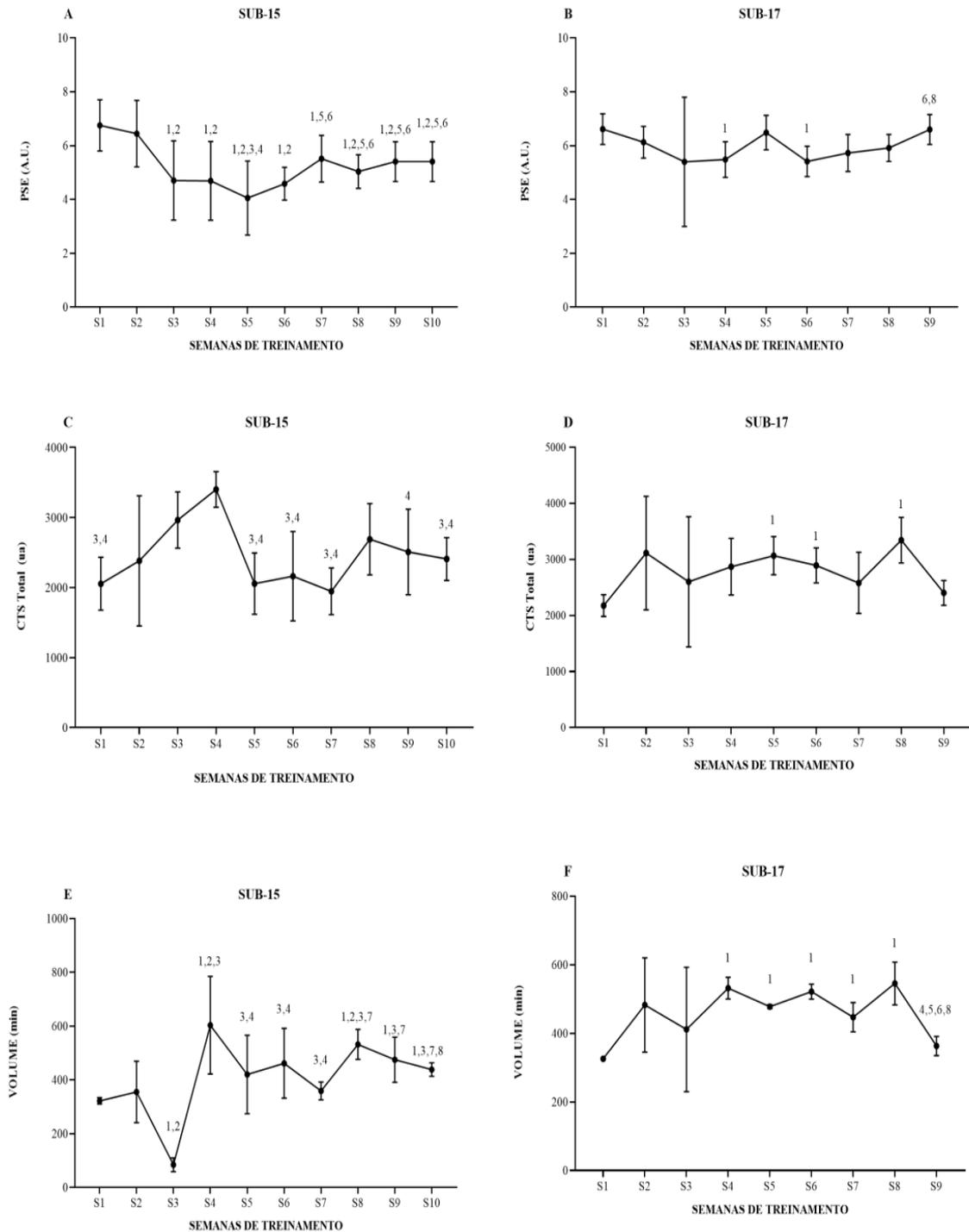
	<b>PSE</b> (ua)	<b>CTS TOTAL</b> (ua)	<b>CTS MÉDIA</b> (ua)	<b>VOLUME TOTAL</b> (min)	<b>VOLUME MÉDIO</b> (min)
<b>SUB-15</b>					
	<b>Média ± (dp)</b>				
SEM 1	6,74 ± 0,96	2054,38 ± 377,13	293,48 ± 53,88	322,38 ± 11,69	80,60 ± 2,92
SEM 2	6,43 ± 1,23	2381,88 ± 929,68	340,27±132,81	355,46 ± 114,26	100,29 ± 2,56
SEM 3	5,10 ± 0,42	2964,21 ± 402,20	423,46 ± 57,46	588,25 ± 74,78	91,47 ± 2,97
SEM 4	5,09 ± 0,40	3401,44 ± 254,52	485,92 ± 36,36	654,0 ± 0,0	93,43 ± 0,0
SEM 5	4,38 ± 0,65	2056,25 ± 437,05	293,75 ± 62,44	455,50 ± 76,16	79,87 ± 5,56
SEM 6	4,58 ± 0,61	2161,77 ± 638,20	308,82 ± 91,17	462,15 ± 130,06	80,62 ± 12,25
SEM 7	5,50 ± 0,86	1946,75 ± 333,49	278,11 ± 47,64	359,23 ± 33,07	61,42 ± 3,64
SEM 8	5,05 ± 0,63	2690,69 ± 508,77	348,38 ± 72,68	532,31 ± 56,03	77,66 ± 5,79
SEM 9	5,40 ± 0,74	2508,69 ± 610,89	358,38 ± 87,27	475,23 ± 83,88	85,49 ± 4,46
SEM 10	5,75 ± 0,54	2408,19 ± 305,26	344,03 ± 43,61	438,92 ± 25,10	87,78 ± 5,02
