

Capacidade de *sprints* repetidos em jovens futebolistas: efeitos da maturação esquelética, crescimento e aptidão aeróbia

<https://doi.org/10.11606/issn.1981-4690.2023e37230484>

Anderson Santiago Teixeira*
Juliano Fernandes da Silva*
Paulo Cesar do Nascimento Salvador*
Priscila Cristina dos Santos*
Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo*

*Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Florianópolis, SC, Brasil.

Resumo

O objetivo do presente estudo foi determinar a contribuição da capacidade de endurance intermitente, idade cronológica, maturação esquelética, tamanho e composição corporal nas variações interindividuais do desempenho em *sprints* repetidos em adolescentes jogadores de futebol. Participaram do presente estudo 35 jogadores de futebol (idade: $14,9 \pm 0,6$ anos) de um clube de futebol profissional da Série A do campeonato brasileiro. As avaliações antropométricas e determinação da idade esquelética (método Fels) foram realizadas inicialmente em todos os jogadores (semana 1). As avaliações antropométricas incluíram as medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas (tricipital e subescapular). As dobras cutâneas foram somadas para fornecer um índice de adiposidade subcutânea. Os participantes realizaram o teste de Carminatti (T-CAR) para a avaliação da capacidade de endurance intermitente (representada pelo pico de velocidade no T-CAR [PV_{T-CAR}]) e um protocolo (6 x 20+20 m) para avaliar a capacidade de *sprints* repetidos (RSA: melhor tempo [MT_{RSA}] e tempo médio [TM_{RSA}]) (semana 2). Correlações de Pearson e análises de regressão múltipla foram utilizadas para verificar a relação das variáveis independentes com o desempenho em *sprints* repetidos. Foi adotado o nível de significância de 5%. A idade cronológica, a idade esquelética e o PV_{T-CAR} foram positivamente correlacionados com o MT_{RSA} ($r=0,42, 0,46$ e $0,38$; $p<0,05$) e TM_{RSA} ($r=0,53, 0,45$ e $0,52$; $p<0,05$), respectivamente. Além disso, a massa corporal e a adiposidade foram preditoras negativas do desempenho em *sprints* repetidos. As variáveis independentes explicaram 39% e 49% da variação interindividual do MT_{RSA} e TM_{RSA} , respectivamente. Em conclusão, a maturação esquelética, tamanho corporal, adiposidade, idade cronológica e a capacidade de endurance intermitente apresentaram associação de forma independente com a capacidade de *sprints* repetidos em jovens futebolistas.

PALAVRAS-CHAVE: Adolescentes; Desempenho físico; Futebol; Idade biológica.

Introdução

A capacidade de realizar *sprints* repetidos (RSA), definida como a capacidade de reproduzir repetidamente esforços máximos de curta duração (< 10 s) intercalados por curtos períodos de recuperação (< 60 s) tem sido considerada um importante atributo físico para o desempenho nos esportes coletivos¹. No futebol, jovens jogadores podem realizar em torno de 28 a 41 *sprints*

com durações médias de $2,7 \pm 0,5$ s (1-6 s) durante a partida^{2,3}. Neste sentido, jogadores no início e meio da adolescência (10-15 anos) parecem realizar uma maior sequência de *sprints* repetidos (RSS) durante as partidas que seus companheiros mais velhos (16-18 anos)³, evidenciando a importância de avaliar e monitorar o desenvolvimento da RSA como uma importante qualidade física geral para

esses jogadores em formação, em especial durante as idades mais jovens^{4,5}. Ao mesmo tempo, é importante destacar que entre 5-30% dos jovens atletas podem não executar nenhuma RSS durante uma partida³. Isso pode estar relacionado a outros fatores que influenciam a ocorrência da RSS, tais como a função tática desempenhada por cada jogador e o período da partida (1º vs. 2º tempo)^{3,6}.

Atualmente diferentes protocolos de campo com critérios de validação bem estabelecidos estão disponíveis para avaliar a capacidade de sprints repetidos no futebol⁷. Os testes de RSA proposto por BANGSBO⁸ (7 x 34,2 m), BUCHHEIT et al.⁹ (10 x 30 m) e IMPELLIZZERI et al.^{10,11} (6 x 20+20 m) estão entre os principais protocolos usados em investigações prévias com jovens jogadores de futebol^{4,9,12}. Apesar de sua aplicabilidade prática, alguns desses testes não têm sido extensivamente investigados no que se refere às variações relacionadas ao crescimento e à maturação biológica. O crescimento refere-se ao aumento do tamanho do corpo como um todo ou de suas partes em específico. A maturação biológica pode ser definida como o progresso em direção estado biológico maduro, podendo variar em *timing* e tempo¹³.

Durante a adolescência, jogadores envolvidos em programas esportivos estruturados tendem a ser relativamente homogêneos quanto ao seu nível de treinamento¹⁴. Por outro lado, amplas variações interindividuais no tamanho/composição corporal e na maturação biológica são evidentes em meninos da mesma idade cronológica durante a puberdade^{13,15}. Estudos prévios tem mostrado que o desempenho nos testes de RSA proposto por BANGSBO⁸ (7 x 34,2 m) e BUCHHEIT et al.⁹ (10 x 30 m) são influenciados pela maturação esquelética e somática^{4,9,12,16}. No entanto, estudos examinando a contribuição da maturação esquelética para explicar a variação interindividual sobre o desempenho no teste de RSA proposto por IMPELLIZZERI et al.^{10,11} (6 x 20+20 m) são desconhecidos em jovens jogadores de futebol.

