



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

THIAGO CHAVES CAMILLO

O PAPEL DA MATURAÇÃO NA PERFORMANCE DE VELOCIDADE EM TIRO DE
50 METROS: APONTAMENTOS SOBRE O BIO-BANDING PARA O ATLETISMO
INFANTOJUVENIL

MANAUS/AM

2025

THIAGO CHAVES CAMILLO

**O PAPEL DA MATURAÇÃO NA PERFORMANCE DE VELOCIDADE EM TIRO DE
50 METROS: APONTAMENTOS SOBRE O BIO-BANDING PARA O ATLETISMO
INFANTOJUVENIL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física
e Fisioterapia da Universidade Federal do Amazonas
como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do
título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Professor Doutor Lucas Leonardo

MANAUS/AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C183p Camillo, Thiago Chaves
O papel da maturação na performance de velocidade em tiro de 50 metros:
apontamentos sobre o bio-banding para o atletismo infantojuvenil / Thiago Chaves
Camillo. - 2025.
104 f. ; 31 cm.

Orientador(a): Lucas Leonardo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-
Graduação em Ciências do Movimento Humano, Manaus/AM, 2025.

1. Maturação biológica. 2. Bio-banding. 3. Atletismo Juvenil. 4. Competição. I.
Leonardo, Lucas. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-
Graduação em Ciências do Movimento Humano. III. Título

THIAGO CHAVES CAMILLO

**O PAPEL DA MATURAÇÃO NA PERFORMANCE DE VELOCIDADE EM TIRO DE
50 METROS: APONTAMENTOS SOBRE O BIO-BANDING PARA O ATLETISMO
INFANTOJUVENIL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 17/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lucas Leonardo – UFAM
Orientador

Prof. Dr. Felipe Canan – UEA
Avaliador

Prof. Dr. Rodrigo Aquino – UFES
Avaliador

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, Marcelo e Ana Cláudia, à minha irmã, Thais, à minha namorada, Marcelle, a todos os meus amigos e aos professores que fizeram parte deste processo, em especial ao meu orientador, Lucas Leonardo, pela oportunidade e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda força e apoio espiritual, somente ele sabe o quanto foi difícil e desafiador vencer este processo, a ele toda minha gratidão.

Aos meus pais, Marcelo e Ana Cláudia, e à minha irmã, Thais, agradeço por todo apoio e suporte durante o mestrado. Vocês acompanharam de perto minhas dificuldades, tensões e momentos de maior pressão, sempre buscando suavizar o caminho na medida do possível. Amo vocês.

A minha namorada Marcelle, que participou quase que diariamente dos momentos mais turbulentos que passei, bloqueios de escrita, crises de ansiedade e momentos que estive ausente, a ela também todo meu agradecimento. Amo você.

Aos meus amigos Paulo, Samuel, Carlos, Lucas e Gabriel, que me incentivaram também durante o processo, por todo apoio e solidariedade, obrigado por ouvir e entender minhas ausências.

A todos os meus professores que participaram durante meu mestrado, nas matérias e encontros, por todo apoio e orientação no processo, em especial ao professor Lucas Leonardo, que mesmo com resistência e dúvida, aceitou me orientar em um dos momentos mais difíceis da minha vida, sem saber se conseguiria terminar ou não, agradeço imensamente a oportunidade em um momento temporal que provavelmente quase nenhum outro professor aceitaria.

Por fim, agradeço demais ao meu eu interior, que apesar de muitas vezes ter pensado em desistir e ter descreditado de si mesmo, lutou e não aceitou sair sem terminar o que começou.

Eu sou o mestre do meu destino, eu sou o capitão da minha alma.

William Ernest Henley.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
APRESENTAÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	12
JUSTIFICATIVA.....	14
OBJETIVOS	15
Objetivo Geral	15
Objetivos Específicos.....	15
METODOLOGIA.....	16
PARTE 1 – REVISÃO DE LITERATURA.....	16
Critérios de seleção de estudos	16
Estratégia de busca e bancos de dados	17
Extração e coletas de dados	17
PARTE 2 – ESTUDOS EMPÍRICOS	17
Desenho experimental geral.....	17
Amostra geral.....	18
Coletas de dados	18
Análises de Dados	19
Aspectos éticos	21
CAPÍTULO 1 - BIO-BANDING COMO ESTRATÉGIA DE NIVELAMENTO NO ESPORTE DE JOVENS: UMA REVISÃO DA LITERATURA	22
CAPÍTULO 2 - ENTRE O CRESCIMENTO E A VELOCIDADE: COMO A MATURAÇÃO MODELA O DESEMPENHO INFANTOJUVENIL MASCULINO EM PROVA MODIFICADA DE ATLETISMO E O QUE ISSO SIGNIFICA PARA O BIO- BANDING	52
CAPÍTULO 3 - A MATURAÇÃO IMPORTA, MAS NÃO MANDA SOZINHA: ANÁLISES SOBRE O DESEMPENHO INFANTOJUVENIL EM COMPETIÇÃO MODIFICADA DE VELOCIDADE NO ATLETISMO FEMININO E IMPLICAÇÕES PARA O BIO-BANDING	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE A – Projeto de Pesquisa aprovado no CEP/UFAM	98
APÊNDICE B – TCLE.....	100
APÊNDICE C – TALE.....	102
APÊNDICE D – Lista de logs dos prompts – IA generativa.....	104

RESUMO

O crescimento e a maturação biológica exercem influência decisiva sobre o desempenho físico e motor durante a infância e a adolescência, podendo gerar diferenças substanciais entre jovens da mesma idade cronológica. Essas variações impactam diretamente o rendimento em modalidades como o atletismo, especialmente em provas de velocidade, além de influenciar testes físicos, processos de seleção esportiva e a organização de competições, sobretudo quando grupos com diferentes níveis de treinamento são comparados. Nesse cenário, estratégias como o bio-banding (BB), que agrupa jovens de acordo com seu estágio maturacional, têm sido propostas como alternativas para reduzir desigualdades e promover ambientes mais justos de desenvolvimento. Logo, o objetivo desta dissertação é investigar a relação entre maturação somática e desempenho em competição modificada de prova de velocidade do atletismo (tiro de 50 metros) para o público infantojuvenil, discutindo apontamentos aplicáveis ao uso do BB no atletismo. Para responder ao objetivo, a dissertação foi elaborada em modelo alternativo e dividida em 3 estudos. O primeiro estudo consistiu em uma revisão da literatura sobre BB. As evidências reunidas demonstraram que essa estratégia pode reduzir desigualdades físicas, aumentar oportunidades técnico-táticas para jovens menos maturados e favorecer processos de ensino e seleção mais equitativos. Os outros dois estudos foram investigações empíricas realizadas com crianças e jovens escolares e atletas, sendo um capítulo com o público masculino e o outro com o feminino. Nesses estudos, avaliou-se a associação entre indicadores maturacionais, como a distância ao pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o escore-z padronizado (Z-PVC), com o desempenho no tiro de 50 metros. Os resultados mostraram que em ambos os estudos, a maturação exerce impacto mais evidente em escolares e influência reduzida em atletas treinados, indicando que o treinamento tende a atenuar vantagens maturacionais iniciais, embora a forte associação entre idade cronológica e dados maturacionais para a amostra das pesquisas apontem para a impossibilidade de afirmar ser a maturação somática fator exclusivo associado ao rendimento. Os achados desta dissertação reforçam que a maturação biológica é um componente importante para interpretar o desempenho infantojuvenil e que estratégias sensíveis às diferenças de desenvolvimento, como o BB, podem contribuir para ambientes competitivos mais equilibrados e justos, colaborando para discussões sobre a centralidade da divisão competitiva no atletismo baseada em idades cronológicas agrupadas em mais de um ano.

Palavras-chave: Maturação biológica, Bio-banding, Atletismo Juvenil, Competição.

ABSTRACT

Growth and biological maturation exert a decisive influence on physical and motor performance during childhood and adolescence, potentially generating substantial differences between young people of the same chronological age. These variations directly impact performance in sports such as athletics, especially in sprint events, as well as influencing physical tests, sports selection processes, and the organization of competitions, particularly when groups with different training levels are compared. In this context, strategies such as bio-banding (BB), which groups young people according to their maturational stage, have been proposed as alternatives to reduce inequalities and promote fairer development environments. Therefore, the objective of this dissertation is to investigate the relationship between somatic maturation and child and adolescent performance in an modified athletics sprint event (50-metre dash) competition for children and adolescents, discussing points applicable to the use of BB in athletics. To answer this objective, the dissertation was developed using an alternative model and divided into 3 studies. The first study consisted of a literature review on BB. The evidence gathered demonstrated that this strategy can reduce physical inequalities, increase technical and tactical opportunities for less mature young people, and promote more equitable teaching and selection processes. The other two studies were empirical investigations, conducted with schoolchildren and young athletes, one study with a male population and the other with a female population. In these studies, the association between maturational indicators, such as distance to peak growth velocity (dPVC) and standardized z-score (Z-PVC), with performance in the 50-meter sprint was evaluated. The results showed that in both studies, maturation has a more evident impact on schoolchildren and a reduced influence on trained athletes, indicating that training tends to attenuate initial maturational advantages, although the strong association between chronological age and maturational data in the study sample indicates that it is not possible to state that somatic maturation is the sole factor associated with performance. Taken together, the findings of this dissertation reinforce that biological maturation is an important component for interpreting child and youth performance and that strategies sensitive to developmental differences, such as BB, can contribute to more balanced formative and competitive environments, contributing to discussions on the centrality of competitive division in athletics based on chronological ages grouped in intervals of more than one year.