<b>TOTAL</b>	5,40 ± 0,75*	23926,43±4483,66 <sup>#</sup>	346,66 ± 48,61	4512,85 ± 732,08	83,86 ± 10,63
<b>SUB-17</b>					
	<b>Média ± (dp)</b>				
SEM 1	6,61 ± 0,57	2178, 29 ± 195,14	311,18 ± 27,88	326,00 ± 0,00	81,50 ± 0,00
SEM 2	6,13 ± 0,6	3116,07 ± 1014,03	445,15±144,86	482,71 ± 137,44	72,02 ± 2,80
SEM 3	6,30 ± 0,33	3037,67 ± 185,70	433,95 ± 26,53	480,00 ± 0,00	68,57 ± 0,00
SEM 4	5,50 ± 0,66	2872,10 ± 504,47	410,30 ± 72,07	532,00 ± 31,65	77,60 ± 2,42
SEM 5	6,49 ± 0,65	3069,09 ± 340,77	438,44 ± 48,68	477,86 ± 5,67	68,27 ± 0,81
SEM 6	5,38 ± 0,56	2895,37 ± 312,94	413,62 ± 44,71	521,71 ± 21,85	65,21 ± 2,73
SEM 7	5,72 ± 0,69	2582,81 ± 546,17	368,97 ± 78,02	447,00 ± 42,76	65,08 ± 3,45
SEM 8	5,90 ± 0,51	3346,33 ± 407,85	478,05 ± 58,26	545,57 ± 62,22	73,47 ± 4,23
SEM 9	6,59 ± 0,54	2405,33 ± 220,54	343,62 ± 31,51	363,29 ± 27,90	63,75 ± 4,29
<b>TOTAL</b>	6,07 ± 0,47*	25069,10 ± 908,99 <sup>#</sup>	403,22 ± 30,30	4107,57 ± 172,07 <sup>#</sup>	70,61 ± 6,06