Além da maturação biológica e do tamanho corporal, outros parâmetros fisiológicos e de desempenho tem sido atribuídos como fatores determinantes da RSA¹. As variáveis relacionadas ao metabolismo aeróbio,

comumente representada pelas medidas de VO_{2max} , limiar anaeróbio e cinética do VO_2 , mostram correlações inversas (moderada a alta) com a capacidade de manter o desempenho em sprints repetidos^{17,18}. Entretanto, tal relação tem se mostrado amplamente dependente do nível de treinamento dos atletas e das características específicas de cada protocolo (número e duração dos *sprints*, e intensidade da recuperação)¹⁹. Adicionalmente, a capacidade de *endurance* intermitente avaliada em testes de campo específicos (e.g., Yo-Yo IR1) também tem sido considerada como uma variável preditora da RSA^{17,18}. SPENCER et al.²¹ observaram que a capacidade de *endurance* intermitente pode explicar isoladamente entre 6% a 46% da variância do tempo total no teste de sprints repetidos (6 x 30 m) em jogadores de futebol entre 10 e 14 anos. Esse achado nos indica que outros fatores não explorados podem representar, no mínimo, mais de 50% da variabilidade interindividual sobre o desempenho em *sprints* repetidos durante o período da adolescência. Os estudos anteriores que investigaram a relação de diferentes medidas aeróbias avaliadas em laboratório e campo com o desempenho no teste de RSA em adolescentes tem desconsiderado as possíveis variações associadas à maturação biológica e/ou ao tamanho e composição corporal^{17,21,22}. A compreensão dos fatores determinantes da RSA durante a adolescência é potencialmente relevante para os profissionais atuando no futebol e outros esportes coletivos, especialmente no contexto de seleção ou identificação de jovens talentos e predição do sucesso no esporte^{4,5}.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar o quanto a capacidade de *endurance* intermitente, idade cronológica, maturação esquelética, tamanho e composição corporal explicam isoladamente e associadamente as variações interindividuais no desempenho em *sprints* repetidos de adolescentes jogadores de futebol bem treinados. A hipótese foi que a maturação esquelética e/ou o tamanho ou composição corporal seriam preditores significantes do desempenho no teste de *sprints* repetidos (6 x 20+20 m) utilizado no presente estudo, independente da idade cronológica e da capacidade de *endurance* intermitente.

Método

Participantes

Participaram deste estudo 35 adolescentes jogadores de futebol, entre 13 e 15 anos, do sexo masculino, recrutados em um clube profissional da 1ª divisão do campeonato brasileiro. O tempo de experiência na modalidade dos jogadores da atual amostra foi de $3,5 \pm 1,5$ anos. Esse tempo de experiência em treinamento competitivo no futebol foi obtido por meio de entrevista. Todos os jogadores realizavam entre 4 e 5 sessões de treinamento por semana (~ 120 a 150 minutos por sessão de treino), participando de jogos oficiais aos finais de semana (sábado ou domingo) em campeonatos ao nível estadual e nacional. No período que ocorreram as avaliações, as sessões de treinamento consistiam principalmente de trabalhos técnicos e táticos (70% do tempo do treinamento), agilidade e coordenação motora específica ao futebol (15%) e condicionamento físico e estratégias de recuperação muscular (15%).

Procedimentos Experimentais

O estudo foi realizado dentro de um período de 2 semanas durante o momento pré competitivo da temporada. Na primeira semana, em um único dia, todos os jogadores visitaram o laboratório para a realização das avaliações antropométricas e, em sequência, foram levados ao hospital universitário para a realização dos raios-x de punho e mão esquerda. Os testes de campo para avaliação de componentes físicos específicos ao futebol foram realizados no centro de treinamento do clube durante a segunda semana. Essas avaliações de campo foram realizadas em terreno de grama natural. Os jogadores vestiram o uniforme tradicional de treinamento (meia, short e camisa) do próprio clube e usaram as suas respectivas chuteiras. A capacidade de *endurance* intermitente foi avaliada por meio do T-CAR, enquanto a RSA foi determinada usando o teste de sprints repetidos proposto por IMPELLIZZERI et al.¹¹. Todas as avaliações ocorreram sempre entre o horário das 16 h e 18 h. Entre cada dia de teste físico sempre houve no mínimo 72-96 horas de diferença para minimizar qualquer efeito de fadiga. A

média da temperatura e humidade relativa do ar nos dias dos testes físico foram $27,0^{\circ}\text{C}$ ($23,4-27,3^{\circ}\text{C}$) e $46,7\%$ ($43,0-55,2\%$) (informações retiradas do instituto nacional de meteorologia - INMET), respectivamente. Esses testes de campo de características máximas ao quais os jogadores foram submetidos já faziam parte da rotina de treinamento e avaliações regularmente realizadas pelo clube.

Avaliação Antropométrica

A antropometria foi realizada por um único avaliador experiente seguindo procedimentos padronizados²³. A massa corporal foi medida por meio de uma balança digital (Soehnle, Murrhardt, Alemanha). A estatura foi avaliada usando um estadiômetro (Sanny, São Paulo, Brasil). A massa corporal e a estatura serão usadas como indicadores de tamanho corporal como um todo. As dobras cutâneas da região do tricípital e subescapular foram avaliadas por meio de um plicômetro científico (Cescorf, Porto Alegre, Brasil). Essas duas dobras cutâneas foram somadas para fornecer um índice de adiposidade subcutânea (ΣDC). Para todas as variáveis foram realizadas três medidas. Os erros técnicos de medida intra-avaliador foram $0,20$ cm para estatura, $0,30$ mm para o tríceps e $0,30$ mm para a subescapular.

Avaliação Maturacional

Raios-x de punho e mão esquerda foram realizados para a estimativa da idade esquelética (IE) a partir do método Fels²⁴. Este método utiliza critérios específicos para cada osso da mão e do punho e razões das medidas lineares das larguras da epífise e da metáfise^{25,26}. Os valores dos indicadores de maturidade esquelética medidos foram inseridos em um programa (Felsw 1.0 *Software*) para calcular a IE e o erro padrão de estimativa. Esse protocolo considera 18 anos como a idade de maturação esquelética completa (padrão adulto). As radiografias foram avaliadas por um único avaliador experiente. Baseado em 14 radiografias de jovens jogadores de basquetebol (14 a 17 anos), o erro técnico de medida intra-avaliador foi de $-0,12 \pm 0,34$ anos para a idade esquelética.

