

RELAÇÃO DA MATURAÇÃO SOMÁTICA E IDADE CRONOLÓGICA COM DESEMPENHO FÍSICO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES PRATICANTES DE FUTEBOL

Júlio Cesar Barbosa de Lima Pinto^{1,2}, João Pedro da Silva Caneiro², Felipe Rocha Alves²

RESUMO

Objetivo: Este estudo investigou a relação entre idade cronológica, maturação somática e desempenho físico de crianças e adolescentes praticantes de futebol, bem como, utilizou-se da Análise de Componentes Principais (ACP) para identificar quais variáveis físico-biológicas se associam com o desempenho neuromuscular e aeróbico. **Materiais e métodos:** Participaram 44 crianças e adolescentes do sexo masculino, distribuídos em três faixas etárias (≤ 11 , ≤ 13 e ≤ 15 anos). Foram avaliados variáveis antropométricas, estimativa do pico de velocidade de crescimento (PHV), testes de agilidade, velocidade, força explosiva de membros inferiores e aptidão cardiorrespiratória, segundo protocolo PROESP-Br. Aplicou-se ANOVA unidirecional para comparação entre grupos e ACP para síntese das variáveis físicas. **Resultados:** Adolescentes com maior idade cronológica e mais próximos ao pico de velocidade de crescimento apresentaram melhor desempenho em velocidade, força explosiva e aptidão cardiorrespiratória ($p < 0,001$). A agilidade variou apenas entre faixas etárias ($p = 0,03$), sem diferença por maturação. A Análise de Componentes Principais identificou um índice geral de desenvolvimento físico-biológico fortemente correlacionado com força ($r = 0,83$), velocidade ($r = -0,82$) e capacidade aeróbica ($r = 0,73$), e moderadamente com agilidade ($r = -0,46$). **Conclusão:** O desempenho físico em adolescentes praticantes de futebol é influenciado por marcadores de crescimento e maturação biológica. Considerar conjuntamente idade cronológica, PHV e variáveis antropométricas permite uma compreensão mais precisa do potencial físico desses jovens, contribuindo para avaliações mais equitativas e intervenções esportivas mais eficazes.

Palavras-chave: Maturação biológica. Aptidão física. Futebol. Desenvolvimento físico. Adolescência.

1 - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

ABSTRACT

Relationship between somatic maturation and chronological age and physical performance of children and adolescents' football player

Objective: This study investigated the relationship between chronological age, somatic maturation, and physical performance in youth football players. Additionally, Principal Component Analysis (PCA) was used to identify which physical-biological variables are associated with neuromuscular and aerobic performance. **Materials and Methods:** A total of 44 male children and adolescents were included, grouped into three age categories (≤ 11 , ≤ 13 , and ≤ 15 years). Anthropometric variables, peak height velocity (PHV) estimation, agility, sprint speed, lower-limb explosive strength, and cardiorespiratory fitness were assessed following the PROESP-Br protocol. One-way ANOVA was used for group comparisons, and PCA was applied to synthesize the physical variables. **Results:** Participants with higher chronological age and closer proximity to PHV demonstrated superior performance in sprinting, explosive strength, and aerobic capacity ($p < 0.001$). Agility differed only between age groups ($p = 0.03$), with no significant differences by maturation status. PCA identified a general index of physical-biological development, which showed strong correlations with explosive strength ($r = 0.83$), speed ($r = -0.82$), and aerobic capacity ($r = 0.73$), and a moderate correlation with agility ($r = -0.46$). **Conclusion:** Physical performance in youth football players is influenced by markers of growth and biological maturation. Considering chronological age, PHV, and anthropometric measures in combination provides a more accurate understanding of the athletic potential of young athletes, supporting more equitable assessments and effective training interventions.

Key words: Biological maturation. Physical fitness. Football. Physical development. Adolescence.

2 - Centro Universitário Fatene, Caucaia, Ceará, Brasil.

INTRODUÇÃO

O treinamento físico esportivo, de maneira adequada e bem gerenciado, para crianças e adolescentes tem o potencial de aprimorar o desenvolvimento de maneira global (Lloyd e colaboradores 2016; Sociedade Brasileira de Pediatria, 2025).

Existe uma importante preocupação sobre quais práticas físico-esportivas apresentam melhor impacto na saúde e no desenvolvimento dessa população (Soares e colaboradores 2023; Alves, Lima, 2008), ou que se relacionam com o desenvolvimento de aptidões físicas.

A aptidão física entre crianças e adolescentes é um importante indicador da saúde ao longo da vida, além disso precisa-se considerar o declínio em alguns aspectos da aptidão física entre crianças e adolescentes para orientar esforços futuros na mudança dessa realidade.

Para a Sociedade Brasileira de Pediatria (2025), a prática esportiva, em crianças e adolescentes pode ocorrer de caráter recreativo e de caráter competitivo, esse último envolve uma maior intensidade na prática e uma regular participação em competições, adicionalmente a sociedade esclarece que ambos apresentam impactos positivos no crescimento e desenvolvimento.

Para favorecer uma prática esportiva mais coerente com o público de crianças e adolescentes é necessário reter e analisar o maior número possível de informações de perfil antropométrico, social e físico para melhor gerenciar a prática esportiva.

Menegassi e colaboradores (2017) investigando jovens futebolistas de nível regional, observaram que a maturação somática, por meio do Pico de Velocidade de Crescimento (PVC) foi preditora de diversas capacidades físicas como a capacidade aeróbia, a força de membros inferiores e a força de membros superiores.