Legenda: PSE = percepção subjetiva de esforço; CTS = carga de treinamento semanal; SEM = semana; UA = unidade arbitrária; dp = desvio padrão. \* indicam valores médios dessas variáveis ao longo das semanas de pré-temporada analisadas; # representam a soma total ao longo das semanas da pré-temporada analisadas.

A Figura 3 apresenta a comparação da PSE, da CTS total, e do volume semanal total entre as semanas analisadas em cada grupo etário. Para a categoria Sub-15 e variável PSE foram encontrados maiores valores para a semana 1 comparado as semanas 3 a 10. A semana 2 apresentou maiores valores comparado aos valores das semanas 3 a 6 e 8 a 10. As semanas 3 e 4 apresentam maiores valores que a semana 5. As semanas 5 e 6 apresentaram menores valores comparado as semanas 7, 8, 9 e 10 na categoria sub-15. Para a categoria Sub-17, os valores

médios da PSE da semana 1 foi maior que as semanas 4 e 6, enquanto as semanas 6 e 8 foram superiores a semana 9. Para a variável CTS total, a semana 1 quando comparada as semanas 3 e 4 apresentaram menores valores na categoria Sub-15. Para a categoria Sub-17 apenas a semana 1 apresentou menores valores quando comparada com as semanas 5, 6 e 8. Com relação ao volume semanal total, as semanas 1, 2, 3, 4, 7 e 8 foram significativamente diferentes das demais semanas para a categoria Sub-15. A semana 1 apresentou maior volume quando comparada com as semanas 3, 4, 8, 9 e 10. Quando comparado a semana 2, as semanas 3, 4 e 8 apresentaram menor volume semanal total. Os valores da semana 3 foram superiores aos das semanas 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Para a semana 4 os resultados mostraram maiores volumes totais semanais para a semana, do que para as semanas 5, 6 e 7. E já nas semanas finais, a semana 7 apresentou maior volume semanal total com as semanas 8, 9 e 10 e semana 8 maiores volumes semanais comparadas a semana 10. Para a categoria Sub-17, a semana 1 o volume semanal total foi menor que as semanas 4, 5, 6, 7 e 8. E apresentaram maiores volumes a as semanas 4, 5, 6 e 8 comparadas com a semana 9.

**Figura 3.** Valores descritivos (média  $\pm$  DP) da PSE, da CTS total e do volume semanal total para os grupos Sub-15 e Sub-17.

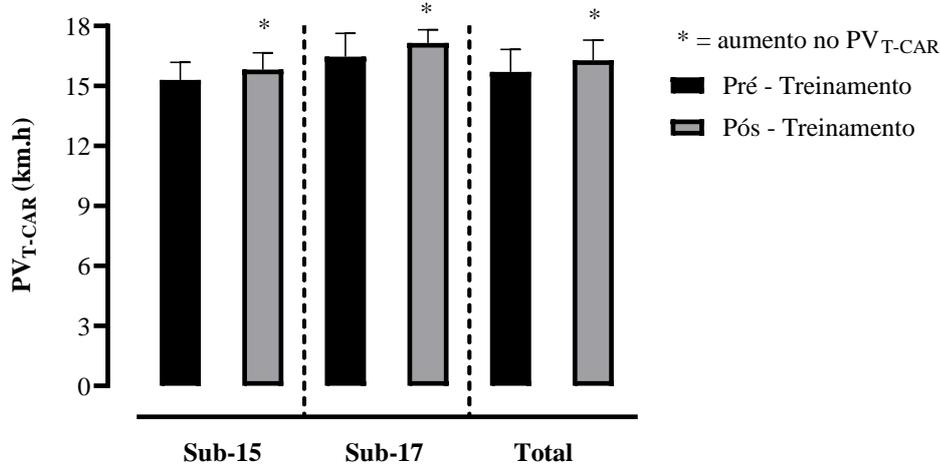


Legenda: os números 1,2,3,4,5,6,7,8 indicam diferença em relação as semanas 1,2,3,4,5,6,7 e 8 respectivamente.

A Figura 4 apresenta os resultados do  $PV_{T-CAR}$  no início (pré-treinamento) e final (pós-treinamento) da pré-temporada nas categorias sub-15, sub-17 e amostra total. Do início para o

final da pré-temporada, observa-se que o  $PV_{T-CAR}$  melhorou significativamente no grupo sub-15 (de  $15,3 \pm 0,88$  para  $15,8 \pm 0,84$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ;  $\Delta = 3,4\% \pm 0,96\%$ ;  $p < 0,05$ ), sub-17 (de  $16,47 \pm 1,16$  para  $17,16 \pm 0,65$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ;  $\Delta = 4,2\% \pm 0,56\%$ ;  $p < 0,05$ ) e amostra total (de  $15,71 \pm 1,11$  para  $16,29 \pm 1,00$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ;  $\Delta = 3,7\% \pm 0,9\%$ ;  $p < 0,05$ ).

**Figura 4.** Resultados do  $PV_{T-CAR}$  no início (pré-treinamento) e final (pós-treinamento) da pré-temporada nas categorias Sub-15 e Sub-17 e amostra total



Legenda: \* indica diferença significativa em relação ao pré-treinamento

A tabela 2 apresenta os resultados da correlação de Pearson para analisar a relação dose-resposta da CTS total, do volume semanal total e do tempo relativo de treinamento acumulado na zona de alta intensidade ( $PSE \geq 7$  u.a.) com as mudanças no  $PV_{T-CAR}$  ( $\Delta\%$ ). Considerando os dados agrupados (amostra total) e separados por grupo etário (sub-15 e sub-17), não foi encontrada nenhuma relação significativa entre as medidas de carga de treinamento e as mudanças no  $PV_{T-CAR}$ .

**Tabela 2.** Valores de correlação (95% IC) do  $PV_{T-CAR}$  com CT total, volume total e tempo relativo de treinamento acumulado na zona de alta intensidade para os grupos Sub-15, Sub-17 e amostra total.