Keywords: Biological maturation, Bio-banding, Youth athletics, Competition.

APRESENTAÇÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida em formato alternativo e é composta por três estudos que buscam compreender de que maneira a maturação afeta o desempenho em provas de velocidade e como o BB pode contribuir para ambientes competitivos mais ajustados ao nível de desenvolvimento biológico infantojuvenil.

O primeiro estudo consistiu em uma revisão da literatura sobre o *bio-banding* (BB), reunindo evidências acerca de sua aplicação como estratégia para reduzir desigualdades maturacionais e promover ambientes competitivos e pedagógicos mais equilibrados no esporte infantojuvenil, identificando seus efeitos físicos, técnico-táticos e psicológicos em crianças e jovens atletas de diferentes modalidades.

Os outros dois estudos consistiram em investigações empíricas conduzidas com crianças e jovens, de ambos os sexos, que analisaram a relação entre indicadores de maturação biológica e o desempenho competitivo em provas modificadas de velocidade de 50 metros no atletismo, comparando escolares e atletas treinados e discutindo implicações práticas para o uso do BB. Partindo do reconhecimento, presente na literatura, de que diferenças maturacionais podem gerar vantagens físicas relevantes entre jovens da mesma idade cronológica, influenciando testes, processos de seleção e equilíbrios competitivos em diversas modalidades, os capítulos 2 e 3 examinaram de forma específica uma proposta competitiva para o atletismo de base, respectivamente com grupos masculinos e femininos, buscando compreender como essas variações atuam no desempenho infantojuvenil, visando debater o BB como possível estratégia capazes de mitigar desigualdades maturacionais.

Os resultados desses estudos oferecem subsídios relevantes para orientar treinadores, professores e instituições na organização de competições e na adoção de estratégias sensíveis ao estágio maturacional, como o BB.

INTRODUÇÃO

O crescimento e a maturação biológica são processos centrais para compreender o desenvolvimento físico, motor e esportivo de crianças e adolescentes. Durante a puberdade, alterações estruturais e funcionais ocorrem de maneira altamente variável entre indivíduos, produzindo diferenças substanciais de tamanho corporal, força, velocidade, potência e coordenação, mesmo entre jovens da mesma idade cronológica (Malina; Bouchard; Bar-Or, 2004; Malina, 2014). Essas variações têm impacto direto sobre o desempenho motor e físico, como força, velocidade, potência, resistência e coordenação, influenciando testes de aptidão, trajetórias de desenvolvimento e oportunidades de participação esportiva e desempenho (Baxter-Jones *et al.*, 2020; Jylhävä; Pedersen; Hägg, 2017; Cobley *et al.*, 2009).

No contexto esportivo, essas diferenças tornam-se particularmente relevantes devido à tendência histórica de categorizar atletas por agrupamentos de dois ou mais anos baseados na idade cronológica, o que não necessariamente corresponde ao seu estágio real de desenvolvimento biológico. Esse desajuste pode acentuar vantagens maturacionais e favorecer jovens mais precocemente desenvolvidos, os quais tendem a apresentar maior velocidade, força e massa corporal em relação aos pares mais tardios (Cumming *et al.*, 2018a; Towlson *et al.*, 2018). Evidências da literatura mostram que atletas com maturação avançada são mais frequentemente selecionados para equipes competitivas, acumulando maior tempo de jogo e oportunidades de treinamento especializado (Torres-Unda *et al.*, 2013; Gonaus *et al.*, 2019; Myburgh *et al.*, 2016). Essas discrepâncias também se estendem ao desempenho em tarefas motoras específicas, como *sprints*, saltos e ações explosivas, amplamente influenciadas pelo estágio de maturação somática (Baker *et al.*, 2024a; Baker *et al.*, 2024b; Sinkovic *et al.*, 2023).

No atletismo de base, modalidade em que as diferenças decorrentes do avanço maturacional tornam-se especialmente visíveis em provas de velocidade, saltos e lançamentos, variações na força, potência muscular, aceleração e velocidade são determinantes para o rendimento, tornando-se imprescindível compreender a influência da maturação no desempenho físico. Estudos recentes com jovens velocistas e saltadores demonstram que indicadores maturacionais, como a distância do pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o escore-z do pico de velocidade de crescimento (Z-PVC), explicam diferenças relevantes no desempenho, especialmente entre crianças e pré-adolescentes (Baker *et al.*, 2024a; Baker *et al.*, 2024b). Os trabalhos de Baker e colaboradores (2024a, 2024b) também demonstraram que marcadores maturacionais explicavam grande parte das diferenças físicas entre jovens atletas de pista e campo, especialmente entre aqueles ainda em processo intensificado de crescimento.

Contudo, apesar de sua importância prática, ainda são limitadas as investigações que examinem diretamente como a maturação afeta o desempenho em provas de pista de corridas rasas no atletismo infantojuvenil.

No caso deste estudo, em consonância com diretrizes propostas pelo “Modelo de Programa de Desenvolvimento do Atleta em Atletismo” da Confederação Brasileira de Atletismo (CBAAt, 2024), optamos por uma prova de velocidade modificada em sua metragem. Embora a CBAAt proponha em seu modelo a distância de 60 metros como o ajuste mínimo para provas rasas entre 12 e 13/14 anos de idade, optamos por uma competição composta por tiro de 50 metros, por ser esta a dimensão máxima possível de ser utilizada na escola em que os dados de estudantes foram coletados, modulando também a metragem da competição promovida com o grupo de atletas.

Os indicativos da CBAAt mostram como o esporte infantojuvenil tem se sensibilizado pela promoção de estratégias organizacionais capazes de promover ambientes de competição formativa e mais equitativas. Entre essas alternativas, destaca-se o BB, estratégia que agrupa jovens de acordo com o estágio de maturação biológica, em vez da idade cronológica (Cumming *et al.*, 2017). Desde sua sistematização conceitual por Cumming e colaboradores (2017), o BB tem sido amplamente investigado em diferentes modalidades esportivas, acumulando evidências consistentes sobre seu potencial para diminuir discrepâncias físicas, favorecer atletas com maturação tardia, ajustar demandas perceptivas e fisiológicas e modificar padrões técnico-táticos em contextos competitivos e de treinamento.

No futebol, a literatura apresenta um corpo expressivo de estudos que exploram efeitos físicos, técnicos, perceptivos, táticos e psicossociais associados ao BB, incluindo análises experimentais, avaliações de percepção de esforço e investigações sobre preferências de treinadores e jogadores (Abbott *et al.*, 2019; Bradley *et al.*, 2019; Cumming *et al.*, 2018a; Cumming *et al.*, 2018b; Johnson *et al.*, 2022; Barrett *et al.*, 2022; Lüdin *et al.*, 2022; Romann *et al.*, 2020; Macmaster *et al.*, 2021; Salter *et al.*, 2023; Salter *et al.*, 2025; King *et al.*, 2025; Macedo *et al.*, 2025; Segueida-Lorca *et al.*, 2022; Shahidi *et al.*, 2024; Lindholm *et al.*, 2024; Reeves *et al.*, 2018). Esses trabalhos demonstram que o BB pode reduzir a variabilidade de tamanho e velocidade entre atletas, aumentar o equilíbrio competitivo, alterar padrões de exploração espacial e modular comportamentos técnicos e decisões táticas, além de influenciar experiências subjetivas, como autoconfiança e percepção de desafio.

Embora o futebol concentre grande parte das pesquisas, estudos relevantes também têm sido conduzidos em diversas outras modalidades. No basquete, investigações mostram efeitos da maturação e dos formatos de competição sobre o desempenho físico e a carga percebida,

com análises específicas considerando o momento maturacional (Torres-Unda *et al.*, 2013; Birrento-Aguiar *et al.*, 2023; Kung *et al.*, 2025). No handebol, evidências apontam para impactos do BB na percepção de ansiedade pré-competitiva, diferenças entre sexos e ajustes comportamentais observados em torneios organizados por maturação (de la Rubia *et al.*, 2023; de la Rubia *et al.*, 2025). No judô, o BB tem sido estudado a partir de relações mediadas por características antropométricas e funcionais, destacando como o estágio maturacional influencia a expressão de força e a composição corporal (Giudicelli *et al.*, 2020). No voleibol, análises do estado maturacional identificam contribuições importantes da maturação para variáveis antropométricas e de aptidão física (Albaladejo-Saura *et al.*, 2022). No críquete, abordagens semelhantes têm mostrado como o BB pode ajustar demandas competitivas e relaciona-se tanto com idade biológica quanto com características maturacionais específicas (Walters *et al.*, 2022). Em modalidades individuais, como o triatlo e o tênis, estudos recentes também exploram relações entre maturação, desempenho e potencial aplicação do BB, ampliando o escopo da prática para além dos esportes coletivos (Schütz *et al.*, 2025; Myburgh *et al.*, 2016; Sinkovic *et al.*, 2023).