Paralelamente a isso, utilizar estratégias de sintetizar variáveis por meio de Análise de Componentes Principais, pode ajudar uma relação entre componentes físico de adolescentes e a relação com as modalidades esportivas (Figueiredo e colaboradores, 2019).

A relação entre atributos físico-biológicos e desempenho físico apresenta-se pertinente para o público de crianças e adolescentes. Em estudos clássicos,

identificou-se que medidas de composição corporal (Miranda e colaboradores, 2014) e desempenho físico (Mortatti e colaboradores, 2013) apresentam diferentes respostas em diferentes momentos do pico de velocidade do crescimento.

E mais recentemente, Borges e colaboradores, (2018) identificaram que o PVC explica variáveis de desempenho em jovens atletas. Em um posicionamento oficial envolvendo importantes pesquisadores do treinamento em populações de crianças e adolescentes Lloyd e colaboradores, (2016) ressalta que ao se tratar com jovens atletas um profissional qualificado deve apresentar uma compreensão adequada da ciência do exercício pediátrico, prescrição de exercícios, avaliação de técnicas e métodos de teste, além de outros aspectos.

Portanto, parece que entender como as variáveis de desenvolvimento físico-biológico estão e como elas se associam com o desempenho físico é necessário na população de crianças e jovens praticantes de esporte.

Assim, o objetivo do estudo foi investigar a relação entre idade cronológica, maturação somática e desempenho físico de crianças e adolescentes praticantes de futebol, bem como, utilizou-se da Análise de Componentes Principais (ACP) para identificar quais variáveis físico-biológicas se associam com o desempenho neuromuscular e aeróbico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento do estudo

A coleta de dados ocorreu no período de maio a julho de 2023. Inicialmente os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios da pesquisa e, em seguida levaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE para seus pais/responsáveis. Ao receber o TCLE dos participantes, eles atestaram sua participação de maneira voluntária assinando o Termo de Assentimento.

Em um segundo momento foram realizadas as medidas antropométricas e informações de idade dos participantes para determinação da maturação somática.

Posteriormente, foram realizadas três visitas no período das 15:00h às 16:00h as segundas-feiras para avaliar o desempenho neuromuscular (agilidade, velocidade e força explosiva de membro inferiores) e capacidade

aeróbica, de acordo com a bateria de testes da PROESP Brasil (Gaya e colaboradores 2021).

O estudo atende as resoluções 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e a declaração de Helsinki para pesquisas envolvendo seres humanos e foi aprovado no comitê de ética da faculdade FATENE (parecer nº:7.339.367).

Amostra

A amostra foi determinada de maneira não probabilística, o projeto possui 56 crianças e adolescentes praticantes. Desse total, cinco participantes não retornaram como TCLE assinado pelos responsáveis, cinco não aceitaram participar e dois não completaram todos os testes.

Portanto, a amostra final do estudo foi de 44 crianças e adolescentes jogadores de futebol do sexo masculino de três categorias distintas [≤ 11 anos (n=14), ≤ 13 anos (n=16) e ≤ 15 anos (n=14)].

Instrumento e procedimentos

A medida da maturação somática determina a distância, em anos, que os adolescentes se encontram em relação ao pico de velocidade de crescimento (PVC), utilizando a interação entre a idade, estatura, peso, altura tronco-encefálica (ATC) e comprimento de membros inferiores (CMI).

As informações são inseridas na equação:

$$\text{PVC} = -9,236 + 0,0002708 (\text{CMI} \times \text{ATC}) - 0,001663 (\text{Idade} \times \text{CMI}) + 0,007216 (\text{Idade} \times \text{ATC}) + 0,02292 (\text{peso/estatura}).$$

As medidas antropométricas (estatura, peso, altura tronco-encefálica) avaliadas seguiram as normativas da International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).

O teste do quadrado (4x4) foi utilizado para medir a agilidade. Ao sinal sonoro o participante deslocou-se até o cone na direção diagonal, depois em direção ao cone à sua esquerda, depois se deslocando para o cone em diagonal e finalizou-se correndo em direção ao cone de partida. O avaliado deveria tocar com uma das mãos cada cone que demarcavam o percurso. O cronômetro foi acionado na saída e fechado quando o avaliado o toque no último cone. Foram realizadas duas tentativas, registrando-se o melhor tempo de

execução (Gaya e colaboradores 2021). O coeficiente de correlação intraclass (CCI) entre as tentativas foi $> 95\%$.

A corrida de 20 metros foi o teste para determinar a velocidade. O participante posicionava-se de pé, com um pé avançado à frente imediatamente atrás da linha de partida, foi informado ao participante que deveria cruzar o terceiro cone, o mais rápido possível. Ao sinal do avaliador, o participante deslocou-se o mais rápido possível, em direção à linha do último cone. O cronômetro iniciou a partir do primeiro passo do avaliado ultrapassava-se a linha de partida e foi fechado ao cruzar o segundo cone (posicionado a 20 metros) (Gaya e colaboradores 2021). Foram realizadas duas tentativas, registrando-se o melhor tempo de execução (CCI $> 95\%$).

O último teste para desempenho neuromuscular foi o teste de salto horizontal. Para essa avaliação uma trena foi fixada ao solo, perpendicularmente à linha de salto e fixou-se a posição inicial do salto no ponto zero da trena. O aluno colocou-se alinhado e atrás da linha de partida com os pés paralelos e ligeiramente afastados. Ao sinal do avaliador, o participante saltou a maior distância possível. Foram realizadas duas tentativas (CCI $> 95\%$), registrando-se o melhor resultado, conforme sugere Gaya e colaboradores, (2021).