		CT total	Volume total	Zona AI (%)
<b>Sub-15 (n = 13)</b>	$\Delta PV_{T-CAR}$	0,08 (-,50;0,60)	-0,03 (-0,57; 0,53)	-0,05 (-0,58;0,52)
<b>Sub-17 (n = 7)</b>	$\Delta PV_{T-CAR}$	-0,37 (-0,88;0,53)	-0,21 (-0,83;0,65)	-0,29 (-0,86; 0,60)
<b>Amostra total (n = 20)</b>	$\Delta PV_{T-CAR}$	-0,03 (-0,47;0,42)	-0,09 (-0,51;0,37)	0,03 (-0,42; 0,47)

Legenda: CT = Carga de Treinamento. AI = Alta intensidade.

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como principal objetivo verificar as mudanças induzidas pelo treinamento no  $PV_{T-CAR}$  durante 10 semanas da pré-temporada e a relação dessa adaptação de desempenho no T-CAR com as cargas de treinamento acumulada em adolescentes jogadores de futebol. Os achados desse estudo mostraram que: (i) com base na PSE reportada pelos jogadores durante as sessões de treinamento, a maior parte das sessões de treinamento durante a pré-temporada foram realizadas na zona de intensidade moderada ( $PSE >4$  e  $< 7$ ); (ii) os resultados indicam que houve melhora no  $PV_{T-CAR}$  do início para o final da pré-temporada; (iii) nenhuma associação significativa foi observada para a relação dose-resposta da CTS total, do volume semanal total e do tempo relativo despendido na zona de alta intensidade com as mudanças no  $PV_{T-CAR}$ .

No presente estudo, com relação à distribuição do tempo relativo de treinamento acumulado nas diferentes zonas de intensidade ao longo das semanas analisadas durante a pré-temporada, observou-se que os jogadores acumularam mais tempo na zona de intensidade moderada (2461,6 min. [55,5%]) comparado às zonas de baixa (912,8 min. [21,4%]) e alta intensidade (991,2 min. [22,9%]). Esses achados são similares àqueles reportados por Teixeira (2019) e Figueiredo et al. (2018). No estudo de Teixeira (2019) foi encontrado um tempo relativo de treinamento de 44,91% na zona de intensidade moderada em atletas do sub-13, -15 e -17 durante 10 semanas da pré-temporada. Os achados de Figueiredo et al. (2019) também encontraram valores próximos a 41% na zona de intensidade moderada durante 4 semanas da pré-temporada em 16 adolescentes jogadores de futebol ( $18,00 \pm 0,68$  anos). Desse modo, percebe-se que durante a pré-temporada de treinamentos de futebol das categorias mais jovens, a carga de treinamento baseada pelo método da PSE é distribuída em maior porcentagem na zona de intensidade moderada da PSE (valores maiores que 4 u.a. e menores que 7 u.a.).

A CTS total e a PSE do presente estudo apresentaram oscilações ao longo das semanas analisadas durante a pré-temporada (Figura 3), especialmente no grupo etário mais jovem (sub-15). Achados semelhantes foram encontrados por Cetolin et al. (2018) durante 8 semanas da pré-temporada de jogadores de futebol para o sub-15, a CTS total e PSE nas quatro primeiras semanas foram significativamente ( $p < 0,001$ ) maiores que as percebidas nas quatro últimas semanas. Já para o grupo Sub-19 os achados mostram que não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a CTS total e PSE entre a primeira e a última das quatro semanas da pré-temporada de jogadores de futebol sub-15 e sub-19. Isso sugere que as cargas de treinamento semanais variam mais nas idades mais jovens, enquanto nos grupos etários mais

velhos essa carga de treinamento permanece mais estável. Esses resultados podem estar relacionados ao fato de que as categorias mais velhas despendem menos tempo em sessões de treinamento com habilidades técnicas e princípios táticos básicos, e acumulam mais tempo em situações de partidas amistosas oficiais ou situações de jogo formal durante as sessões de treinamento. Sendo assim o foco nos princípios táticos gerais e operacionais do jogo pode eventualmente explicar a diminuição das demandas fisiológicas para os grupos mais velhos (ABADE et al., 2014).