Apesar desses avanços, ainda existe lacunas importantes na literatura: a maior parte das investigações sobre maturação e BB concentram-se em esportes coletivos, enquanto modalidades individuais, como o atletismo, permanecem pouco exploradas. Também são raros os estudos que analisam simultaneamente o impacto da maturação em escolares e em atletas, o que permitiria comparar diretamente os efeitos do treinamento sistemático sobre possíveis vantagens associadas ao desenvolvimento biológico e existe uma reduzida quantidade de estudos que abarquem a temática acerca do público feminino. Além disso, faltam evidências que ajudem professores, treinadores e instituições a compreender de que maneira as diferenças maturacionais se manifestam no atletismo e como o BB poderia ser aplicado de forma adequada à modalidade, tanto em ambientes escolares como em ambientes competitivos.

JUSTIFICATIVA

A investigação sobre a influência da maturação biológica no desempenho de velocidade em escolares e atletas justifica-se pela relevância desse tema para a compreensão do desenvolvimento físico e motor ao longo da adolescência. Em ambientes escolares, diferenças maturacionais podem gerar interpretações equivocadas sobre aptidão física, levando professores a superestimar alunos com maturação mais adiantada e subestimar aqueles com maturação tardia. Essa distorção impacta desde avaliações diagnósticas até práticas

pedagógicas, podendo comprometer tanto a participação quanto a motivação dos estudantes. Assim, identificar o peso da maturação nas respostas de desempenho permite aprimorar instrumentos de avaliação, evitando vieses e promovendo uma educação física mais justa e inclusiva.

No âmbito esportivo, compreender como a maturação interfere na velocidade é igualmente essencial, especialmente em modalidades que utilizam testes físicos como critério de seleção e acompanhamento de talentos. O treinamento sistemático tende a reduzir disparidades relacionadas à maturação, mas essa compensação não ocorre de modo uniforme entre diferentes contextos e níveis de experiência.

Portanto, analisar simultaneamente escolares e atletas oferece uma perspectiva mais ampla sobre o papel da maturação no desenvolvimento da velocidade, contribuindo para decisões mais embasadas por parte de professores, treinadores, gestores e profissionais da área. Dessa forma, o estudo se torna relevante ao fornecer benefícios práticos e científicos que fortalecem processos de participação, avaliação, prescrição de treino e detecção de talentos, respeitando as particularidades do crescimento humano.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Investigar as relações entre maturação biológica e desempenho infantojuvenil em competições de tiro de 50 metros em jovens escolares e atletas, discutindo apontamentos aplicáveis ao uso do *bio-banding* no atletismo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Propor uma revisão de literatura sobre o *bio-banding*, identificando seus efeitos físicos, técnico-táticos e psicológicos em crianças e jovens atletas de diferentes esportes.
2. Investigar a relação entre maturação biológica e desempenho competitivo infantojuvenil masculino e feminino, comparando escolares e atletas treinados em competição composta por tiro de 50 metros.
3. Discutir apontamentos sobre as perspectivas do *bio-banding* como estratégia de mitigação das vantagens maturacionais no atletismo tendo em vista a organização de competições mais equitativas e justas na infância e juventude.

METODOLOGIA

Para responder aos objetivos propostos, esta dissertação foi dividida em duas partes, com três capítulos referentes aos estudos que serão submetidos. O primeiro consiste em uma revisão da literatura sobre BB, reunindo evidências sobre sua aplicação como estratégia de equilíbrio competitivo e pedagógico no esporte infantojuvenil. Os outros dois apresentam estudos empíricos conduzidos com crianças e jovens de ambos os sexos, avaliando a relação entre indicadores maturacionais e desempenho competitivo no tiro de 50 metros.

PARTE 1 – REVISÃO DE LITERATURA

Critérios de seleção de estudos

A pergunta que norteia este estudo é: “Em crianças e jovens atletas entre 7 e 18 anos, o agrupamento por maturação biológica (BB) influencia os níveis de performance em contextos de prática esportiva infantojuvenil em comparação com o agrupamento tradicional por idade cronológica?” Para definir os critérios de inclusão e exclusão dos estudos para esta revisão, adotamos o modelo de perguntas PICOT (Quadro 1).

Quadro 1. Modelo de perguntas PICOT para critérios de inclusão/exclusão

ITEM	CRITÉRIO DE INCLUSÃO	CRITÉRIO DE EXCLUSÃO
Participantes (P)	Crianças e jovens entre 7 e 18 anos, de ambos os sexos, praticantes de esportes em diferentes níveis de performance e contextos de prática.	Estudos com participantes fora da faixa etária definida; crianças com lesões ou em processo de reabilitação; público não esportista.
Intervenção (I)	Estudos que utilizem o Bio-Banding como critério de agrupamento ou como variável independente para análise de maturação biológica.	Estudos que empreguem outros métodos de agrupamento sem referência ao Bio-Banding.
Comparação (C)	Estudos que comparem Bio-Banding com agrupamento por idade cronológica; que façam comparação de resultados entre diferentes grupos de Bio-Banding	Estudos sem grupo de comparação com/entre grupos de Bio-Banding
Resultados (O)	Efeitos do Bio-Banding sobre indicadores de performance em crianças e jovens esportistas de diferentes níveis e contexto de prática	Estudos que abordem apenas aspectos isolados ou maturacionais sem relação com performance.
Tipo de estudo (T)	Estudos descritivos, observacionais, experimentais ou caso-controle publicados em periódicos revisados por pares.	Revisões, editoriais, relatos de opinião, capítulos de livros, livros dissertações, teses e resumos de congresso.

Fonte: O autor (2025).

Estratégia de busca e bancos de dados

Nesta revisão, os estudos foram extraídos das bases de dados Scopus e Pubmed. As sintaxes utilizadas foram as seguintes: Scopus: Bio-banding AND (Maturity OR Maturation); Pubmed: (bio-banding) AND (maturity OR maturation). Foram inclusos publicados entre 2015 e 2025, nos idiomas inglês, espanhol e português. Após a primeira pesquisa geral, os estudos foram revisados por título e resumo, excluindo os artigos repetidos e aplicando a primeira etapa dos critérios de inclusão, em seguida as pesquisas foram avaliadas em texto completo, excluindo-se aqueles também que não atendiam aos critérios de inclusão.

Extração e coletas de dados

Uma vez obtidos os estudos, as informações essenciais foram extraídas em uma tabela, que incluiu os seguintes itens: autores e ano de publicação, características dos participantes (número de sujeitos, categoria e gênero), esporte, método de divisão dos grupos maturacionais, desenho do estudo e principais achados.

PARTE 2 – ESTUDOS EMPÍRICOS

Desenho experimental geral

Os estudos que compõem os capítulos 2 e 3 se caracterizam como investigações de abordagem quantitativa, de caráter observacional, com delineamento transversal e natureza analítica comparativo-correlacional. Segundo Creswell (2009), pesquisas de abordagem quantitativa caracterizam-se pelo uso de dados numéricos e de procedimentos estatísticos para examinar relações entre variáveis. Ainda, conforme a classificação de Sampieri, Collado e Lucio (2013), o delineamento e o caráter observacional se justifica pois não houve manipulação deliberada das condições de competição. Além disso, pode ser definido como um estudo transversal, pois considerando o recorte de tempo da investigação, a coleta de dados foi realizada em um único momento (Creswell, 2009), e de natureza comparativo-correlacional, ao articular a comparação entre grupos (escolares e atletas treinados) com a análise das associações entre indicadores maturacionais e o desempenho em provas de velocidade (Thomas; Nelson; Silverman, 2012).

Realizou-se duas competições em prova de tiro de 50 metros rasos destinada a crianças e jovens de ambos os sexos, primeiro exclusivamente entre escolares e depois apenas entre atletas. A largada para ambas as competições era realizada de forma individual, e cada participante teve duas tentativas ao longo da sua competição, sendo considerado o melhor

tempo para a classificação final. Foram verificadas as relações entre o tempo do tiro de 50 metros das crianças e jovens com indicadores maturacionais, como a distância do pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o escore-z (Z-PVC). Os estudos buscaram comparações específicas dentro do grupo masculino (capítulo 2) e feminino (capítulo 3), não sendo realizados cruzamentos entre os sexos.

Amostra geral

Participaram dos estudos 148 crianças e jovens de 9 a 14 anos de idade ($13,6 \pm 0,8$; 79 meninos e 69 meninas), sendo 81 deles escolares, regularmente praticantes nas aulas de educação física, e 67 atletas com treinamento sistematizado regular. Como critérios de inclusão: todos deveriam estar regularmente matriculados na escola e dentro da faixa etária estabelecida nos estudos; os escolares deviam estar praticando regularmente as aulas de educação sem nenhum treinamento esportivo de maneira sistematizada fora ou dentro do contexto escolar; os atletas precisavam estar em alguma escola/clube esportivo com treinamento sistematizado regular por pelo menos três vezes na semana e duração mínima de 90 minutos diários. Foram excluídos aqueles que se negaram a realizar ao menos um dos tiros de velocidade de 50 metros e crianças e jovens lesionados ou em processo de recuperação.

Coletas de dados

Para o cálculo do dPVC, utilizou-se a equação proposta por Mirwald *et al.* (2002), que requer as medidas de estatura total, altura sentada, comprimento de membros inferiores, massa corporal e idade centesimal. As medidas antropométricas foram obtidas por meio de estadiômetro e balança digital. Foram realizadas pelo menos duas medidas para cada variável, ou até que os valores coincidissem.