Capacidade de Endurance Intermitente

A capacidade de *endurance* intermitente dos jogadores foi avaliada por meio do teste de Carminatti (T-CAR)^{20,27}. O T-CAR é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com multi-estágios de 90 segundos de duração em sistema “ida-e-volta”, constituído de 5 repetições de 12 segundos de corrida (distância variável), intercaladas por 6 segundos de caminhada (5 metros). O ritmo foi ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos

entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones. A velocidade inicial do teste foi de $9,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (distância inicial de 15 m) com incrementos de $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1 m em uma única direção a partir da distância inicial. O teste foi encerrado quando os avaliadores observaram que os atletas falhavam em atingir a linha de referência de partida e chegada ao mesmo tempo do sinal sonoro por duas vezes consecutivas (avaliação objetiva). O pico de velocidade (PV) determinado como a maior velocidade alcançada pelos jogadores durante o T-CAR foi usado como medida de desempenho (FIGURA 1).

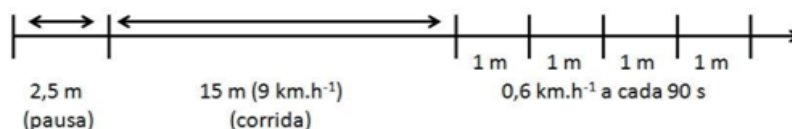


FIGURA 1 - Representação esquemática do teste intermitente T-CAR.

Capacidade de Sprints Repetidos (RSA)

Antes do teste para avaliar a RSA, os jogadores realizaram um aquecimento de 5 min padronizados de corridas progressivas e acelerações que foi conduzido pelo preparador físico da equipe. O teste de *sprints* repetidos proposto por IMPELLIZZERI et al.¹¹ foi usado para avaliar a RSA. O protocolo é constituído por 6 *sprints* de 40 m (20 + 20 m com uma mudança de direção de 180°) separados por um período

de recuperação passiva de 20 s entre cada *sprint*. O tempo de cada *sprint* foi registrado por um par de fotocélulas eletrônicas (*Speed Test 4.0*). O melhor tempo (MT_{RSA}) e o tempo médio (TM_{RSA}) dos sprints foram considerados como medidas de desempenho anaeróbio. Para melhor compreensão dos resultados, o MT_{RSA} e o TM_{RSA} foram transformados em velocidade e, portanto, serão apresentados em $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Os jogadores foram estimulados verbalmente para executar o máximo esforço em cada *sprint* (FIGURA 2).

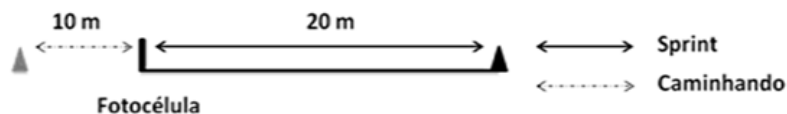


FIGURA 2 - Representação esquemática do teste de sprints repetidos (6 x 20+20 m).

Análise Estatística

A estatística descritiva (média \pm dp) foi utilizada para a apresentação dos dados. A normalidade dos dados foi analisada usando o teste Shapiro-Wilk. A correlação de Pearson foi usada para verificar a relação individual entre as variáveis independentes (massa corporal, estatura,

Σ DC, idade cronológica, idade esquelética e PV_{T-CAR}) e as variáveis dependentes (MT_{RSA} e TM_{RSA}). Os seguintes critérios foram utilizados para interpretar a magnitude da correlação entre essas medidas: $\leq 0,1$ (trivial), $> 0,1-0,3$ (baixa), $> 0,3-0,5$ (moderada), $> 0,5-0,7$ (alta), $> 0,7-0,9$ (muito alta), $> 0,9-1,0$ (quase perfeita)²⁸. Por fim, análises de regressão múltipla (método

backward com critério para remoção de $p > 0,05$) foram usadas para estimar a contribuição da massa corporal, estatura, ΣDC , idade cronológica, idade esquelética e PV_{T-CAR} para a variação interindividual no MT_{RSA} e TM_{RSA} . O pressuposto estatístico de variação constante do erro (homocedasticidade) foi verificado a partir da relação entre o resíduo do modelo e o valor

predito ajustado para as variáveis independentes. Ainda, a normalidade do resíduo dos modelos foi testada usando o teste Shapiro-Wilk. Um nível de significância de 5% foi utilizado para todas as análises estatísticas. Os procedimentos estatísticos foram realizados usando o *software Statistical Package for Social Science* (SPSS, versão 17,0; Chicago, IL, EUA).

Resultados

A TABELA 1 apresenta as características antropométricas, maturacionais e de desempenho dos jovens jogadores de futebol. A idade cronológica variou de 13,4 a 15,9 anos, enquanto a idade esquelética variou entre 13,6

e 17,9 anos (4,3 anos). Para a amostra como um todo, apenas um jogador foi classificado como atrasado, dez jogadores foram classificados como normomaturados, e 24 jogadores foram considerados adiantados na maturação esquelética.

TABELA 1 - Estatística descritiva para as medidas de maturação esquelética, tamanho e composição corporal, desempenho no teste de *sprints* repetidos e aptidão aeróbia em adolescentes jogadores de futebol (n=35).

	Média ± DP	Mínimo	Máximo	Shapiro-Wilk	
				Valor	p-valor
Idade cronológica (anos)	14,9 ± 0,6	13,4	15,9	0,943	0,069
Idade esquelética (anos)	16,3 ± 1,1	13,6	17,9	0,944	0,077
Massa corporal (kg)	61,5 ± 7,1	44,7	78,8	0,973	0,528
Estatura (cm)	171,7 ± 7,1	159,5	186,6	0,976	0,615
ΣDC (mm)	14,5 ± 3,3	9,0	22,2	0,927	0,022
PV_{T-CAR} (km·h ⁻¹)	16,7 ± 0,8	15,1	18,5	0,985	0,893
MT_{RSA} (m·s ⁻¹)	5,7 ± 0,2	5,1	6,2	0,966	0,351
TM_{RSA} (m·s ⁻¹)	5,4 ± 0,2	4,9	5,7	0,931	0,227

ΣDC : somatório de dobras cutâneas (tríceps + subescapular);
 PV_{T-CAR} : pico de velocidade no teste de Carminatti;
 MT_{RSA} : melhor tempo no teste de sprints repetidos;
 TM_{RSA} : tempo médio no teste de sprints repetidos.