No presente estudo, foi observado que o  $PV_{T-CAR}$  aumentou significativamente após o período de pré-temporadas nos grupos sub-15 ( $\Delta = 3,4\%$ ;  $p < 0.05$ ), sub-17 ( $\Delta = 4,2\%$ ;  $p < 0.05$ ) e amostra total ( $\Delta = 3,7\%$ ;  $p < 0.05$ ). Estes achados estão de acordo com os resultados observados por Cetolin et al. (2018), que encontram em seu estudo aumento no  $PV_{T-CAR}$  de 8,0% e 5,0% para jogadores de futebol sub-15 e sub-19, respectivamente. Os achados também estão de acordo com aqueles encontrados por Fernandes da Silva et al. (2016) mostrando um aumento de 7,7% e 6,6% no  $PV_{T-CAR}$  em adolescentes jogadores de futebol ( $17,9 \pm 1,0$  anos) após dois modelos de treinamento aeróbios distintos. Desse modo, o atual estudo reforça a ideia de que o T-CAR é sensível para monitorar as adaptações induzidas pelo treinamento na capacidade de realizar esforços intermitentes em jogadores adolescentes de futebol.

Algumas adaptações fisiológicas que possam explicar essa leve melhora de 3-4% no T-CAR, são (i) a melhora na eficiência de corrida, que representa o custo de oxigênio para uma dada atividade submáxima (CAPUTO et al. 2009); (ii) melhora na coordenação motora para as mudanças de direções, permitindo que o atleta torne-se mais eficiente e com isso atinja valores mais altos; (iii) melhora na capacidade de recuperação entre os esforços; (iv) aumento no  $VO_{2máx}$ ; (v) aumento da atividade enzimática ligadas a produção de energia pelo metabolismo aeróbio; e (vi) possível aumento dos níveis de força e potência muscular uma vez que essas medidas estão relacionadas com o  $PV_{T-CAR}$ . Os pressupostos de certo modo foram estimulados, já que durante a pré-temporada de futebol as sessões de treinamento estão direcionadas a melhora da aptidão física e técnica (MALONE et al., 2013).

O principal objetivo do trabalho foi compreender a relação dose-resposta entre as medidas de carga de treinamento e o desempenho no T-CAR, ou seja, a partir dos conceitos disponíveis na literatura entende-se que quando essa relação dose-resposta é positiva se assume que os atletas responderam bem às cargas de treinamentos aplicadas e conseguiram aumentar o seu desempenho. Em contrapartida, quando a relação dose-resposta é negativa as cargas de

treinamentos aplicadas não foram bem toleradas pelos jogadores e tiveram algum nível de relação com a diminuição do rendimento desses jogadores.

No presente estudo não foi encontrada relação significativa (Tabela 2) entre as medidas de carga de treinamento (CTS total, volume total e tempo relativo de treinamento na zona de intensidade alta) e o aumento de desempenho do  $PV_{T-CAR}$  considerando os dados agrupados (amostra total) ou separados por grupos etários (sub-15 e 17). Como previsto em um tópico da revisão da literatura há uma inconsistência entre esta relação em diversos estudos com atletas jovens no futebol (CETOLIN et al., 2018; ELLIS et al., 2020; FIGUEIREDO et al., 2018; GIL-REY; LEZAUN; LOS ARCOS, 2015). Os achados do presente estudo corroboram com os de Cetolin et al. (2018) que não encontram relação significativa ( $r = -0,05$ ;  $p = 0,86$ ) entre a dose-resposta das cargas de treinamento com melhoras no desempenho do T-CAR. Por outro lado, Figueiredo et al. (2019) observaram que para a carga de treino quantificada pela PSE, encontrou-se uma relação significativa negativa de  $r = -0,698$  (intervalo de confiança [IC]95%,  $-0,85$ ;  $-0,08$ ) com a mudança de desempenho no YoYo-1R1. Os autores trazem que a magnitude de associação indica que 50% da variância na mudança de desempenho pode ser explicada pela carga de treinamento baseada pelo método da PSE.

Os achados de Ellis et al. (2020) encontraram maior relação significativa entre as mudanças no desempenho aeróbio pelo método *iTRIMP*, explicando 82%, 90% e 22% do aumento das velocidades dos limiares de lactato 1 e 2, e a máxima velocidade aeróbia, respectivamente. No entanto, quando os autores analisaram a relação da carga de treinamento baseado na PSE, foi encontrado também uma associação positiva, mas mostrando que apenas 24% das mudanças nos índices aeróbios analisados podem ser atribuídas à carga de treinamento. Segundo os autores isto pode estar relacionado à fadiga momentânea e pelo estado psicológico do jogador por meio de atividades novas do modelo de treinamento, deste modo não avaliando a sessão condizente com o percebido. Em contrapartida, Los Arcos et al. (2015) observaram que para a carga de treino quantificada pela PSE respiratória (resposta central) e PSE muscular (resposta periférica), foi encontrado uma relação altamente significativa de  $r = 0,71$  (IC 95%,  $0,42$ ;  $0,87$ ) e  $r = 0,69$  (IC 95%,  $0,40$ ;  $0,84$ ), respectivamente, com a mudança na aptidão aeróbia. Para os autores um maior volume de treinamento em conjunto com a percepção da CT por meio da divisão da PSE global em PSE respiratória e muscular tem maior probabilidade de benefícios para monitorar à resposta adaptativa do atleta e com isso garantir um melhor desempenho aeróbio.