O Quadro 2 apresenta as sintaxes das fórmulas específicas para o sexo masculino e feminino propostas por Mirwald *et al.* (2002). Os tiros de 50 metros foram organizados por grupos (escolares e atletas) e por gênero, com largada individual e cronometragem eletrônica por fotocélulas (*Elite Speed System*).

Quadro 2. Fórmulas para cálculo de distância do pico de velocidade de crescimento.

SEXO MASCULINO $dPVC = -9,236 + 0,0002708 * (CP * ES) - 0,001663 * (Idade * CP) + 0,007216 * (Idade * ES) + 0,02292 * \left(\left(\frac{P}{A} \right) * 100 \right)$
SEXO FEMININO $dPVC = -9,376 + 0,0001882 * (CP * ES) + 0,0022 * (Idade * CP) + 0,005841 * (Idade * ES) - 0,002658 * (Idade * P) + 0,07693 * \left(\left(\frac{P}{A} \right) * 100 \right)$
Onde: • Idade = Anos decimais; • ES = estatura sentada (cm); • CP = Comprimento de pernas (cm); • P= Peso (kg); A = Estatura em pé (cm) Sinal do PVC: Negativo = anos antes do pico; Positivo = anos depois do pico.

Fonte: Mirwald *et al.* (2002).

Análises de Dados

Para o planejamento das análises, foi utilizado a inteligência artificial generativa (IAGs) ChatGPT, versão 5.1 *Thinking*. A utilização da IAG como processo de apoio teve como referência as diretrizes éticas propostas por Sampaio, Sabbatini e Limongi (2024), de modo que os logs de prompts gerados que auxiliaram no planejamento das análises foram salvos para consulta e transparência dos processos (Apêndice B).

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial, utilizando o software Jamovi (versão em português) para a verificação dos pressupostos estatísticos e das associações entre variáveis. Inicialmente, foram calculadas médias, desvios padrão e amplitudes das variáveis antropométricas e maturacionais: idade centesimal, distância ao pico de velocidade de crescimento (dPVC), distância do Pico de Velocidade de Crescimento relativa à idade (Z-PVC) e tempo (s) no tiro de 50 metros.

Etapas 1 – Caracterização da Amostra

A normalidade das distribuições foi avaliada pelo teste de Shapiro–Wilk para determinação de normalidade. Para comparar jovens escolares e jovens atletas quanto à idade centesimal, dPVC e desempenho no tiro de 50 m, utilizaram-se no estudo masculino testes

paramétricos (t de Student) por se tratar de uma distribuição de natureza mista, precedido pelo teste de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias. Já no estudo feminino, utilizaram-se testes não paramétricos (Mann–Whitney U), uma vez que os pressupostos de normalidade foram violados. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Etapa 2 – Relações entre Performance e Maturação

Para examinar possíveis relações no desempenho de velocidade em função do estágio maturacional dentro de cada grupo (jovens escolares e jovens atletas), foi conduzida uma análise intragrupo considerando o tempo obtido no teste de 50 metros como variável dependente por meio de correlações entre PVC, Idade Centesimal e Tempo.

Além das análises intragrupos, foram realizadas análises complementares com o objetivo de investigar de forma contínua a relação entre indicadores maturacionais e o desempenho no tiro de velocidade com independência da faixa etária dos sujeitos, a fim de verificar se os padrões de associação se diferenciavam conforme o nível de prática esportiva.

Como não existem curvas normativas específicas para o perfil etário e esportivo da amostra, o *Score-Z* maturacional (Z-PVC) foi calculado com base nas referências internas desta pesquisa (valores da amostra). Primeiramente ajustou-se um modelo de regressão linear (PVC ~ idade). Para cada participante foi obtido o PVC esperado para sua idade ($b_0 + b_1 \cdot \text{idade}$). O Z-PVC foi então calculado como o resíduo padronizado do modelo, dividindo-se a diferença entre o PVC observado e o PVC esperado pelo desvio-padrão dos resíduos. Esse procedimento padroniza o estágio maturacional em unidades de desvio-padrão, indicando se o indivíduo se encontra em desenvolvimento maturacional tardio, pontual ou precoce em comparação aos pares da mesma idade.

Quadro 3. Cálculo do *Score-Z* (Z-PVC) a partir de referências internas da pesquisa

$$Z_{PVC} = \frac{(PVC_{\text{observado}} - (b_0 + b_1 * Idade))}{S_{\text{residuo}}}$$

Onde:

- PVC Observado = PVC real da atleta
- $b_0 + b_1 \cdot Idade$ = PVC esperado para sua idade
- S_{residuo} = desvio-padrão dos resíduos do modelo PVC ~ idade

Fonte: O Autor (2025)

Para o estudo masculino foi conduzida a análise dos subgrupos definidos pelos valores de Z-PVC em função da performance no tiro de 50 metros por meio do teste de Kruskal–Wallis,

com cálculo da medida de efeito (ε^2), permitindo observar possíveis diferenças no desempenho de velocidade entre perfis maturacionais mais detalhados. Os participantes foram categorizados em quatro faixas, conforme a Tabela 1. Essa classificação permitiu investigar se o desvio padronizado da maturação somática, em diferentes intensidades, influenciava o desempenho no tiro de velocidade.

Tabela 1. Classificação dos subgrupos de maturação com base no Z-PVC

Faixa	Z-PVC	Descrição resumida
1	$Z \leq -1.00$	Tardios
2	$-0.99 \leq Z < 0$	Tardios avançados
3	$0 \leq Z < +1.00$	Pontuais
4	$Z \geq +1.00$	Precoces

Fonte: O Autor (2025).

Ainda no estudo masculino, além das análises numéricas, foram elaborados *boxplots* para representar graficamente a distribuição dos tempos em cada categoria maturacional, destacando medianas, amplitudes interquartis e valores extremos. Essa visualização contribuiu para a interpretação da dispersão intragrupo e para a identificação de padrões de desempenho em função do estágio maturacional.

Por fim, no estudo feminino, para comparar o desempenho de velocidade entre atletas e escolares controlando a maturação somática, foi realizada uma análise de covariância (ANCOVA), tendo o tempo de 50 metros como variável dependente, o grupo (atletas x escolares) como fator fixo e o Z-PVC como covariável. Foram verificados os pressupostos de homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e de homogeneidade das inclinações de regressão entre os grupos.

ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo, registrado sob CAAE 68245523.8.0000.5020, foi aprovado pelo parecer 6.064.129 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas. Todos os participantes, bem como seus responsáveis legais, foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (responsáveis, conforme Apêndice C) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (crianças e jovens, conforme Apêndice D).

**CAPÍTULO 1 - BIO-BANDING COMO ESTRATÉGIA DE NIVELAMENTO NO
ESPORTE DE JOVENS: UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Artigo a ser submetido

RESUMO

O objetivo deste estudo foi propor uma revisão de literatura sobre o bio-banding (BB), identificando seus efeitos físicos, técnico-táticos e psicológicos em crianças e jovens atletas de diferentes esportes. Foi realizada uma busca seguindo o modelo de perguntas PICOT nas bases de dados Scopus e PubMed. As sintaxes utilizadas como palavras-chave foram as seguintes: Scopus: Bio-banding AND (Maturity OR Maturation); Pubmed: (bio-banding) AND (maturity OR maturation). Foram incluídos 23 artigos e identificados os seguintes itens: autores e ano de publicação, características dos participantes (número de sujeitos, categoria e gênero), esporte, método de divisão dos grupos maturacionais, desenho do estudo e principais achados. A literatura analisada indica que o agrupamento por maturação biológica é uma estratégia promissora para reduzir desigualdades maturacionais e ajustar as demandas físicas, técnico-táticas e psicossociais em crianças e jovens atletas. Os estudos mostram benefícios sobretudo para atletas menos maturados, que passam a ter mais oportunidades de participação e expressão de habilidades. Contudo, a evidência ainda é limitada por métodos heterogêneos de classificação maturacional, curta duração das intervenções e pouca representatividade feminina. São necessários estudos longitudinais, padronização metodológica e maior diversidade amostral para consolidar o bio-banding como prática consistente e baseada em evidências.

Palavras-chave: Performance, Maturação Biológica, Esporte Juvenil, Competição

Introdução

A maturação é conhecida como o processo do ser humano se tornar maduro, se desenvolver em direção ao seu estado de pessoa adulta (Malina; Bouchard; Bar-Or, 2004). Esse processo pode ser dividido em termos de status, timing e andamento. O Status indica o estágio de maturação em que se encontra o indivíduo quando é avaliado (pré-puberal, puberal, pós-puberal, por exemplo), o timing diz respeito à momentos em que alguns eventos específicos, relacionados à maturação, acontecem (pico de velocidade de altura, por exemplo), e a taxa na qual a maturação avança é definida como andamento (Cumming *et al.*, 2017). Tais fatores tendem a variar significativamente entre os indivíduos, e o andamento de uma pessoa em direção à idade adulta pode mudar muito ao longo do tempo.

Ao contrário da idade cronológica (IC), que é determinada pela data de nascimento, a idade biológica (IB) é influenciada por fatores genéticos e epigenéticos, que variam de indivíduo para indivíduo (Li; Koch; Ideker, 2022; Jylhävä; Pedersen; Hägg, 2017). Isso explica que nem todas as crianças e adolescentes iniciam ou progridem no processo de maturação no mesmo tempo ou ritmo (Malina, 2014; Torres-Unda *et al.*, 2013). Crianças de mesma IC podem divergir em até cinco anos em idades biológicas durante os anos do estágio de puberdade (Baxter-Jones *et al.*, 2020).