Para medida da aptidão cardiorrespiratória realizou-se o teste de corrida de 6 minutos. Os participantes foram divididos em grupos de cinco pessoas e cada grupo recebeu uma explicação sobre como deveria ser executado o teste, enfatizando o fato de que os participantes deveriam correr o maior tempo possível e evitassem piques de velocidade. Os participantes também foram informados que não deveriam parar ao longo do trajeto (salvo em caso necessário). Durante a execução do teste os participantes foram informados sobre o tempo no 2º, 4º e 5º minuto ("Atenção: falta 1 minuto"). Ao final do teste, os alunos deveriam interromper a corrida, permanecendo no lugar onde estavam (no momento do sinal) até ser anotada ou sinalizada a distância percorrida (Gaya e colaboradores 2021).

Para apresentação dos dados utilizou-se estatística descritiva (média, desvio-padrão, frequência e percentual, intervalo e confiança 95% [IC 95%]). Atestou-se a normalidade dos dados com o teste de Shapiro-Wilk ($p>0,05$). Posteriormente, utilizou-se ANOVA one way para comparar a diferença no desempenho em função da idade cronológica e da idade

maturacional. O η^2 parcial foi utilizado para determinar o tamanho do efeito da ANOVA e o post hoc de Tukey foi utilizado para identificar a posição das diferenças. Adotou valores significativos quando $p < 0,05$.

Para investigar a relação entre características corporais e maturacionais com o desempenho físico, foi conduzida uma Análise de Componentes Principais utilizando as variáveis: idade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC) e pico de velocidade de crescimento (PVC). A adequação da amostra para a análise fatorial foi verificada por meio do índice Kaiser-Meyer-Olkin ($KMO = 0,54$) e do teste de esfericidade de Bartlett ($\chi^2(10) = 383,03$; $p < 0,001$), indicando correlações suficientes entre as variáveis para a extração de fatores. A análise revelou dois componentes principais (> 1), explicando conjuntamente 94,95% da variância total. O componente 1 explicou 72,28% da

variância e apresentou altas comunalidades, indicando que foram bem representadas pelos componentes extraídos (PVC (0,98), massa corporal (0,97) e IMC (0,97), seguidas por estatura (0,90) e idade (0,90). Esse padrão sugere que o componente 1 pode ser interpretado como um índice geral de desenvolvimento físico-biológico.

RESULTADOS

Na tabela 1 estão os dados de caracterização geral dos participantes, divididos por faixa etária. Observa-se que 31,8 % dos adolescentes estão com idade até 10,99 anos, 36,4 % possuem entre 11 e 12,99 anos e 31,8 apresentam idade igual ou superior a 13 anos. Os dados de peso corporal, estatura e pico de velocidade de crescimento são diferentes entre os grupos de faixa etária.

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos da pesquisa a partir da faixa etária, massa corporal e estatura.

	Geral (n=44)	$\leq 10,99$ anos (n=14)	11 a 12,99 anos (n=16)	≥ 13 anos (n=14)	F	p-valor
Idade (anos)	12,13 (2,25)	9,70 (1,29)	11,93 (0,44)	14,79 (0,99)	98,70	<0,01
Massa corporal (kg)	46,49 (12,55)	36,95 (8,99)	45,99 (11,26)	56,59 (9,26)	13,62	<0,01
Estatura (cm)	154,86 (14,29)	140,71 (6,11)	155,12 (11,58)	168,71 (7,82)	34,15	<0,01
PVC (anos)	-2,12 (1,70)	-3,85 (0,66)	-2,37 (0,65)	-0,12 (1,02)	77,93	<0,01

Fonte: Elaborado pelo autor. PVC: Pico de velocidade de crescimento

Na tabela 2, estão os dados de caracterização geral dos participantes, divididos pelo pico de velocidade do crescimento.

Nessa divisão, observa-se que 38,6% dos adolescentes estão com 3 ou menos anos de distância do pico de velocidade do

crescimento, 20% estão entre 2 e 2,99 anos de distância e 40,9 % estão a 1,99 anos de distância. Os dados de peso corporal, estatura e pico de velocidade de crescimento são diferentes entre os grupos com diferentes distâncias em anos do pico de velocidade do crescimento.

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos da pesquisa pelo pico de velocidade e crescimento.

	Geral (n=44)	≤ -3 anos (n=17)	-2 a -2,99 anos (n=9)	$\geq -1,99$ anos (n=18)	F	p-valor
Idade (anos)	12,13 (2,25)	10,01 (1,36)	11,95 (0,37)	14,23 (1,38)	49,98	<0,01
Massa corporal (kg)	46,49 (12,55)	37,12 (8,62)	42,56 (6,49)	57,29 (9,45)	25,10	<0,01
Estatura (cm)	154,86 (14,29)	141,76 (6,79)	151,33 (4,47)	169,00 (8,60)	62,91	<0,01
PVC (anos)	-2,12 (1,70)	-3,71 (0,67)	-2,54 (0,20)	-0,42 (1,08)	71,65	<0,01

Fonte: Elaborado pelo autor. PVC: Pico de velocidade de crescimento.