A FIGURA 3 ilustra os valores de correlação da idade cronológica, idade esquelética, massa corporal, estatura, ΣDC e PV_{T-CAR} com as medidas de desempenho no teste de *sprints* repetidos (MT_{RSA} e TM_{RSA}). O PV_{T-CAR} apresentou correlações moderadas ($p < 0,05$) com o MT_{RSA} (FIGURA 3- a.3) e o TM_{RSA} (FIGURA 3- b.3).

Os valores de correlação da idade cronológica e idade esquelética com as medidas de RSA (MT_{RSA} e TM_{RSA}) variaram entre 0,45 e 0,53 ($p < 0,01$). Por outro lado, nenhuma relação significativa foi observada entre as medidas de tamanho e composição corporal com os parâmetros de desempenho no *sprint*.

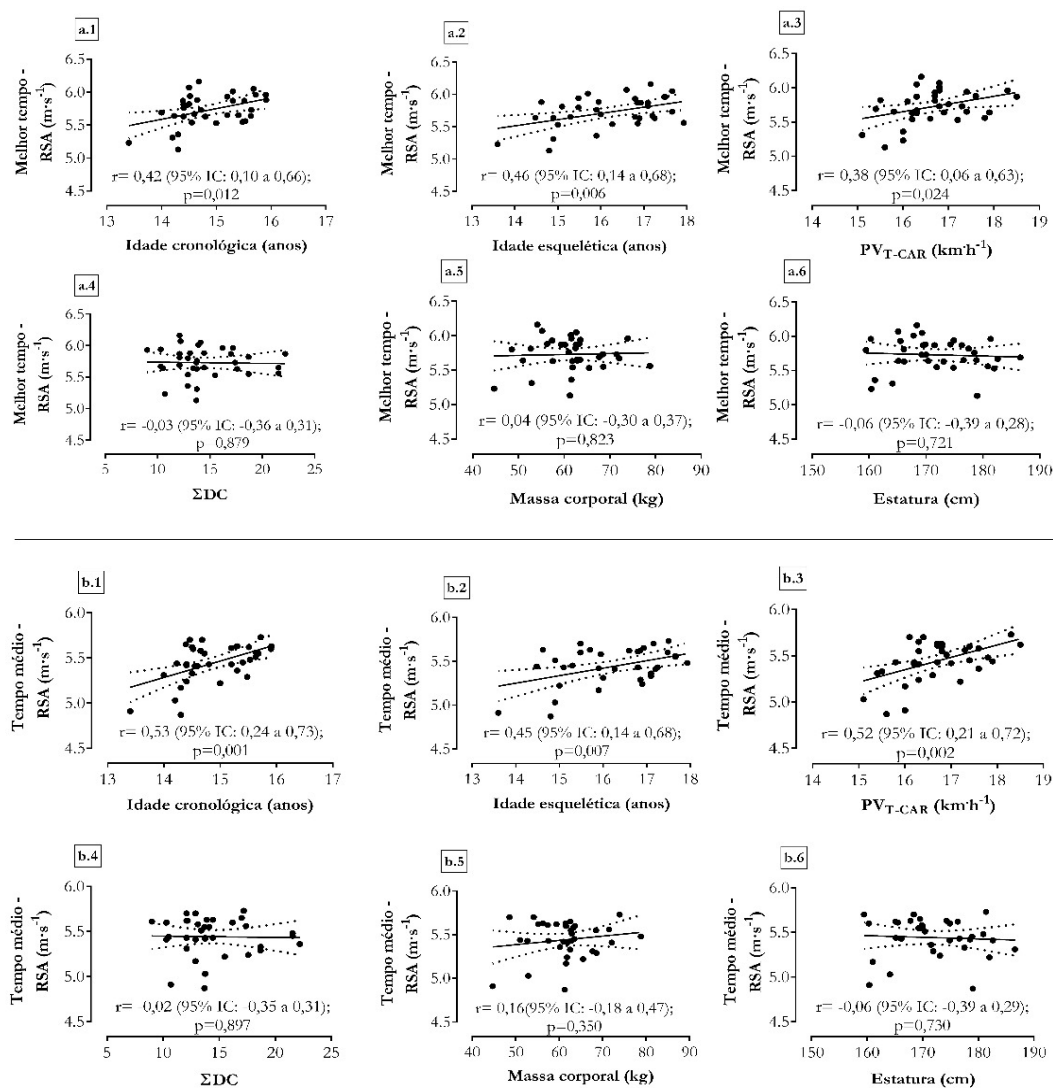


FIGURA 3 - Valores de correlação da idade cronológica, idade esquelética, capacidade de *endurance* intermitente, medidas de tamanho e composição corporal com o melhor tempo (MT_{RSA} ; painel superior: a.1-a.6) e tempo médio (TM_{RSA} ; painel inferior: b.1-b.6) no teste de sprints repetidos.

A TABELA 2 mostra os resultados das análises de regressão linear múltipla para identificar a contribuição associada das variáveis independentes sobre o desempenho no teste de sprints repetidos. Os resíduos de cada modelo derivado da análise de regressão múltipla não apresentaram correlação residual com os valores preditos de MT_{RSA} e TM_{RSA} ajustados para as suas respectivas variáveis independentes. As inspeções visuais dos resíduos também mostraram uma variação constante do erro (homocedasticidade). A idade esquelética, massa corporal e PV_{T-CAR} explicaram

em torno de 39% da variância interindividual no MT_{RSA} . A adiposidade (representado pelo ΣDC), idade esquelética, idade cronológica e PV_{T-CAR} contribuem com aproximadamente 49% para explicar as variações interindividuais no TM_{RSA} . O PV_{T-CAR} , idade cronológica e idade esquelética foram identificados como preditores positivos, enquanto a massa corporal e ΣDC tiveram uma influência negativa sobre o MT_{RSA} e o TM_{RSA} , respectivamente. A idade esquelética foi identificada como uma preditora primária do MT_{RSA} e secundária do TM_{RSA} .