Essas flutuações biológicas no processo de maturação geram impactos significativos no desempenho de atletas. Indivíduos com maturação precoce tendem a ter vantagens físicas na altura, massa corporal, força ou velocidade, e comumente superam seus companheiros menos maduros (Lahti, 2022; Wing; Turner; Bishop, 2020). Essa grande representação de atletas jovens com maturação precoce tem ocorrido em muitos esportes coletivos como o futebol (Modric; Jelacic; Sekulic, 2021; Gonaus *et al.*, 2019), hóquei (Cobley *et al.*, 2009), basquete e vôlei (Gonaus *et al.*, 2023; Kung *et al.*, 2025; Albaladejo-Saura *et al.*, 2022), como também em esportes individuais como o tênis (Sinkovic *et al.*, 2023, Myburgh *et al.*, 2016), badminton (Fernandez-Fernandez *et al.*, 2023) e atletismo (Baker *et al.*, 2024a, Baker *et al.*, 2024b).

Atletas jovens com maturação avançada amadurecem antes de seus semelhantes de mesma IC e consequentemente possuem maior probabilidade de serem escolhidos em programas esportivos de alto desempenho (Figueiredo *et al.*, 2021). Essa vantagem maturacional precoce dos atletas muitas vezes é confundida como maior competência específica das habilidades do esporte (Helsen *et al.*, 2012). Em contraponto, atletas de maturação atrasada que são tão igualmente habilidosos quanto os seus semelhantes mais maturados, tem menor chance de serem escolhidos para programas esportivos e maior probabilidade de serem

excluídos do processo (Müller *et al.*, 2016). Pesquisas também apontam que atletas juniores com bom rendimento constantemente não alcançam o mesmo nível quando chegam a categorias superiores, o inverso dos atletas bem-sucedidos que não tiveram grandes resultados em categorias anteriores (Bezuglov *et al.*, 2019), o que pode ser resultado dessa variabilidade do processo de maturação.

Algumas abordagens alternativas são geralmente utilizadas para tentar amenizar os desequilíbrios maturacionais e as limitações das seleções pautadas nas categorias de IC. Uma delas é intitulada como *Bio-Banding* (BB), uma metodologia que agrupa jogadores com base em estimativas não invasivas da maturação biológica. (Cumming *et al.*, 2017). O intuito principal da estratégia do BB é amenizar o impacto das variações interindividuais na maturação, permitindo, assim, que atletas de maturação precoce e tardia tenham oportunidades de participar e competir em condições mais adequadas e niveladas ao seu estágio de desenvolvimento maturacional (Johnson *et al.*, 2022). Essa estratégia tem se mostrado muito promissora, reduzindo demandas físicas e fisiológicas de atletas menos maturados e permitindo também que os atletas com maturação mais avançada tenham tarefas mais desafiadoras, fisicamente, tecnicamente e taticamente (Bradley *et al.*, 2019).

Estudos que compararam as diferenças maturacionais entre os jogadores em relação a performance física e técnica mostram o quanto atletas mais maturados se sobressaem em relação aos jogadores menos maturados. Atletas do sexo masculino com maturação mais avançada obtiveram atributos físicos maiores como estatura, tamanho dos membros inferiores e força, em relação aos seus pares menos maturados (Shahidi *et al.*, 2024; Di Credico *et al.*, 2020; Walters *et al.*, 2022, Figueiredo *et al.*, 2009). Da mesma forma, em relação a performance técnica, também foram encontradas vantagens significativas em esportes como cricket, futebol, vôlei e basquete, onde os atletas com maturação precoce realizavam mais gestos técnicos específicos desses esportes em relação aos de maturação tardia (Sinkovic *et al.*, 2023, Kung *et al.*, 2025, Albaladejo-Saura *et al.*, 2022, Walters *et al.*, 2022).

Por outro lado, pesquisas que utilizaram a estratégia metodológica do BB têm demonstrado o potencial desta ferramenta como estratégia de equilíbrio competitivo para que atletas de diferentes estágios maturacionais tenham as mesmas oportunidades de aprendizagem. O BB tem ajudado a reduzir as grandes variações dentro de um mesmo grupo associadas ao desenvolvimento precoce de características antropométricas relacionadas à maturidade, como estatura e massa corporal (Towlson *et al.*, 2018, Barrett., 2022). O BB também tem se tornado cada vez mais popular nas práticas de esportes para aumentar a compreensão dos praticantes sobre a influência que o estado de maturidade do jogador tem sobre suas características,

incluindo psicossociais (Towlson *et al.*, 2021a, Cumming *et al.*, 2018a), técnico-táticas (Towlson *et al.*, 2021a, Lüdin *et al.*, 2022, Abbott *et al.*, 2019) e esforço percebido (Towlson *et al.*, 2021a, Abbott *et al.*, 2019).

Cumming *et al.* (2017, 2018b), em duas de suas pesquisas com o futebol, abordam a percepção da utilização do BB por atletas de maturação precoce, tardia e dos seus respectivos treinadores. No âmbito geral, as experiências foram positivas para todos. Tanto os atletas de maturação precoce quanto os de maturação tardia obtiveram visões positivas da utilização da estratégia com faixas biológicas. Os atletas com maturação precoce consideraram os jogos menos desafiadores fisicamente em relação as competições definidas por IC, mas tiveram que se adaptar a um jogo mais rápido e dar mais ênfase às suas habilidades táticas e técnicas. Atletas com maturação tardia também consideraram os jogos menos desafiadores fisicamente, porém tiveram mais oportunidades de demonstrar e desenvolver suas habilidades técnicas, táticas e físicas, e diferente do que estavam acostumados, começaram a adotar papéis de liderança nos jogos.

Já os treinadores, conseguiram perceber que muitos dos seus atletas com maturação precoce estavam se saindo bem apenas por suas características físicas como seu tamanho e força, onde com o BB foram forçados a mudar seu jogo para diferentes desafios, buscando um estilo de jogo mais técnico, tático e coletivo. Do outro ponto de vista, treinadores de atletas com maturação tardia observaram aspectos do jogo que normalmente não eram vistos, começaram a notar que os meninos com amadurecimento tardio, agora medindo forças de forma equilibrada, demonstraram suas habilidades técnico-táticas em vez de serem amplamente dominados fisicamente por seus adversários em competições por IC (Cumming *et al.*, 2018a, Cumming *et al.*, 2018b).

Os achados de Cumming *et al.* (2017, 2018b) indicam que o BB fornece informação prática e aplicável para a pedagogia do esporte, pois evidencia como ajustes nos agrupamentos competitivos podem favorecer o desenvolvimento técnico, tático e psicossocial de jovens atletas independentemente da IC. Ao revelar que atletas precoces deixam de depender apenas de vantagens físicas e passam a confrontar desafios técnicos e táticos – enquanto atletas tardios ganham oportunidades de expressão, liderança e aprendizagem – o BB oferece uma estratégia para estruturar treinos e competições mais equitativos e formativos.

Essa ideia converge com autores que defendem a necessidade de ajustes competitivos para promover ótimo desenvolvimento, como Williams e Reilly (2000) e Ford *et al.* (2012) no contexto do desenvolvimento de talento, e com Malina *et al.* (2004) e Lloyd *et al.* (2015), que salientam a influência da maturidade biológica na seleção e na prática de treinamento. Assim,

a incorporação de estratégias como o BB pode informar intervenções pedagógicas e políticas de competição mais alinhadas ao desenvolvimento individual, reduzindo vieses por maturidade e promovendo ambientes de aprendizagem mais ricos para jovens atletas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é propor uma revisão de literatura dos estudos existentes sobre a aplicação do BB e entender o impacto deste no desempenho físico, técnico-tático e psicológico de crianças e jovens atletas e como acontece em diferentes esportes.

Materiais e Métodos

Crítérios de seleção de estudos

A pergunta que norteia este estudo é: “Em crianças e jovens atletas entre 7 e 18 anos, o agrupamento por maturação biológica (BB) influencia os níveis de performance em contextos de prática esportiva infantojuvenil em comparação com o agrupamento tradicional por idade cronológica?” Para definir os critérios de inclusão e exclusão dos estudos para esta revisão, adotamos o modelo de perguntas PICOT (Quadro 1).

Quadro 4. Modelo de perguntas PICOT para critérios de inclusão/exclusão

ITEM	CRITÉRIO DE INCLUSÃO	CRITÉRIO DE EXCLUSÃO
Participantes (P)	Crianças e jovens entre 7 e 18 anos, de ambos os sexos, praticantes de esportes em diferentes níveis de performance e contextos de prática.	Estudos com participantes fora da faixa etária definida; crianças com lesões ou em processo de reabilitação; público não esportista.
Intervenção (I)	Estudos que utilizem o Bio-Banding como critério de agrupamento ou como variável independente para análise de maturação biológica.	Estudos que empreguem outros métodos de agrupamento sem referência ao Bio-Banding.
Comparação (C)	Estudos que comparem Bio-Banding com agrupamento por idade cronológica; que façam comparação de resultados entre diferentes grupos de Bio-Banding	Estudos sem grupo de comparação com/entre grupos de Bio-Banding
Resultados (O)	Efeitos do Bio-Banding sobre indicadores de performance em crianças e jovens esportistas de diferentes níveis e contexto de prática	Estudos que abordem apenas aspectos isolados ou maturacionais sem relação com performance.
Tipo de estudo (T)	Estudos descritivos, observacionais, experimentais ou caso-controle publicados em periódicos revisados por pares.	Revisões, editoriais, relatos de opinião, capítulos de livros, livros dissertações, teses e resumos de congresso.