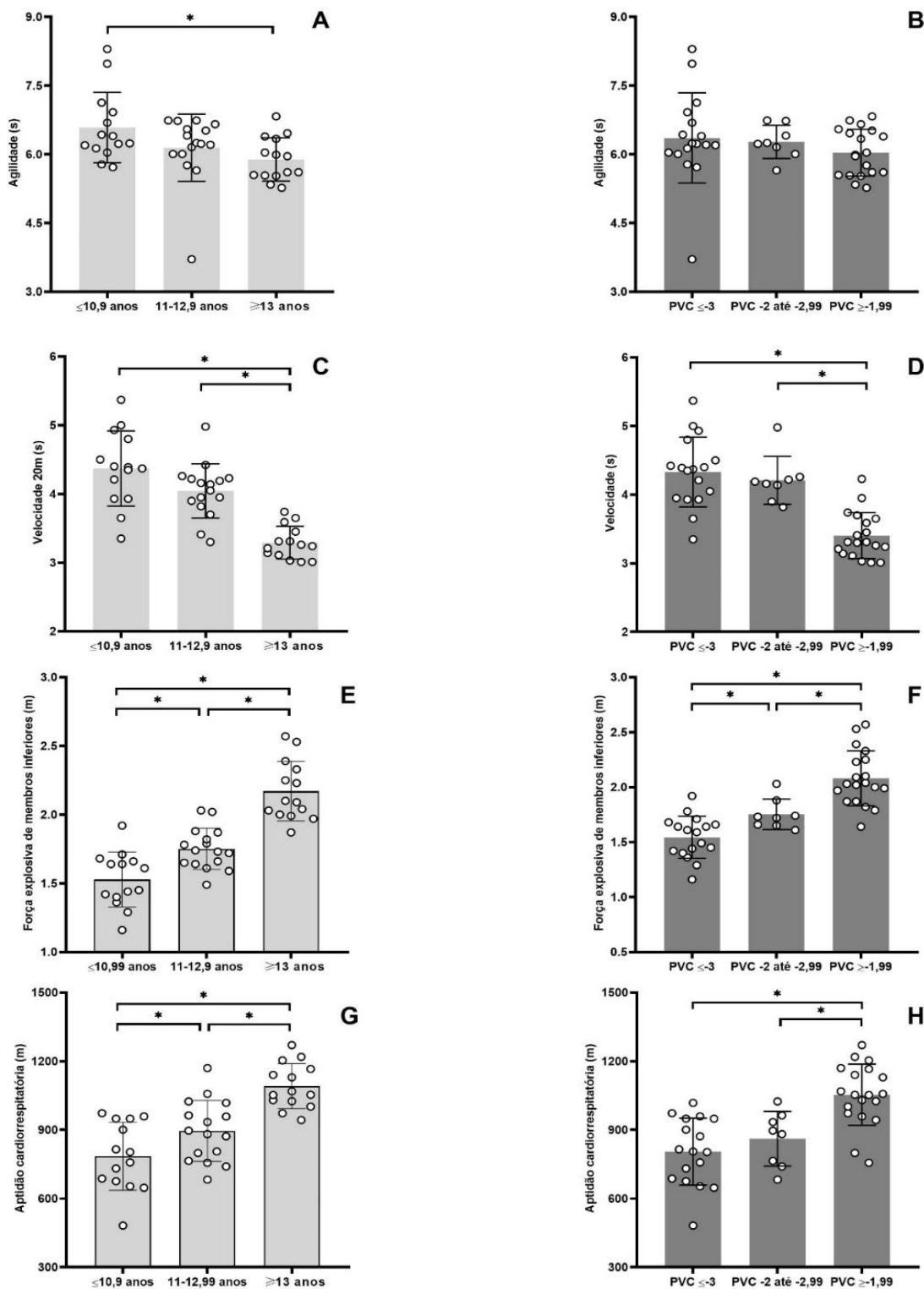


Figura 1 - Desempenho da agilidade, velocidade, resistência e força de membros inferiores nos grupos com diferentes faixas etárias (A, C, E, G) e nos diferentes estratos de maturação somática (B, D, F, H).
* Diferença significativa.

Na figura 1 estão as comparações do desempenho físico (agilidade, velocidade, resistência e força de membros inferiores) nas diferentes faixas etárias e nos diferentes estratos do PVC.

Encontrou-se diferença significativa nas diferentes faixas etárias no desempenho da agilidade (Figura 1 A, $F(2,43) = 3,81$, $p=0,03$).

O post hoc identificou diferença significativa na agilidade, em que adolescentes com idade $\leq 10,99$ anos tiveram menor performance comparados a adolescentes com idade ≥ 13 anos ($p = 0,02$, intervalo de confiança 95% [IC 95%]: 0,07 a 1,31).

Não houve diferença no desempenho da agilidade para os diferentes PVC (Figura 1 B, $p = 0,32$).

Houve diferença significativa nas diferentes faixas etárias no desempenho da velocidade (Figura 1 C, $F(2,43) = 25,40$, $p<0,01$).

O post hoc identificou que o grupo formado por adolescentes com idade ≥ 13 anos apresentaram melhor performance comparadas aos adolescentes com idade entre 11 e 12,99 anos ($p <0,01$, IC 95%: -1,11 a -0,38) e adolescentes $\leq 10,99$ anos ($p <0,01$, IC 95%: -1,45 a -0,70).

Quando dividido pelo PVC, observou-se diferença também para velocidade (Figura 1 D, $F(2,43) = 30,48$, $p <0,01$) em que adolescentes com distância do PVC $\geq -1,99$

anos tiveram melhor performance comparadas a adolescentes com -2 até -2,99 anos ($p <0,01$, IC 95%: -1,24 a -0,46) e aqueles com PVC menor que ≤ -3 anos ($p <0,01$, IC 95%: -1,29 a -0,65).