TABELA 2 - Preditores significantes do melhor tempo (MT_{RSA}) e tempo médio (TM_{RSA}) em um protocolo de *sprints* repetidos em adolescentes jogadores de futebol baseado nas análises de regressão linear múltipla.

Variáveis Dependentes	Preditores Significantes	Coeficiente β padronizado	p-valor	Modelo		
				R ²	R ² ajustado	p-valor
MT_{RSA} ($m \cdot s^{-1}$)	Idade esquelética	0,671	<0,001	44,3%	39,0%	<0,001
	Massa corporal	-0,476	0,009			
	PV _{T-CAR}	0,409	0,006			
TM_{RSA} ($m \cdot s^{-1}$)	ΣDC	-0,396	0,008	54,7%	48,7%	<0,001
	Idade esquelética	0,380	0,011			
	Idade cronológica	0,369	0,031			
	PV _{T-CAR}	0,340	0,023			

MT_{RSA} : melhor tempo no teste de sprints repetidos;
 TM_{RSA} : tempo médio no teste de sprints repetidos;
 ΣDC : somatório das dobras cutâneas da região do tríceps e subescapular;
 PV_{T-CAR}: pico de velocidade no teste de Carminatti.

Discussão

Este estudo teve por objetivo avaliar a contribuição da capacidade de endurance intermitente, idade cronológica, maturação esquelética, tamanho e composição corporal na variação interindividual no teste de sprints repetidos em jovens jogadores de futebol. Os resultados mostraram correlações positivas e moderadas da idade cronológica, idade esquelética e PV_{T-CAR} com o MT_{RSA} e TM_{RSA} . A partir das análises de regressão múltipla, diferentes modelos finais foram obtidos para o MT_{RSA} e TM_{RSA} . A idade esquelética, massa corporal e PV_{T-CAR} foram identificados como preditores significantes do MT_{RSA} , enquanto o ΣDC , idade esquelética, idade cronológica e PV_{T-CAR} foram considerados determinantes do TM_{RSA} . Essas variáveis independentes incorporadas nos modelos finais da regressão múltipla explicaram 39,0% e 48,7% da variação interindividual no MT_{RSA} e TM_{RSA} , respectivamente. Diferente das outras variáveis, a massa corporal e a adiposidade (representada pelo ΣDC) apresentaram uma relação negativa com as medidas de *sprints* repetidos. Esses achados enfatizam a importância da inter-relação entre o crescimento, a maturação esquelética e o desenvolvimento da aptidão aeróbia específica para o desempenho de *sprints* repetidos. Estes resultados estão de acordo com a hipótese do presente trabalho que elencou a maturação esquelética e/ou o tamanho ou composição corporal como preditores significantes do desempenho no teste de *sprints*

repetidos (6 x 20+20 m) independente da idade cronológica e capacidade de endurance intermitente (PV_{T-CAR}).

Na amostra do presente estudo, 24 jogadores foram classificados como adiantados, enquanto apenas um jogador foi considerado tardio na maturação esquelética. A mesma característica seletiva tem sido encontrada em estudos prévios com adolescentes europeus de esportes intermitentes^{15,29,30} mostrando que meninos classificados como adiantados na maturação esquelética são preferencialmente selecionados pelos treinadores e coordenadores técnicos em comparação aos seus companheiros de maturação tardia. Essa mudança na proporção de meninos atrasados e adiantados durante a adolescência tem implicações práticas no que se refere às estratégias e critérios de seleção usados por treinadores e coordenadores técnicos^{15,25,26}.

Durante a adolescência, o desempenho em sprints repetidos é diretamente influenciado pela idade cronológica²² e por outros fatores relacionados ao crescimento e maturação biológica¹³. Além disso, outras qualidades físicas relacionadas ao desempenho esportivo tem sido consideradas como cruciais para o desenvolvimento da capacidade de *sprints* repetidos durante a adolescência^{5,21}.

O desenvolvimento da aptidão aeróbia geral (VO_{2max} , VO_{2max} e limiares anaeróbios) e específica (capacidade de endurance intermitente) são aspectos considerados essenciais para otimizar o desempenho em

sprints repetidos^{17,18,21}. No presente estudo, relações moderadas foram identificadas para o PV_{T-CAR} com o MT_{RSA} ($r=0,38$; $p=0,024$) e TM_{RSA} ($r=0,52$; $p=0,002$). Em um outro estudo, uma relação maior foi observada entre o PV_{T-CAR} e TM_{RSA} , expresso em segundos ($r=-0,71$; $p<0,01$) em jogadores júnior de futebol (18 anos)²⁰. Além disso, DA SILVA et al.¹⁷ encontraram relações também moderadas entre VO_2pico e TM_{RSA} ($r=-0,38$; $p<0,05$). Esses achados reforçam a importância de aprimorar principalmente a aptidão aeróbia específica ao futebol, isto é, a capacidade de endurance dos jogadores em realizar esforços intermitentes de alta intensidade para maximizar o desempenho em sprints repetidos^{4,5}.

No presente estudo, adicionalmente ao PV_{T-CAR} , a massa corporal e a idade esquelética representaram 39% da variância do MT_{RSA} em jovens jogadores de futebol. Essas mesmas variáveis independentes, com a inclusão da idade cronológica e a substituição da massa corporal pelo ΣDC , explicaram em torno de 49% da variação interindividual do TM_{RSA} . Apesar do MT_{RSA} estar mais relacionado à capacidade de realizar esforços máximos e o TM_{RSA} ser mais associado à capacidade de sustentar esforços máximos repetidamente⁷, o que poderia sugerir diferentes determinantes, nossos resultados mostraram que ambas as medidas de desempenho no teste de sprints repetidos são explicadas por alguns fatores similares. Em outro estudo, FIGUEIREDO et al.¹² mostraram que 48% da variância do MT_{RSA} em jovens jogadores de futebol (13-14 anos) são explicados pelos anos de treinamento, estatura, adiposidade e razão entre altura sentada e estatura. Na mesma direção, CARVALHO et al.¹⁶ identificaram a idade cronológica, maturidade esquelética, anos de treinamento, massa corporal e estatura como os principais preditores do desempenho em sprints repetidos (7 x 34,2 m), explicando 44% e 46% da variação no MT_{RSA} e TM_{RSA} em adolescentes jogadores de basquetebol. Os achados reportados no atual estudo e nos estudos prévios foram consistentes em mostrar que a idade cronológica, idade esquelética, massa corporal e adiposidade são fatores considerados essenciais e independentes para explicar o desempenho de sprints repetidos durante o período da puberdade. De acordo com os estudos de FIGUEIREDO et al.¹² e CARVALHO