No presente estudo foi mostrado que atletas adolescentes de futebol apresentam uma PSE global durante as sessões de treinamento da pré-temporada correspondente à zona de intensidade moderada ( $PSE >4$  e  $<7$ ), acumulando um volume total de 2461,6 min nessa zona de treinamento. Essa distribuição da carga de treinamento mostrou suficiente para aumentar o  $PV_{T-CAR}$ , ou seja, aumento de desempenho aeróbio durante a pré-temporada. Para treinadores, preparadores físicos e profissionais da área, o presente estudo mostra como o  $PV_{T-CAR}$  é treinável e pode gerar diferentes magnitudes de adaptações. O presente estudo também mostra a aplicabilidade da PSE, apesar da falta de relação com o desempenho, para o controle de carga de treinamento, sendo um questionário de baixo custo, fácil aplicação e reprodutível. Em adição, o trabalho mostra a sensibilidade do T-CAR para identificar adaptações no desempenho aeróbio de adolescentes jogadores de futebol. As limitações do presente estudo estão relacionadas ao limitado número de participantes da pesquisa. A falta de outro método para quantificar a carga de treinamento externa ou interna, para que tenha uma comparação entre as mudanças no desempenho físico com o método da PSE. A realização do presente estudo foi em apenas um time, talvez a filosofia do treinador, modo de treinamentos e características da pré-temporada em times diferentes poderiam levar a diferentes resultados. Trabalhos futuros devem ser conduzidos para ampliar os achados deste estudo, para refutar ou corroborar os presentes. É importante para os próximos analisar o período de competições e adicionar mais um método de controle da carga de treinamento.

## 6 CONCLUSÃO

Após a coleta de dados buscando verificar a relação entre as mudanças induzidas pelo treinamento no  $PV_{T-CAR}$  durante a pré-temporada e as cargas de treino acumulada em adolescentes jogadores de futebol, os achados do presente estudo mostram que adolescentes jogadores de futebol acumularam mais tempo na zona de intensidade moderada (55,5%) comparado às zonas de baixa (21,4%) e alta (22,9) intensidade. Os dados do presente estudo mostraram também que  $PV_{T-CAR}$  aumentou significativamente após o período de pré-temporadas nos grupos sub-15 ( $\Delta = 3,4\%$ ) sub-17 ( $\Delta = 4,2\%$ ) e amostra total ( $\Delta = 3,7\%$ ). Para o principal objetivo do estudo, não foi encontrada relação significativa entre as medidas de carga de treinamento (CT total, volume total e tempo relativo de treinamento na zona de intensidade alta) e o aumento de desempenho do  $PV_{T-CAR}$  considerando os dados agrupados (amostra total) ou separados por grupos etários (sub-15 e 17).

## REFERÊNCIAS

ABADE, E. A. et al. Time–motion and physiological profile of football training sessions performed by under-15, under-17, and under-19 elite portuguese players. **International journal of sports physiology and performance**, v. 9, n. 3, p. 463-470, 2014.

AKUBATI I. Training load monitoring in soccer. In: Van Winckel J, ed. **Fitness in soccer: The science and practical application**. Klein-Gelmen: Moveo Ergo Sum; 2014:167-184.

AIGRØY E.A., HETLELID K.J., SELIER S., PEDERSEN J.I.S. Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance** 6: 70–81, 2011

AUGHEY, Robert J. Applications of GPS technologies to field sports. **International journal of sports physiology and performance**, v. 6, n. 3, p. 295-310, 2011.

BANGSBO J.; IAFIA F. M.; and KRUSTRUMP P. The Yo-yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermitent sports. **Sports Medicine** 38: 37–51, 2008.

BANISTER E. W. Modeling elite athletic performance. In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, eds. **Physiological testing of elite athletes**. Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1991:403-424.