Observou-se diferença significativa nas diferentes faixas etárias no desempenho da força de membros inferiores (Figura 1 E, $F(2,43) = 41,834$, $p <0,01$). No grupo de adolescentes com idade ≥ 13 anos, esses apresentaram melhor força comparada à de adolescentes com idade entre 11 e 12,99 anos ($p <0,01$, IC 95%: 0,25 a 0,58) e $\leq 10,99$ anos ($p <0,01$, IC 95%: 0,46 a 0,81). E, ainda, adolescentes com idade entre 11 e 12,99 anos, apresentaram melhor resistência comparada à de adolescentes com $\leq 10,99$ anos ($p = 0,01$; IC 95%: 0,05 a 0,39). Quanto ao grupo dividido pelos estratos maturação somática, observou-se comportamento semelhante (Figura 4B, $F(2,43) = 31,105$, $p <0,01$). O post hoc identificou que adolescentes com distância do PVC $\geq -1,99$ anos, apresentaram melhor performance comparada à de adolescentes com -2 até -2,99 anos ($p = 0,01$, IC 95%: 0,12 a 0,54) e menor que 3 anos ($p <0,01$, IC 95%: 0,38 a 0,72). E, ainda, adolescentes com -2 até -2,99 anos de distância do PVC apresentaram melhor performance comparada à de adolescentes com menos de ≤ -3 anos do PVC ($p = 0,04$, IC 95%: 0,01 a 0,42).

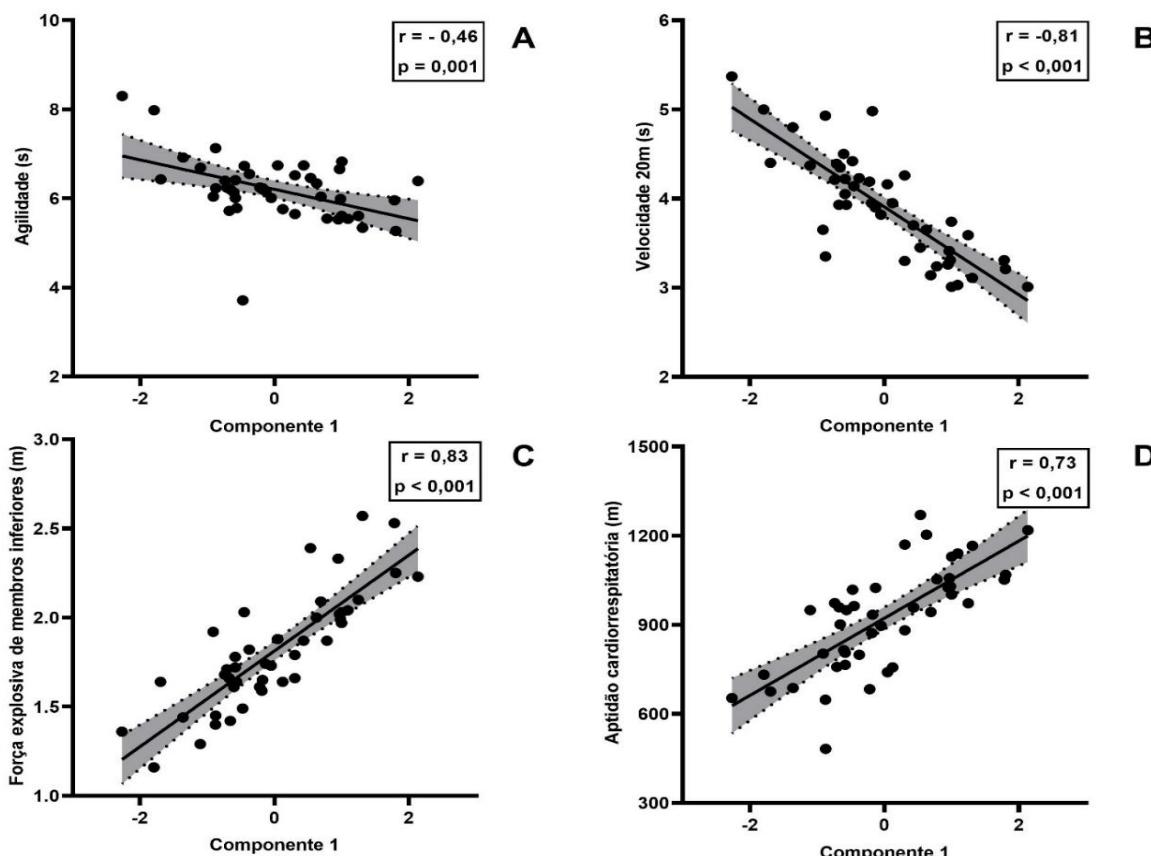


Figura 2 - Correlações entre agilidade (A), velocidade (B), força de membros inferiores (C) e aptidão cardiorrespiratória (D) com o componente principal.

Quanto ao desempenho da aptidão cardiorrespiratória, observou-se diferença significativa entre os grupos com diferentes faixas etárias (Figura 3A, $F(2,43) = 20,36$, $p < 0,01$). No grupo composto por adolescentes com idade ≥ 13 anos, esses apresentaram melhor aptidão cardiorrespiratória comparada a adolescentes com idade entre 11 e 12,99 anos ($p < 0,01$, IC 95%: 81,10 a 310,31) e adolescentes com idade $\leq 10,99$ anos ($p < 0,01$, IC 95%: 188,01 a 424,73).