Fonte: O autor (2025).

Estratégia de busca e bancos de dados

Nesta revisão os estudos foram extraídos das bases de dados Scopus e Pubmed. As sintaxes utilizadas foram as seguintes: Scopus: Bio-banding AND (Maturity OR Maturation); Pubmed: (bio-banding) AND (maturity OR maturation). Foram inclusos publicados entre 2015

e 2025, nos idiomas inglês, espanhol e português. Após a primeira pesquisa geral, os estudos foram revisados por título e resumo, excluindo os artigos repetidos e aplicando a primeira etapa dos critérios de inclusão, em seguida as pesquisas foram avaliadas em texto completo, excluindo-se aqueles também que não atendiam aos critérios de inclusão (Figura 1).

Extração e coletas de dados

Uma vez obtidos os estudos, as informações essenciais foram extraídas em uma tabela, que incluiu os seguintes itens: autores e ano de publicação, características dos participantes (número de sujeitos, categoria e gênero), esporte, método de divisão dos grupos maturacionais, desenho do estudo e principais achados (Tabela 1).

Resultados

A busca inicial resultou em um total de 422 artigos. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 23 artigos foram selecionados (Figura 1).

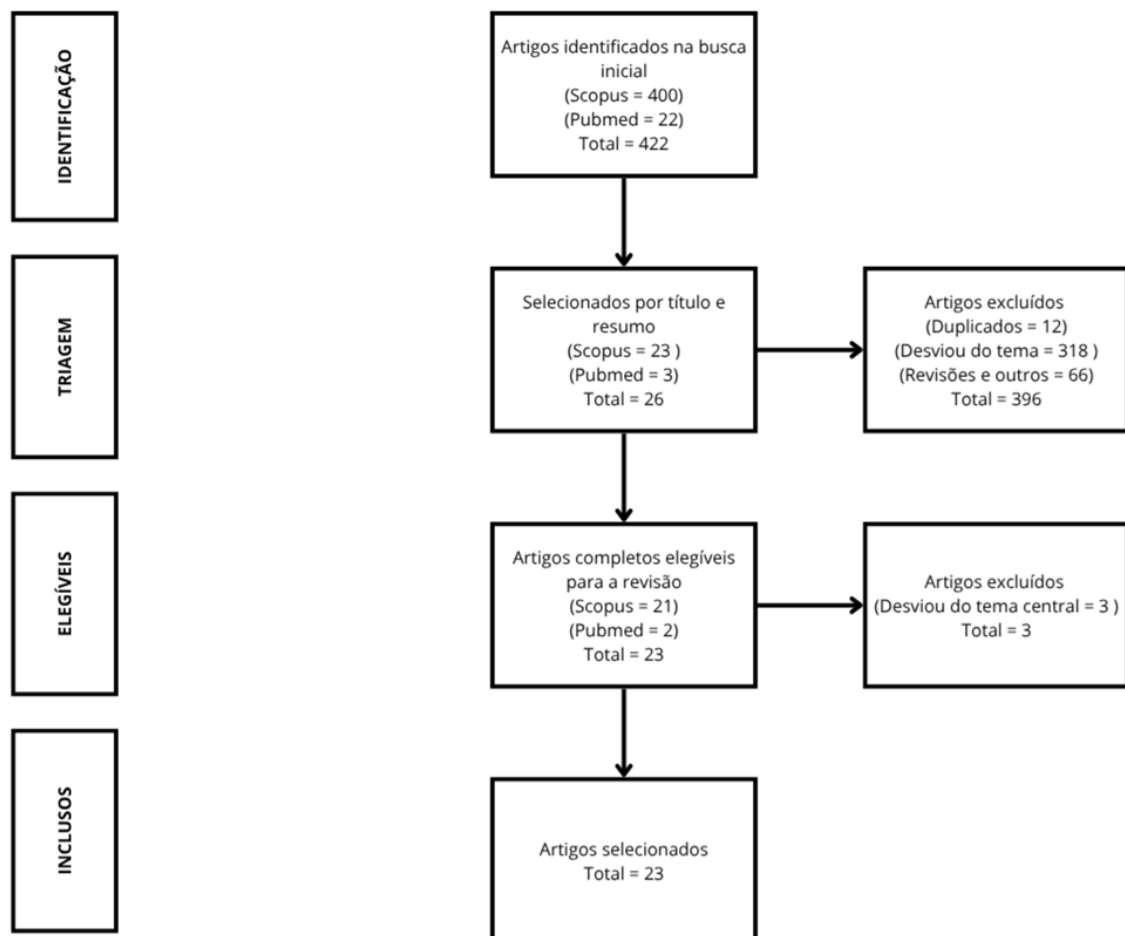


Figure 1. Fluxograma do processo de seleção dos artigos

Tabela 2. Variável, autores, ano de publicação, amostra, gênero, idade e principais resultados encontrados nos estudos inclusos

AUTOR/ANO	AMOSTRA	GÊNERO	FAIXA ETÁRIA/ CATEGORIA	ESPORTE	MÉTODO DE DIVISÃO DO GRUPO MATURACIONAL	DESENHO	PRINCIPAIS RESULTADOS
Cumming <i>et al</i> (2017)	16	M	11–14 Sub-12 - Sub-15	Futebol	Escore z de maturidade: > 0.2 (maturação avançada); < -0.2 (maturação atrasada) Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis-Roche, 1994)	Estudo qualitativo, exploratório. Participantes: 16 jogadores de futebol de academia (4 clubes da Premier League) selecionados por status de maturação. Coleta de Dados: Quatro grupos focais semiestruturados (12-17 minutos cada). Roteiro com questões abertas sobre experiências e percepções do torneio bio-banding (BB) em comparação com competições por idade cronológica (IC).	O BB promoveu um ambiente mais equitativo, favorecendo o desenvolvimento técnico-tático: jogadores avançados enfrentaram desafios maiores; tardios tiveram mais oportunidades e liberdade para atuar; precoces ajustaram seu estilo de jogo. Psicossocialmente, ambos (tardios e precoces) relataram ganho de confiança e os jogadores mais maduros passaram a exercer mais liderança.
Reeves <i>et al.</i> (2018)	66	M	9,2–14,2 (±1,5) Sub-10 - Sub-14	Futebol	G1, ≤77,9%; G2, 78–81,9%; G3, 82–85,9%; G4, 86–89,9%; e G5, ≥90%; Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis-Roche, 1994)	Estudo transversal com recrutamento intencional (convite por e-mail 14 dias antes); jogadores participaram de pré-temporada BB. Foram feitas entrevistas individuais Pré (n=24), durante (n=12) e Pós (n=30) pré-temporada, 5–16 min (média 9), todas gravadas e transcritas integralmente. Variáveis: compreensão do BB; percepções do impacto no desenvolvimento (técnico, tático, físico, psicossocial); maturidade esquelética (percentual da altura adulta prevista); antropometria (altura, massa).	Jogadores júnior de elite perceberam que o BB melhora socialização, confiança, atitude e responsabilidade — sobretudo os mais maduros, que evoluíram tecnicamente. Houve menção a preocupações sobre isolamento social, mas, em geral, os atletas aceitaram o formato desde que pudessem continuar jogando, sugerindo baixa necessidade de educação prévia sobre o BB.
Bradley <i>et al</i> (2019)	115	M	Sub-10 - Sub-15	Futebol	Escore z de maturidade: média ou no tempo (escore z entre +0,5 e -0,5), precoce (escore z > +0,5) e tardia (escore z < -0,5). Faixas de maturidade usadas no torneio: 80–85%, 86–90%, 91–95%. Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis-Roche, 1994)	O estudo foi um comparativo observacional transversal com componentes quantitativos e qualitativos, envolvendo análise entre grupos por status de maturidade em um formato quase experimental não randomizado. O formato de jogo comparou BB e IC, em partidas de 6x6, 7x7 e 11x11. As covariáveis e variáveis antropométricas consideradas foram IC, altura, peso, altura média dos pais e altura adulta prevista. As variáveis dependentes, obtidas por meio de questionário, incluíram compreensão do BB, apreciação do torneio, percepção de risco de lesão, percepção de liderança, expressão com a bola, influência no jogo, desafio físico e desafio técnico.	Todos os jogadores compreenderam o BB (4,00 ± 0,98), acharam agradável (4,19 ± 0,93) e perceberam menor risco de lesão (precoce: t(34)=–2,31, p<0,05; no tempo: t(67)=–3,55, p<0,001; tardio: t(11)=–2,57, p<0,05). O formato aumentou liderança, oportunidades com a bola (precoce: t(34)=5,37, p<0,001; no tempo: t(67)=4,04, p<0,001) e influência (precoce: t(34)=3,32, p<0,01; no tempo: t(67)=4,93, p<0,001); tardios relataram > expressão com a bola (t(11)=2,23, p<0,05). Precoces acharam o desafio físico > (t(34)=1,99, p<0,05) e tardios o acharam < (t(11)=–4,31, p<0,001); precoces apontaram > desafio (t(34)=1,97, p<0,05). Quatro temas principais emergiram: experiência geral, desafio físico, técnico-tático e psicossocial.