et al.¹⁶, o tempo de prática na modalidade também exerce um papel fundamental no desempenho em sprints repetidos, sugerindo que o acúmulo de diferentes estímulos de treinamentos específico à modalidade ao longo dos anos de prática é capaz de maximizar a capacidade de realizar esforços intermitentes de alta intensidade intercalados com curtos intervalos de recuperação.

A massa corporal é uma medida de crescimento que tem sido diretamente relacionado a diferentes atributos de desempenho físico do jovem atleta^{12,16,31}. Particularmente em esforços de alta intensidade e curta duração, como saltos verticais e protocolos de *sprints* repetidos, a relação da massa corporal com a medida de desempenho parece ser dependente do tipo da tarefa motora realizada. Estudos prévios tem reportado que a massa corporal é positivamente relacionada com a produção de potência durante protocolos realizados em cicloergômetros¹⁶ e no salto vertical³² (não requerem o deslocamento da massa corporal através do espaço). Em contrapartida, o coeficiente padronizado negativo da massa corporal e positivo do PV_{T-CAR} e IE no presente estudo (TABELA 2) indica que os jogadores mais leves com maior capacidade de endurance intermitente e que estão adiantados na maturação esquelética tem melhor desempenho no teste de sprints repetidos (MT_{RSA}). Outro estudo com adolescentes jogadores de basquetebol também encontrou que meninos mais leves atingem melhor desempenho em um protocolo de corrida de *sprints* repetidos (Line Drill Test) específico para o basquetebol¹⁶. Dentro dessa perspectiva, é possível sugerir que jogadores com menor massa corporal apresentam melhores desempenhos em protocolos de curta duração e alta intensidade que requeiram o deslocamento da massa corporal através do espaço.

Além disso, a relação negativa do ΣDC com o TM_{RSA} sugere que uma menor adiposidade subcutânea, e por inferência uma maior quantidade de massa livre de gordura pode ser fundamental para o desenvolvimento em sprints repetidos durante o período da adolescência. Estudos transversais tem confirmado realmente essa relação inversa entre a adiposidade e o desempenho em *sprints* repetidos em jogadores de diferentes modalidades coletivas^{12,16}. Adicionalmente,

estudos longitudinais tem dado sustentação científica para considerar, ainda que por inferência, a massa livre de gordura como uma importante variável preditora do desempenho em sprints repetidos^{4,5}. Por exemplo, SANTOS et al.⁵ encontraram que a cada 1 kg de aumento na massa livre de gordura seria esperado uma melhora de 0,25 s no tempo total dos sprints em jogadores de futebol entre 11 e 17 anos de idade. Em jovens jogadores de futebol envolvidos em um processo de treinamento sistemático, como é o caso da atual amostra, esse menor percentual de adiposidade subcutânea e, por consequência, maior massa livre de gordura, particularmente o desenvolvimento da massa muscular na região dos membros inferiores³³, pode resultar em mais força/potência e maior capacidade de mudar de direção em testes de sprints repetidos com distâncias relativamente curtas (6 x 20+20 m)⁴.

O impacto da maturação biológica sobre diferentes componentes de desempenho físico em adolescentes jogadores de esportes intermitentes também tem sido descritos^{12,29}. Dentro de um grupo de adolescentes jogadores de futebol com a mesma idade cronológica, meninos de maturação precoce são, em média, mais pesados, mais rápidos, mais fortes, e mais potentes que seus companheiros de equipe tardios na maturação^{14,30}. Ainda, esses jogadores adiantados no processo maturacional são capazes de realizar mais sprints e percorrer maiores distâncias em altas intensidades durante partidas competitivas³⁴. Em razão disso, as variações relacionadas à maturação biológica tem sido um componente decisivo durante o processo de seleção e identificação de jovens talentos em diversos esportes, em especial nas decisões e julgamentos dos treinadores e coordenadores técnicos a respeito do potencial de um jovem atleta^{35,36}. Nosso resultado foi consistente em mostrar uma relação moderada e positiva da idade esquelética com o MT_{RSA} e o TM_{RSA} . Outro achado relevante da atual pesquisa foi que a maturação esquelética exerceu uma influência positiva sobre o MT_{RSA} e o TM_{RSA} independente das variações relacionadas à idade cronológica, ao crescimento e à aptidão aeróbia em um grupo de adolescentes jogadores de futebol homogêneos em relação ao nível de treinamento. Isso sugere que mesmo em um grupo de jovens atletas com maior proporção

de meninos classificados como normomaturados e adiantados na maturação esquelética, espera-se alguma vantagem no desempenho em sprints repetidos em favor daqueles mais velhos biologicamente após controlar o efeito da massa corporal, ΣDC , idade cronológica e PV_{T-CAR} . Note que a idade esquelética foi identificada como preditora primária do MT_{RSA} e secundária para o TM_{RSA} . Para o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo demonstrando uma relação direta da maturação esquelética com o desempenho no teste de sprints repetidos proposto por IMPELLIZZERI et al.¹¹. A razão em usar esse protocolo de sprints repetidos¹¹ está atrelada a maior especificidade no padrão de movimento (inclusão de mudanças de direção de 180°) comparado a outros protocolos que usam sprints lineares. Esses protocolos de sprints repetidos com mudanças de direção parecem induzir um maior estresse cardiorrespiratório (representadas pelas medidas de ventilação minuto e VO_2) e metabólico ([La]) comparado àqueles de sprints lineares³⁷. Além disso, não haviam estudos mostrando a relação do MT_{RSA} e TM_{RSA} derivados desse protocolo de sprints (6 x 20+20 m) com indicadores de maturidade biológica em jovens. Até então, os estudos reportando o efeito da maturação biológica sobre o desempenho em sprints repetidos^{4,5,9,12} usavam outros protocolos, como aqueles proposto por BANGSBO⁸ (7x 34,2 m) e BUCHHEIT et al.⁹ (10 x 30 m). Essa informação será fundamental para os profissionais que vem usando protocolo do IMPELLIZZERI et al.¹¹ na prática. É possível que as melhorias na função neural, coordenação motora, mudanças na arquitetura muscular e no metabolismo energético muscular durante o período da puberdade sejam as principais justificativas para o efeito da maturação esquelética nesses testes anaeróbios de intensidade máxima¹³, mesmo em adolescentes habituados com o processo de treinamento.