BORG, G. AV. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & science in sports & exercise**, 1982.

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A; SIMPSON, B. M.; BOURDON, P. C. Match running performance and fitness in youth soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 818–25, 2010.

CAPUTO, F; OLIVEIRA, M. F. M.; GRECO, C. C.; DENDAI, B. S. Exercício aeróbio: aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 11, n.1, p. 94-102, 2009.

CARMINATTI, L. J. **Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (TCAR) como preditores do máximo steady-state de lactato em jogadores de futsal**. 2006. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) - Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CASTAGNA, C.; D’OTTAVIO, S.; ABT, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 775–780, 2003.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; CECCHINI, E.; RAMPININI, E.; BARBERO ALVAREZ, J. C. Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1954–1959, 2009.

CETOLIN, T.; TEIXEIRA, A.S.; NETTO, A. S.; HAUPENTHAL, A.; NAKAMURA, F.Y.; GUGLIELMO, L. G. A.; SILVA, J. F. Training Loads and RSA and Aerobic Performance Changes During the Preseason in Youth Soccer Squads. **Journal Of Human Kinetics**, [S.L.], v. 65, n. 1, p. 235-248, 31 dez. 2018. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/hukin-2018-0032>.

CUNNIFFE, B. et al. An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1195-1203, 2009.

DA SILVA, J. F., GUGLIELMO, L. G. A., CARMINATTI, L. J., DE OLIVEIRA, F. R., DITTRICH, N., PATON, C. D. (2011). Validity and reliability of a new field test (carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, 29(15), 1621–1628. doi:10.1080/02640414.2011.609179

DA SILVA J.F.; NAKAMURA F.Y.; CARMINATTI L.J.; DITTRICH N.; CETOLIN T.; GUGLIELMO L.G. The effect of two generic aerobic interval training methods on laboratory and field test performance in soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2015 Jun;29(6):1666-72. doi: 10.1519/JSC.0000000000000776. PMID: 25764493.

DREW, M. K.; FINCH, C. F. The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: a systematic and literature review. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 46, n. 6, p. 861-883, 28 jan. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-015-0459-8>.

EDWARDS S. High performance training and racing. In: **The Heart Rate Monitor Book**. Edwards S, ed. Sacramento, CA: Feet Fleet Press, 1993. pp. 113–123

ELLIS, M.; PENNY, R.; WRIGHT, B.; NOON, M.; MYERS, T.; AKUBAT, I. The dose–response relationship between training-load measures and aerobic fitness in elite academy soccer players. **Science And Medicine In Football**, [S.L.], p. 1-9, 9 set. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/24733938.2020.1817536>.

FIGUEIREDO, D. H. et al. Dose-Response Relationship Between Internal Training Load and Changes in Performance During the Preseason in Youth Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2019.

Fisiologia do exercício. – **Brasília: Fundação Vale, UNESCO**, 2013. 74 p. – (Cadernos de referência de esporte; 2).

FORD, P. et al. The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. **Journal of sports sciences**, v. 29, n. 4, p. 389-402, 2011.

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

FOSTER C, DAINES E, HECTOR L, SNYDER AC, WELSH R. Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin Medicine Journal**. 1996;95(6):370-374.

GIL-REY E.; LEZAUN A.; LOS ARCOS A. Quantification of the perceived training load and its relationship with changes in physical fitness performance in junior soccer players, **Journal of Sports Sciences**, 2015 DOI: 10.1080/02640414.2015.1069385

HALSON, S. L. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 139-147, 9 set. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>.

HOPKINS, W. G. Quantification of training in competitive sports. **Sports Medicine**, v. 12, n. 3, p. 161-183, 1991.

IMPELLIZZERI, F. M; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal Of Sports Sciences**, [S.L.], v. 23, n. 6, p. 583-592, jun. 2005. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410400021278>.

JASPERS, A.; BRINK, M. S.; PROBST, S. G. M.; FRENCKEN, W. G. P.; HELSEN, W. F. Relationships Between Training Load Indicators and Training Outcomes in Professional Soccer. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 47, n. 3, p. 533-544, 26 jul. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0591-0>.

FERNANDES-DA-SILVA, J.; CASTAGNA, C.; TEIXEIRA, A.S.; CARMINATTI, L. J.; GUGLIELMO, L. G. A. The peak velocity derived from the Carminatti Test is related to physical match performance in young soccer players. **Journal Of Sports Sciences**, [S.L.], v. 34, n. 24, p. 2238-2245, 10 ago. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1209307>.