E, ainda, adolescentes com idade entre 11 e 12,99 anos apresentaram melhor aptidão cardiorrespiratória comparada a adolescentes com $\leq 10,99$ anos ($p = 0,06$; IC 95%: -3,94 a 225,26). Para à maturação somática também se observou diferença entre os grupos (Figura 3B, $F(2,43) = 19,26$, $p < 0,01$), o post hoc identificou que somente os adolescentes que apresentaram distância do PVC $\geq -1,99$ anos tiveram melhor performance na aptidão cardiorrespiratória comparada à de adolescentes com PVC entre -2 até -2,99 anos

($p < 0,01$, IC 95%: 83,86 a 343,05) e menor que adolescentes com PVC ≤ -3 anos ($p < 0,01$, IC 95%: 155,47 a 370,19).

Na figura 2 estão as correlações entre o desempenho neuromuscular (agilidade, velocidade e força de membros inferiores) e aeróbio com o índice geral de desenvolvimento físico-biológico, componente 1 da análise dos componentes principais. Observou-se correlação moderada e negativa entre o componente 1 com a agilidade ($r = -0,46$, $p < 0,01$); correlação forte e negativa entre velocidade e o componente 1 ($r = -0,82$; $p < 0,01$); correlação forte e positiva entre força explosiva e o componente 1 ($r = 0,83$; $p < 0,01$); e por fim, correlação forte e positiva entre aptidão cardiorrespiratória e o componente 1 ($r = 0,73$; $p < 0,01$). O segundo componente não apresentou correlações significativas com nenhuma variável de desempenho físico.

DISCUSSÃO

Essa pesquisa objetivou comparar o desempenho físico de crianças e adolescentes praticantes de futebol entre a idade cronológica e a maturação somática, além disso verificar por meio da análise de componentes principais (ACP), quais as variáveis de desenvolvimento físico-biológico poderiam estar mais relacionadas com o desempenho neuromuscular e aeróbico.

Como principais achados verificou-se que adolescentes praticantes de futebol com maior idade cronológica e mais próximo ao momento do pico de velocidade de crescimento, apresentam melhor o desempenho de velocidade, da força explosiva de membros inferiores e da aptidão aeróbica. E adicionalmente, a partir da análise dos componentes principais variáveis de desenvolvimento físico-biológico se correlacionam fortemente com o desempenho neuromuscular e a aptidão aeróbica.

Em nossos achados adolescentes com maior idade cronológica ou mais próximo ao ano do pico de velocidade do crescimento apresentavam melhores resultados de desempenho físico, os resultados observados estão de acordo com a literatura (García-Santamaría e colaboradores 2024).

García-Santamaría e colaboradores (2024) observaram que adolescentes pós PVC apresentavam melhores resultados de desempenho em sprints e saltos. Tal resposta pode estar associada ao processo complexo de crescimento, desenvolvimento e maturação na qual o jovem atleta está passando, alterações hormonais como aumento nas concentrações hormônios anabólicos favorece a desempenho melhor daqueles que estão mais próximos do momento do PVC (Giudicelli e colaboradores, 2021; Bompa, Carrera, 2015).

Achados também foram semelhantes aos encontrados por Fernandez-Fernandez e colaboradores, (2023), adicionalmente os autores alertam que com base em seus achados estratégias de treinamento específicas são recomendadas, como treinamento neuromuscular e exercícios de habilidade de mudança de direção, relacionadas aos diferentes estágios de maturação.

Tais descobertas são pertinentes para essa população, pois compreender a influência do crescimento e da maturação nas medidas de aptidão física associados ao treinamento físico

auxilia na concepção e na progressão de programas (Jacobs, 2017).

A velocidade é uma capacidade necessária em diferentes esportes, levando em consideração esportes com grandes espaços para deslocamento como o futebol, além da velocidade o futebol necessita da habilidade de mudança de direção (Bompa, Carrera, 2015).

Em nossos achados constatou-se que o incremento da velocidade aumentava com o progredir da idade cronológica, e comportamento similar foi observado para o pico de velocidade do crescimento.

Esses achados são confirmados no estudo de Philippaerts e colaboradores (2006) que observou jovens atletas longitudinalmente e observaram que ao longo do tempo as capacidades físicas foram aumento com a proximidade do momento do PVC, atingindo maiores valores durante.

Considerando a agilidade, Bompa, Carrera, (2015) consideram um jovem atleta capaz que consegue mudar os padrões de movimento ou variar de direção rapidamente é considerado ágil e paralelamente essa capacidade pode depender de outras.

Nossos atletas com maior idade cronológica apresentaram melhores resultado na habilidade de mudança de direção, enquanto essa capacidade não se modificou em relação aos grupos com diferentes PVC.

Considerando esses achados, Dugdale, Sanders, Hunter (2020), os autores observaram que atletas cronologicamente mais jovens e menos maduros apresentaram desempenho menos para habilidade de mudança de direção e agilidade. Os autores atribuem essa a um comportamento da coordenação motora deficiente, a alfabetização física do mais jovens (Dugdale, Sanders, Hunter, 2020).

Para além disso, Guimarães e colaboradores (2019) identificaram que a maturação de jovens atletas explicam em até 66% da variância total do desempenho físico e ainda, existe uma participação significativa dos anos de treinamento na resposta em testes que envolvam habilidades dos jovens atletas.

Considerando a força explosiva de membros inferiores (salto horizontal), observamos uma dinâmica crescente no desempenho dessa capacidade na idade cronológica e no pico de velocidade de crescimento.