Abbott <i>et al</i> (2019)	25	M	12,7 ± 1,0 Sub-12 (n = 8); Sub-13 (n = 9); Sub-14 (n = 4); Sub-15 (n = 4);	Futebol	Escores z de maturidade: precoce (escore-z > 1,0), pontual (escore-z -1,0 a +1,0) e tardio (escore-z < -1,0). Percentual da altura adulta prevista (PAH%) / (85–90%) - (Khamis-Roche, 1994)	O estudo possui um desenho comparativo. Cada atleta jogou em dois formatos: BB e competição por IC. Foram feitas análises entre três grupos de maturação: precoce, no tempo e tardio. Também foi avaliado o teste de interação entre maturação e formato de jogo. Os jogos foram partidas de 11 x 11, com quatro tempos de 20 minutos. As variáveis dependentes incluíram distância total, distância em alta velocidade (>5,5 m·s⁻¹), distância explosiva (aceleração >2 m·s⁻² e desaceleração <-2 m·s⁻²) e RPE (esforço percebido). Além disso, foram avaliadas técnicas como remate, passe curto (<20 m) completo, passe longo (>20 m) completo, cruzamento, drible e desarme.	Tardios apresentaram RPE > que precoces (F = 9,56; p < 0,05; η² = 0,47); interação formato x maturação: precoces relataram > RPE no BB (t = 9,30; p < 0,05; d = 1,2), e pontuais/tardios sem diferença. Tardios percorreram > distância total (F = 43,92; p < 0,01; η² = 0,80) e > distância explosiva (F = 12,48; p < 0,01; η² = 0,53). > Passes curtos no BB, sobretudo para precoces e pontuais (t = 4,99; p < 0,05; d = 1,3); passes longos foram mais frequentes na competição cronológica, especialmente para pontuais e tardios (t > 3,32; p < 0,05). Dribles > no BB para pontuais (t = 7,24; p < 0,01; d = 0,7) e < para precoces. Desarmes foram mais frequentes no BB, principalmente para tardios (t = 3,57; p < 0,01; d = 1,0).
Giudicelli <i>et al</i> (2020)	67	M	11.0 - 14.7	Judô	Divisão dos Grupos: G1 ↑ Maduros (P > 50%) G2 ↓ Maduros (P < 50%). Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis-Roche, 1994)	Este estudo teve um desenho transversal, onde foram avaliados jovens judocas masculinos de oito clubes portugueses. Os participantes passaram por uma única visita, na qual foram realizadas medidas antropométricas (estatura, peso, comprimento de membros, circunferências e dobras cutâneas), testes de aptidão física (performance aeróbica, anaeróbica, agilidade, força muscular de abdominal, membro inferior, superior e preensão manual) e avaliações do status maturacional. Os dados foram analisados para investigar as relações entre maturação, condicionamento físico e medidas antropométricas.	Somente o desempenho aeróbico e a força de preensão manual apresentaram correlações significativas com o BB: desempenho aeróbico r = 0,273 (p < 0,05) e força de preensão r = 0,292 (p < 0,05). O desempenho aeróbico correlacionou-se negativamente com a massa de gordura (p < 0,05) e + com a massa livre de gordura (p < 0,01). A força de preensão teve associação negativa com massa de gordura (p < 0,05) e associações + com massa livre de gordura (p < 0,01), estatura (p < 0,001), envergadura de braços (p < 0,01) e comprimento de membros inferiores (p < 0,001).
Romann <i>et al</i> (2020)	62	F (2) /M (60)	Sub-13 (n=33; 12,2 ± 0,3); Sub-14 (n=29; 13,2 ± 0,4);	Futebol	Grupos maturacionais: IB1: metade biologicamente mais jovem - DM: -2,5 a -1,2 anos; IB2: metade biologicamente mais velha - DM: -1,2 a 0,0 anos Deslocamento de maturidade (DM) (Mirwald, 2002; Sherar, 2005)	O estudo piloto avaliou um esquema de BB em jogadores de sub-13 e sub-14, utilizando partidas de 20 minutos em que foram coletados dados técnicos, táticos e físicos. Foram analisadas variáveis como diferença na posse de bola, tempo médio por ação, mudanças na posse, número de chutes, sucesso nas tentativas de gol, passes (e sua eficiência), duelos, faltas e ações de bola parada (escanteios, lançamentos, faltas e pênaltis). Nas variáveis físicas, mediu-se a distância percorrida em velocidades de caminhada (0–5,8 km/h), trote (5,8–11,5 km/h), corrida moderada (11,5–15,8 km/h), alta velocidade (15,8–20,0 km/h) e sprint (> 20 km/h), usando dados de rastreamento global.	BB < deslocamento e velocidade de pico: distância total 1,83 ± 0,40 km x 1,94 ± 0,39 km (p < 0,001; d = 0,26), distância em alta velocidade 0,11 ± 0,06 km x 0,12 ± 0,07 km (p = 0,035; d = 0,25), distâncias ao trotar (0,69 ± 0,24 km x 0,75 ± 0,25 km; p < 0,001; d = 0,25) e correr (0,30 ± 0,13 km x 0,32 ± 0,14 km; p = 0,038; d = 0,22). BB > duelos (p = 0,024; d = 0,89) e ações de bola parada (p = 0,025; d = 1,00), < tempo médio de posse (p = 0,021; d = 0,62) e passes bem-sucedidos (p < 0,001; d = 1,24) e > passes malsucedidos (p < 0,001; d = 1,06).

Towlson <i>et al</i> (2021a)	32	M	12,9 ± 0,9	Futebol	Grupos: Precoce (≥90%) e Tardio (<90%) Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis-Roche, 1994)	Estudo controlado com cruzamento entre indivíduos, onde cada jogador participou de jogos reduzidos BB e jogos mistos/cronológicos (controle) em mini-ligas durante 4 semanas, com ordem fixa. Foram utilizados 4 tamanhos de campo (pequeno, médio, grande, expansivo). As variáveis avaliadas incluem antropometria (altura e peso), desempenho técnico (porcentagem de posse de bola, passes tentados e bem-sucedidos, passes por posse, tempo médio de posse, tempo médio de recuperação, rede de passes) e avaliação técnica subjetiva (pontuação total em 10 critérios como assistência, comunicação, controle, cobertura/apoio, decisão, primeiro toque, marcação, 1x1, passe e finalização).	Médias: tentativas de passe 29,2 ± 7,6; sucesso 53,3% ± 11,8; posse média 6,3 ± 2,3 s; 1,4 ± 0,5 passes por posse. Campos↑ > a posse (f2 = 0,24; p < 0,001) e < tentativas de passe (f2 = 0,27; p < 0,001), densidade e intensidade da rede. Em equipes mistas, jogadores precoces mostraram < centralidade de grau e proximidade e > centralidade de intermediação e PageRank (p < 0,01).
Towlson <i>et al</i> (2021b)	72	M	11 - 14 Sub-13; Sub-14; Sub-15; Sub-16.	Futebol	Grupos: Pós-PHV (>92,0%); Circa-PHV (87,0–92,0%); Pré-PHV (<87,0%). Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis-Roche, 1994) Grupos: Pré-PHV (< -1,0 anos até o PHV); Circa-PHV (-1,0 a 0,0 anos até o PHV); Pós-PHV (> 0,0 anos após o PHV) Deslocamento de maturidade (DM) Fransen <i>et al</i>, 2018.	Um estudo de medidas repetidas com jogadores de futebol foi realizado ao longo de três semanas, com diferentes agrupamentos. A cada semana, participaram de jogos reduzidos 4x4 (5 min de jogo, 3 min de recuperação), com tamanhos de campo variados (pequeno, médio, grande, expansivo), comparando BB e jogo misto. Foram avaliadas variáveis antropométricas (estatura, massa, altura dos pais, deslocamento de maturidade), físicas (frequência cardíaca, distância total, velocidade máxima, distância em alta velocidade, magnitude vetorial, planos de componentes e carga de treinamento via CG-APE) e psicológicas (confiança, competitividade, Fator X e atitude positiva).	As maiores ≠ físicas ocorreram entre Pré-PHV e Circa-PHV nos planos anterior-posterior (25,76 ± 2,44 x 26,29 ± 2,30) e medial-lateral (29,67 ± 1,23 x 28,92 ± 1,46). Todas as variáveis psicológicas foram ≠, como a atitude positiva (2,55–3,17 x 2,34–3,38), confiança (2,52–3,02 x 2,29–3,24) e competitividade (2,53–2,95 x 2,32–3,18). A pontuação total mostrou efeito moderado (d = 0,53; IC95% 0,27–0,77) e o índice CG-APE apresentou efeito grande (d = 0,74; IC95% 0,50–0,99)
Towlson <i>et al</i> (2021c)	92	M	11 - 14 Sub-13; Sub-14; Sub-15; Sub-16;	Futebol	Grupos: Pós-PHV (>92,0%); Circa-PHV (87,0–92,0%); Pré-PHV (<87,0%). Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis-Roche, 1994) Grupos: Pré-PHV” (< -1,0 anos até o PHV);	Em três semanas, jogadores de academias (U13–U16) disputaram mini-jogos 4x4 (5 min jogo/3 min recuperação) com variação semanal do tamanho do campo (pequeno, médio, grande, expansivo). Foram medidas: antropometria (estatura, massa, altura parental, % estatura adulta); performance técnico-tática (posse, cobertura, comunicação, tomada de decisão, passes, primeiro toque, controle, 1x1, arremessos, assistências, marcação, sucesso de passe, giros, gols, remates, desafios rasteiros, intercepções, dribles, métricas de rede, distância a companheiros/opponentes, centróides); e avaliação técnico-subjetiva (GTSC com 10 indicadores) além	Variáveis técnicas e táticas mostraram alta probabilidade de diferença entre grupos maturacionais: passes bem-sucedidos pd = 93,77–100% e gols pd = 99,50–99,58% em grupos mistos. O método Khamis–Roche identificou diferença de 1,87 na frequência de passes (pd = 100%), principalmente entre Pré-PHV; tempo de drible diferiu apenas entre Circa-PHV com esse método (pd = 98,24%). O SEI foi > em Circa-PHV segundo Khamis–Roche (pd = 97,17%) e Fransen (pd = 92,90%), e > em grupos mistos (pd = 96,15%). A >