LLOYD R.S.; OLIVER J.L. The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. **Strenght Cond. J**, 2012; 34(3): 61–72

LLOYD RS, OLIVER JL, FAIGENBAUM A.D., MYER G.D, DE STE CROIX M.B.A. Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. **Journal of Strength Conditioning Research**, 2014; 28(5): 1454–1464.

LOVELL, R.; ABR, G.. Individualization of time-motion analysis: a case-cohort example. **International jornal of sport physiology and performance**, v. 8, n. 4, p. 456-458, 2013.

LUCIA A.; HOYOS J., SANTALLA A.; EARNEST C.; CHICARRO J.L. Tour de france versus vuelta a espana: Which is harder? **Medicine Science of Sports Exercise**. 2003;35(5):872-878.

MALONE J.J.; DI MICHELE R.; MORGANS R.; BURGESS D.; MORTON J.P.; DRUST B. Seasonal training-load quantification in elite English premier league soccer players. **International Journal of Sports and Physiology Performance**. 2015. doi: 10.1123/ijsp.2014-0352. Epub 2014 Nov 13. PMID: 25393111.

MANZI V.; IELLAMO F.; IMPELIZZERI F.; D'OTTAVIO S.; CASTAGNA C. Relation between individualized training impulses and performance in distance runners. **Medicine Science of Sports Exercise**. 2009;41(11):2090-2096.

MARCORA, S. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. **Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 106, n. 6, p. 2060-2062, jun. 2009. American Physiological Society. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.90378.2008>.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BUCHHEIT, M.; SIMPSON, B.; BOURDON, P. C. Match play intensity distribution in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 2, p. 101–10, 2013.

MORTON, R. H.; FITZ-CLARKE, J. R.; BANISTER, E. W. Modeling human performance in running. **Journal of applied physiology**, v. 69, n. 3, p. 1171-1177, 1990.

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**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 1-11, 27 mar. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/reveducfis.v21i1.6713>

REBELO, A.; BRITO, J.; SEABRA, A.; OLIVEIRA, J.; KRUSTRUP, P. Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. Suppl 1, p. S148– 156, 2014.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3a edição revisada e atualizada. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Laboratório de Ensino a Distância. 2001. 121 p.

STØLEN, T. et al. Physiology of soccer. **Sports medicine**, v. 35, n. 6, p. 501-536, 2005.

STRØYER, J.; HANSEN, L.; KLAUSEN, K. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 1, p. 168–74, 2004

TAYLOR, K. et al. Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v. 20, n. 1, p. 12-23, 2012.

TEIXEIRA, A. S. **Avaliação dos parâmetros neuromusculares em adolescentes jogadores de futebol: efeitos da idade cronológica, da maturação esquelética e do tamanho corporal**.

2015. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física, Centro de Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

TEIXIERIA, A. S., DA SILVA, J. F., CARMINATTI, L. J., DITTRICH, N., CASTAGNA, C., GUGLIELMO, L. G. A. (2014). Reliability and validity of the Carminatti's test for aerobic fitness in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 28(11), 3264–3273. doi:10.1519/JSC.0000000000000534

TEIXEIRA, A. S., VALENTE-DOS-SANTOS, J., COELH-E-SILVA, M. J., MALINA, R. M., FERNANDES-DA-SILVA, J., SALVADOR, P. C., GUGLIELMO, L. (2015). Skeletal maturation and aerobic performance in young soccer players from professional academies. **International Journal of Sports Medicine**, 36 (13), 1069–1075. doi:10.1055/s-00000028

TEIXEIRA, A. S. **Monitoramento da carga interna e externa em jogadores de futebol de base durante uma temporada**. 2019. 119 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação Física, Cds, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

VAEYENS R., MALINA R.M., JANSSENS M., VAN RENTERGHEM B. BOURGOIS J., VRIJENS J., PHILIPPAERTS R.M. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. **British Journal of Sports Medicine**, 2006; 40(11): 928–934.

VIRU, A., E VIRU, M. (2000). Nature of training effects. In W.Garrett & D. Kirkendall (Eds.), **Exercise and sport science** (pp.67 – 95). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Williams.

WRIGLEY, R.; DRUST, B.; STRATTON, G.; SCOTT, M.; GREGSON, W. Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. **Journal Of Sports Sciences**, [S.L.], v. 30, n. 15, p. 1573-1580, nov. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2012.709265>.

**ANEXO A – Descrição**

<b>Classificação</b>	<b>Descritor</b>
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

**ANEXO** – Escala CR10 de Borg (1982) adaptada por Foster et al., (2001).