Esse resultado se assemelha a resultados demonstrado em estudos anteriores

(Malina e colaboradores, 2015; Philippaerts e colaboradores, 2006) picos de força muscular ocorreram, em média, durante o PVC.

Em nossa pesquisa os participantes encontram-se, em sua maioria no pico de velocidade de crescimento, para Becker e colaboradores (2025) verificaram que o desempenho neuromuscular do salto vertical aumentava com a progressão da maturação com efeitos maiores para grupos mais maduros biologicamente. Especificamente para crianças e adolescentes, praticantes de futebol atributos físicos com o salto são importantes para seleção e o desempenho na modalidade e é um indicador que ser influenciado pela idade e pelo nível do atleta (Slimani e colaboradores, 2017). Tais descobertas pode auxiliar a profissionais que atuam com populações de crianças e adolescentes para minimizar as diferenças biológicas durante a prática esportiva.

A aptidão aeróbica observada em nossos resultados foi maior nos grupos com maior idade cronológica e maturacional, esses resultados são suportados pela literatura (Valente-dos-Santos e colaboradores, 2012).

O comportamento crescente da capacidade aeróbica ao longo da idade cronológica e maturação, pode ter relação com o potencial preditor dessas variáveis em jovens praticantes de futebol. Malina e colaboradores (2015) observaram a maturação e a resistência aeróbia são preditores significativos da habilidade futebolística, ressaltando uma importante relação entre crescimento, maturidade e características funcionais.

A capacidade aeróbica se caracteriza pela habilidade de sustentar atividade física por longos períodos; jovens atletas com uma boa aptidão aeróbica consegue suportar a fadiga do treinamento, das tarefas escolares e de um estilo de vida ativo (Bompa, Carrera, 2015).

A prática do futebol apresenta o potencial de aprimorar o sistema cardiovascular central em comparação com adolescentes que não praticam (Mandroukas e colaboradores, 2020).

O trabalho com atletas em crescimento requer muitas interações com diferentes aspectos de conhecimento, seja das modalidades esportivas em questão, seja sobre crescimento, desenvolvimento e maturação ou sobre aspectos psicossociais (Lloyd e colaboradores 2016; Bompa, Carrera, 2015; Sociedade Brasileira de Pediatria, 2025).

Portanto manejar algumas variáveis ou agrupá-las para entender a dinâmica delas em

crianças e adolescentes praticantes de esporte deve ser considerada.

Em nossos resultados observamos através da análise dos componentes principais, reduzindo os aspectos físicos-biológico a um componente comum observou que esses componentes associaram a todas as medidas de desempenho físico de maneira coerente.

O componente envolveu o PVC, IMC, idade cronológica, e massa corporal, assim, levando em conta os adolescentes em todas essas variáveis obteve-se melhores resultados, embora moderado, no desempenho na agilidade, e forte relação com o desempenho na velocidade, força e aptidão aeróbica.

Tais indicadores podem estar relacionado ao desempenho esportivo (Slimani e colaboradores, 2017), mas também essas informações combinadas podem ser tidas como indicativos do estado de saúde da população jovem (Guedes, 2011).

E dessa forma adotar medidas de avaliações que comtemplem mais de um aspecto do processo de crescimento desenvolvimento e maturação na prática esportiva parece ser mais coerente para lidar com a criança e com o adolescente em formação (Bojikian e colaboradores, 2005).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o desempenho neuromuscular da velocidade e da força explosivas dos membros inferiores incrementam de maneira similar em função da idade cronológica e da distância do pico de velocidade de crescimento de adolescentes praticantes de futebol.

A aptidão aeróbica foi maior em adolescentes com maior idade cronológica e mais maduros, enquanto a agilidade apresentou diferença somente nos grupos com diferente idade cronológica.

A partir da análise dos componentes principais uma variável contendo variáveis de crescimento e maturação se relacionam adequadamente a variáveis de desempenho físico em adolescentes praticantes de futebol.

Assim, o processo de crescimento e maturação não ocorre de maneira uniforme, portanto considerar o desempenho físico relacionando a ambas as medidas parecem ser mais adequados dentro da prática esportiva.

Logo, o treinamento deve considerar o maior número de variáveis que podem interferir

diferentemente no desempenho e na seleção de jovens e crianças.