Importantes implicações práticas podem ser apresentadas a partir dos achados do atual estudo, em especial para aqueles profissionais envolvidos nos setores de seleção e identificação de jovens talentos. É comum clubes aplicarem durante o processo de formação inúmeros testes de campo para avaliar aspectos relacionados à aptidão física e qualidade técnica do jovem jogador^{12,31,36}. Contudo, o desempenho nos testes físicos, ao contrário dos testes de habilidade

técnica, acaba sendo diretamente influenciado pelas constantes variações associados ao crescimento e maturação biológica¹³, induzindo muitas vezes treinadores e coordenadores técnicos a interpretações e decisões equivocadas a respeito do potencial desse jovem jogador. Testes físicos realizados em situações de campo que sejam dependentes da maturação biológica, como o protocolo de sprints repetidos usado no atual estudo, podem favorecer aqueles jogadores adiantados no processo maturacional enquanto desfavorecem os seus companheiros de maturação mais tardia. Esse julgamento inadequado baseado somente no desempenho físico (abordagem unidimensional) tem feito com que muitos jovens talentos de maturação tardia acabem sendo eliminados do processo de formação por treinadores ou até mesmo desistindo do esporte³⁸. Portanto, tem sido sugerido que testes de campo independente do nível maturacional contemplando diferentes habilidades e competências associadas ao esporte sejam utilizadas para avaliar o potencial do jovem atleta³⁵. Caso seja aplicados testes de campo relacionados com a maturação biológica, faz-se necessário que os resultados de desempenho sejam interpretados considerando os efeitos do tamanho corporal e nível de maturidade do atleta.

Por fim, algumas limitações do presente estudo devem ser observadas. Primeiro, a nossa amostra foi relativamente pequena avaliando somente adolescentes entre 13 e 15 anos de idade. Note que apenas um jogador foi classificado como atrasado na maturação esquelética no presente estudo. Logo, é necessário ter cautela ao extrapolar os resultados desse estudo para adolescentes de outras faixas etárias e outros esportes intermitentes. Segundo, a idade esquelética embora seja considerada o melhor indicador de maturidade, sua aplicação em situações práticas de campo pode ser limitada devido ao alto custo da realização do raio-x e à necessidade de avaliadores experientes.

Em conclusão, o presente estudo demonstrou relações positivas e moderadas da idade cronológica, idade esquelética e capacidade de endurance intermitente com as medidas de *sprints* repetidos. Além disso, a maturação esquelética e as medidas de composição e tamanho corporal tiveram um efeito independente sobre os parâmetros de desempenho em sprints repetidos (MT_{RSA} e TM_{RSA}) de adolescentes jogadores de futebol. Dessa forma, futuras intervenções usando este protocolo de *sprints* repetidos em adolescentes devem controlar as variações relacionadas ao processo de crescimento e maturação biológica.

Agradecimentos

Os autores do presente estudo gostariam de agradecer ao professor Manuel João Coelho-e-Silva da Universidade de Coimbra pela sua importante ajuda e contribuição técnica durante a análise das radiografias. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro durante o período desse estudo.

Conflitos de Interesses

Os autores do presente estudo declaram não ter nenhum potencial conflito de interesse.

Abstract

Repeated sprint ability in young soccer players: effects of skeletal maturation, growth and aerobic fitness.

The aim of the present study was to determine the contribution of intermittent endurance running capacity, chronological age, skeletal maturation, and body size and composition to the inter-individual variations on repeated sprints ability (RSA) in youth soccer players. Thirty-five under-15 soccer players (age: 14.9 ± 0.6 years) were recruited from a soccer professional team to take part of this study. Body size and skeletal age (Fels method) were determined for all players. Anthropometric assessments included measurements of body mass, height, and skinfolds (triceps and subscapular). Skinfolds were summed to provide a subcutaneous adiposity index (week 1). The Carminatti Test (T-CAR) was used to assess intermittent endurance running capacity (given by peak velocity derived from T-CAR [PV_{T-CAR}]) and a repeated sprint protocol (RSA - 6 x 20+20 m) to assess the best time (RSA_{best}) and mean time (RSA_{mean}) (week 2). Pearson correlation and multiple linear regression analysis were used to examine the independent effects of intermittent endurance running, chronological age, maturity, body size and composition on RSA performance outcomes. Chronological age, skeletal age and PV_{T-CAR} were significantly associated with RSA_{best} ($r=0.42, 0.46$ and 0.38 ; $p<0.05$) and RSA_{mean} ($r=0.53, 0.45$ and 0.52 ; $p<0.05$), respectively. In addition, body mass and adiposity were identified as negative predictors of the RSA performance outcomes. These independent variables accounted for 39% and 49% of the inter-individual variance in RSA_{best} and RSA_{mean} , respectively. In conclusion, skeletal maturation, body size, fatness, chronological age and intermittent endurance running had an independent effect on repeated sprint ability in youth soccer players.

KEYWORDS: Adolescence; Biological age; Physical performance; Soccer.

Referências

1. Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Med.* 2011;41(8):673-694.
2. Castagna C, D'Ottavio S, ABT G. Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):775-780.
3. Buchheit M, Mendez-villanueva, Simpson BM, Bourdon PC. Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *Int J Sports Med.* 2010;31(10):709-716.
4. Valente SJ, Coelho-e-Silva MJ, Martins R, et al. Modelling developmental changes in repeated-sprint ability by chronological and skeletal ages in young soccer players. *Int J Sports Med.* 2012;33(10):773-780.
5. Valente SJ, Coelho-e-silva MJ, Severino V, et al. Longitudinal study of repeated sprint performance in youth soccer players of contrasting skeletal maturity status. *J Sport Sci Med.* 2012;11(3):371-379.
6. Buchheit M, Simpson BM, Mendez-Villanueva A. Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *Int J Sports Med.* 2013;34(1):40-48.
7. Bortolotti H, Pasquarelli BN, Soares-caldeira LF, Altissimi LR, Nakamura FY. Avaliação da capacidade de realizar sprints repetidos no futebol. *Rev Mot.* 2010;16(4):1006-1012.
8. Bangsbo J. *Fitness Training in Football: A Scientific Approach.* illustrate. August Krogh Institute, University of Copenhagen; 1994. Disponível em: <https://www.amazon.co.uk/Fitness-Training-Football-Scientific-Approach/dp/8798335073>.
9. Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Kuitunen S, Douglas A, Peltola E, Bourdon P. Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. *J Sports Sci.* 2011;29(5):477-484.
10. Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med.* 2007;28(3):228-235.
11. Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, et al. Validity of a repeated-sprint test for football. *Int J Sports Med.* 2008;29(11):899-905.

12. Figueiredo AJ, Coelho-e-Silva MJ, Malina RM. Predictors of functional capacity and skill in youth soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(3):446-454.
13. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. 2th. ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
14. Malina RM, Eisenmann JC, Cumming SP, Ribeiro B, Aroso J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(5-6):555-562.
15. Malina RM, Peña Reyes ME, Eisenmann JC, Horta L, Rodrigues J, Miller R. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *J Sports Sci*. 2000;18(9):685-693.
16. Carvalho HM, Silva MJCE, Figueiredo AJ, et al. Predictors of maximal short-term power outputs in basketball players 14-16 years. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(5):789-796.
17. Da Silva JF, Guglielmo LGA, Bishop D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *J strength Cond Res*. 2010;24(8):2115-2121.
18. Dupont G, McCall A, Prieur F, Millet GP, Berthoin S. Faster oxygen uptake kinetics during recovery is related to better repeated sprinting ability. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(3):627-634.
19. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sport Med*. 2005;35(12):1025-1044.
20. Da Silva JF, Guglielmo LGA, Carminatti LJ, De Oliveira FR, Dittrich N, Paton CD. Validity and reliability of a new field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. *J Sports Sci*. 2011;29(15):1621-1628.
21. Spencer M, Pyne D, Santisteban J, Mujika I. Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011;6(4):497-508.
22. Mujika I, Spencer M, Santisteban J, Goiriena JJ, Bishop D. Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *J Sports Sci*. 2009;27(14):1581-1590.
23. Lohmann TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. 3rd. ed. Illinois: Human Kinetics Books, Champaign; 1988.
24. Roche AF, Chumlea WC, Thissen D. Assessing the Skeletal Maturity of the Hand-Wrist: FELS. *Am J Hum Biol*. 1989;1(2):175-183
25. Malina RM, Peña Reyes ME, Figueiredo AJ, et al. Skeletal age in youth soccer players: implication for age verification. *Clin J Sport Med*. 2010;20(6):469-474.
26. Malina RM. Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports Med*. 2011;41(11):925-947.
27. Teixeira AS, Da Silva JF, Carminatti LJ, Dittrich N, Castagna C, Guglielmo LGA. Reliability and validity of the Carminatti's test for aerobic fitness in youth soccer. *J strength Cond Res*. 2014;28(11):3264-3273.
28. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(1):3-13.
29. Matthys SPJ, Vaeyens R, Coelho-e-Silva MJ, Lenoir M, Philippaerts R. The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *Int J Sports Med*. 2012;33(7):543-549.
30. Figueiredo AJ, Coelho-e-Silva MJ, Cumming SP, Malina RM. Size and maturity mismatch in youth soccer players 11- to 14-years-old. *Pediatr Exerc Sci*. 2010;22(4):596-612.
31. Coelho E Silva MJ, Figueiredo AJ, Moreira Carvalho H, Malina RM. Functional capacities and sport-specific skills of 14- to 15-year-old male basketball players: Size and maturity effects. *Eur J Sport Sci*. 2008;8(5):277-285.
32. Carvalho HM, Coelho-e-Silva MJ, Gonçalves CE, Philippaerts RM, Castagna C, Malina RM. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size and maturation in adolescent basketball players. *Ann Hum Biol*. 2011;38(6):721-727.
33. Hoshikawa Y, Iida T, Muramatsu M, et al. Thigh muscularity and strength in teenage soccer players. *Int J Sports Med*. 2013;34(5):415-423.
34. Buchheit M, Mendez-Villanueva A. Effects of age, maturity and body dimensions on match running performance in highly trained under-15 soccer players. *J Sports Sci*. 2014;32(13):1271-1278.
35. Meylan C, Cronin J, Oliver J, Hughes M. Reviews: Talent Identification in Soccer: The Role of Maturity Status on Physical, Physiological and Technical Characteristics. *Int J Sport Sci Coach*. 2010;5(4):571-592.
36. Pearson DT, Naughton G a, Torode M. Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *J Sci Med Sport*. 2006;9(4):277-287.
37. Buchheit M, Bishop D, Haydar B, Nakamura FY, Ahmaidi S. Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *Int J Sports Med*. 2010;31(6):402-409.
38. Figueiredo AJ, Gonçalves CE, Coelho-e-Silva MJ, Malina RM. Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *J Sports Sci*. 2009;27(9):883-891.

ENDEREÇO

Anderson Santiago Teixeira
Universidade Federal de Santa Catarina
R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n - Trindade
88040-900 - Florianópolis - SC - Brasil
E-mail: anderson.santeixeira@gmail.com