REFERÊNCIAS

- 1-Alves, C.; Lima, R.V.B. Impacto da atividade física e esportes sobre o crescimento e puberdade de crianças e adolescentes. *Revista Paulista de Pediatria*. São Paulo. Vol. 26. 2008. p. 383-391.
- 2-Becker, J.; Williams, C.A.; Lloyd, R.S. Differences in Sprinting and Jumping Performance Between Maturity Status Groups in Youth: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*. 2025. p. 1-23.
- 3-Bojikian, L.P.; Teixeira, C.P.; Böhme, M.T.S.; Ré, A.H.N. Relações entre crescimento, desempenho motor, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. São Paulo. Vol. 19. Num. 2. 2005. p. 153-162.
- 4-Bompa, T.O.; Carrera, M. *Conditioning Young Athletes*. Champaign. Human Kinetics. 2015.
- 5-Borges, P.H.; Silva, A.F.; Costa, G.D.; Costa, I.T. Relationship between tactical performance, somatic maturity and functional capabilities in young soccer players. *Journal of Human Kinetics*. Vol. 64. 2018. p. 160.
- 6-Dugdale, J.H.; Sanders, D.; Hunter, A.M. Reliability of change of direction and agility assessments in youth soccer players. *Sports*. Vol. 8. Num. 4. 2020. p. 51.
- 7-Figueiredo, D.H.; Figueiredo, D.H.; Gonçalves, H.R.; Stanganelli, L.C.R.; Dourado, A.C. Análise de componentes principais na identificação de características físicas primordiais em esportes coletivos. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 27. Num. 3. 2019. p. 41-51.
- 8-García-Santamaría, A.; González-Fernández, F.T.; Martínez-García, D.; González-Ravé, J.M. Effects of maturation on myotonometric parameters and their predictors of athletic performance in elite youth soccer players. *Scientific Reports*. Vol. 14. Num. 1. 2024. p. 12287.
- 9-Gaya, A.; Gaya, A.R.; Pedretti, A.; Mello, J.B. *Manual de Medidas, Testes e Avaliações do Projeto Esporte Brasil (PROESP-Br)*. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2021.
- 10-Giudicelli, B.B.; Luz, L.G.O.; Sogut, M.; Sarmento, H.; Massart, A.G.; Júnior, A.C.; Field, A.; Figueiredo, A.J. Chronological age, somatic maturation and anthropometric measures: Association with physical performance of young male judo athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 18. Num. 12. 2021. p. 6410.
- 11-Guedes, D.P. Crescimento e desenvolvimento aplicado à Educação Física e ao Esporte. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. Vol. 25. 2011. p. 127-140.
- 12-Guimarães, E.; Costa, G.D.; Costa, I.T. How does biological maturation and training experience impact the physical and technical performance of 11-14-year-old male basketball players?. *Sports*. Vol. 7. Num. 12. 2019. p. 243.
- 13-Jacobs, P.L. *NSCA's Essentials of Training Special Populations*. Champaign. Human Kinetics. 2017.
- 14-Lloyd, R.S.; Oliver, J.L.; Faigenbaum, A.D.; Howard, R.; De Ste Croix, M.B.; Williams, C.A.; Best, T.M.; Alvar, B.A.; Micheli, L.J.; Thomas, D.P.; Myer, G.D.; Herrington, L.; Read, P.; Cronin, J.B.; Lloyd, R.S. National Strength and Conditioning Association position statement on long-term athletic development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Vol. 30. Num. 6. 2016. p. 1491-1509.
- 15-Malina, R.M.; Rogol, A.D.; Cumming, S.P.; Coelho e Silva, M.J.; Figueiredo, A.J. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 49. Num. 13. 2015. p. 852-859.
- 16-Mandroukas, A.; Metaxas, T.I.; Michailidis, Y.; Christoulas, K.; Heller, J. The effects of soccer training in aerobic capacity between trained and untrained adolescent boys of the same biological age. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 61. Num. 2. 2020. p. 252-260.

17-Menegassi, V.M.; Borges, P.H.; Jaime, M.O.; Magossi, M.A.O.; Silveira, L.A.C.; Rinaldi, W. Os indicadores de crescimento somático são preditores das capacidades físicas em jovens futebolistas? *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol. 25. Num. 1. 2017. p. 5-12.

18-Miranda, V.P.N.; Guedes, D.P.; Ferreira, M.E.C. Maturação somática e composição corporal em adolescentes eutróficos do sexo feminino com ou sem adequação de gordura corporal. *Revista Paulista de Pediatria*. Vol. 32. 2014. p. 78-84.

19-Mortatti, A.L.; Arruda, M.; Moreira, A.; Barbosa, M.A.; Ferreira, R.M.; Simões, H.G. El uso de la maduración somática en la identificación morfológica en jóvenes jugadores de fútbol. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. Vol. 6. Num. 3. 2013. p. 108-114.

20-Philippaerts, R.M.; Vaeyens, R.; Janssens, M.; Van Renterghem, B.; Matthys, D.; Craen, R.; Bourgois, J.; Vrijens, J.; Beunen, G.; Malina, R.M. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 24. Num. 3. 2006. p. 221-230.

21-Slimani, M.; Nikolaidis, P.T. Anthropometric and physiological characteristics of male Soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 59. Num. 1. 2017. p. 141-163.

22-Sociedade Brasileira de Pediatria. Impacto do esporte e da atividade física sobre o crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes. Departamento Científico de Endocrinologia. Rio de Janeiro. SBP. 2025. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/24845bDC_Impacto_esporte_e_AtiviFisica_sobre_crescim_e_desenvol.pdf. Acesso em: 10/06/2025.

23-Soares, C.A.M.; Silva, A.L.; Oliveira, F.; Lima, A.L.R.; Cardoso, D.T. Tendência temporal de atividade física em adolescentes brasileiros: análise da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar de 2009 a 2019. *Cadernos de Saúde Pública*. Vol. 39. Num. 10. 2023. p. e00063423.

24-Valente-dos-Santos, J.; Coelho-e-Silva, M.J.; Simões, F.; Figueiredo, A.J.; Leite, N.; Elferink-Gemser, M.T.; Malina, R.M.; Sherar, L.B. Modeling developmental changes in functional capacities and soccer-specific skills in male players aged 11-17 years. *Pediatric Exercise Science*. Vol. 24. Num. 4. 2012. p. 603-621.

Email dos autores:
julioudubmx@gmail.com
joaopedrocarneiro100@gmail.com
proffelipe91@hotmail.com

Autor correspondente:
Julio Cesar Barbosa de Lima Pinto.
julioudubmx@gmail.com

Recebido para publicação em 27/07/2025
Aceito em 26/08/2025