					Circa-PHV (−1,0 a 0,0 anos até o PHV); Pós-PHV (> 0,0 anos após o PHV) Deslocamento de maturidade (DM) Fransen <i>et al.</i>, 2018.	de variáveis de vídeo (passes, viradas, remates, dribles, intercepções, disputas de solo).	diferença tática foi na distância ao companheiro mais próximo em pós-PHV (pd = 99,52%).
MacMaster <i>et al.</i> (2021)	319	M	14,5 ± 0,8 Sub-14; Sub-15;	Futebol	Grupos: Pré-PHV; Circa-PHV; Post-PHV Pico de velocidade de crescimento (APHV) (Mirwald <i>et al.</i> 2002); (Fransen <i>et al.</i> 2018); (Moore <i>et al.</i> 2015);	Este estudo observacional transversal avaliou medidas de campo, incluindo antropometria (estatura, altura sentada, massa corporal e postura), testes de movimentos funcionais (agachamento com barra, passo com barreira, estocada, mobilidade de ombros, elevação de perna, flexão de braço com estabilidade) e performance física (força explosiva, agilidade, velocidade de sprint e resistência aeróbica). O objetivo foi classificar os grupos por maturidade biológica (BB) para comparação entre maturidades, além de agregar o agrupamento cronológico (U14+U15) para análise geral.	No BB, conforme o status maturacional avança, há > antropometria e performance física com efeitos de moderados a muito grandes: estatura (ES = 0,97–2,88), massa corporal (ES = 1,12–2,57) e velocidade/agilidade (ES = 0,33–3,00). Jogadores pós-PHV tiveram > competência em movimentos funcionais — flexões de braço para estabilidade do tronco: 67,8%–74,4%; avaliação postural: 94,4%–95,8% — e < mobilidade de ombro.
Segueida-Lorca <i>et al.</i> (2022)	128	M	14.88 ± 1.76 Sub-12: (n=20; 12.21 ± 0.26); Sub-13: (n=10; 13.11 ± 0.28); Sub-14: (n=26; 14.23 ± 0.25); Sub-15: (n=18; 14.70 ± 0.29); Sub-16: (n=22; 15.67 ± 0.32); Sub-17: (n=18; 16.73 ± 0.31); Sub-19: (n=14; 17.82 ± 0.24)	Futebol	Grupos: - Pré-puberal < 85,0% (BB1); - Puberdade precoce 85,0 - 89,9% (BB2); - Puberdade média 90,0 - 94,4% (BB3); - Puberdade tardia e ≥ 95,0% (BB4); Pico de velocidade de crescimento (PHV); Mirwald <i>et al.</i> (2002) - Percentual da altura adulta prevista (PAH%) Sherar <i>et al.</i> (2005) -	Este estudo é do tipo observacional e transversal com medidas de campo. As variáveis antropométricas foram massa corporal, altura sentada, pregas cutâneas (incluindo tríceps, subescapular, supraespinhal, abdominal, coxa e perna), diâmetros ósseos (biacromial, torácico transversal, ântero-posterior torácico, iliocrestal, úmero e fêmur) e perímetros corporais (cabeça, braço relaxado, antebraço, tórax, cintura, parte superior da coxa e perna), velocidade máxima de crescimento (PHV) e a altura adulta prevista. Assim, o estudo analisou essas variáveis buscando compreender diferenças relacionadas ao estágio de maturidade dos jovens jogadores.	Grupos BB foram ≠ em várias medidas antropométricas e de composição corporal: idade (H = 94,99; p < 0,0001; ηH2 = 0,742), massa corporal (F = 69,79; p < 0,0001; η2 = 0,628), estatura (F = 104,72; p < 0,0001; η2 = 0,717), massa muscular (H = 73,31; p < 0,0001; ηH2 = 0,567), massa óssea (H = 72,81; p < 0,0001; ηH2 = 0,563), gordura corporal (F = 19,41; p < 0,0001; η2 = 0,320), índice de massa muscular (F = 18,28; p < 0,0001; η2 = 0,307) e pregas cutâneas (H = 10,17; p = 0,0172; ηH2 = 0,058).

Lüdin <i>et al</i> (2022)	65	M	11,7 - 13,7 Sub-13 (32); Sub-14(33);	Futebol	4 grupos BB: - sub-13 DM baixo (MO $\leq$ -1,4 anos); Sub-13 DM alto (DM $>$ -1,4 anos); - sub-14 DM baixo (MO $\leq$ -1,4 anos); Sub-14 DM alto (DM $>$ -1,4 anos); Deslocamento de maturidade (DM) - (Mirwald <i>et al</i> , 2002)	Este estudo foi um experimento cruzado com medidas repetidas. Cada participante jogou duas partidas de 9x9 em campo de grama natural, uma seguindo o formato de BB (classificação por maturidade biológica) e outra no formato convencional (IC). As variáveis estudadas incluíram medidas antropométricas (altura, peso, composição corporal, pregas cutâneas, diâmetros ósseos, perímetros), indicadores de desempenho físico (velocidade, resistência, força), além de KPIs técnicos-táticos codificados manualmente, como passes, dribles, intercepções, além de avaliações subjetivas de desempenho técnico.	Sub-14 com DM alto registraram + acelerações altas em IC (média 28,5) do que sub-13 com DM alto (15,2; $p = 0,016$). Sub-14 DM alto executou > bolas de ataque em IC (média 12,4) que sub-14 DM baixo (7,8; $p = 0,034$). Sub-14 DM baixo no BB teve > volume de jogo com a bola (18,2 x 13,5 na tradicional) e eficiência de posse (76% x 64%; $d = 0,9$).
Barrett <i>et al</i> (2022)	32	M	12,9 $\pm$ 0,9 Sub-12; Sub-13; Sub-14;	Futebol	4 grupos BB: - sub-13 DM baixo (MO $\leq$ -1,4 anos); Sub-13 DM alto (MO $>$ -1,4 anos); - sub-14 DM baixo (MO $\leq$ -1,4 anos); Sub-14 DM alto (MO $>$ -1,4 anos); Pós-PHV ($\geq 90\%$ do PAH%, $n=16$); Pré-PHV ($< 90\%$ do PAH%, $n=16$); Percentual da altura adulta prevista (PAH%) - (Khamis e Roche, 1994)	Este estudo com delineamento cruzado e medidas repetidas avaliou os efeitos do formato de competição (BB x convencional) em jovens jogadores de futebol. Cada jogador participou de partidas de 4x4 de 5 minutos, em ambos os formatos e diferentes tamanhos de campo, em dias separados por uma semana. Foram analisadas variáveis antropométricas (altura, peso, composição corporal), esforço percebido (dRPE), e métricas técnico-táticas (posse, passes, dribles, intercepções, sucesso), coletadas por codificação manual e vídeo, considerando estágio de maturidade, formato e tamanho do campo.	Jogadores Pré-PHV relataram dRPE > Pós-PHV, com aumentos entre 6 e 16 unidades (p entre $<0,001$ e $0,121$). Em formatos mistos ambos os grupos aumentaram o esforço percebido ($\approx 8-9$ unidades; $p < 0,001$), sendo que os pós-PHV exibiram os maiores incrementos. A análise de componentes mostrou que 59,8% da variação do dRPE é entre jogadores e 40,2% é intra-jogador. Jogadores pós-PHV apresentaram > efeitos nas componentes psicológicas analisadas (componente 1: $d = 0,51$, $p = 0,094$; componente 2: $d = 0,95$, $p < 0,0015$).
Salter <i>et al</i> (2023)	55	M	13,8 $\pm$ 1,4 Sub-12 (14); Sub-13 (14); Sub-14 (13); Sub-15 (7); Sub-16 (7);	Futebol	Pré-PHV ($<88\%$; $n = 20$); Cerca-PHV (88–93%; $n = 19$); Pós-PHV ($>93\%$; $n = 16$); Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	Estudo experimental-observacional de intervenção, longitudinal e quantitativo. Participantes realizaram sessões semanais por seis semanas: aquecimento, corrida submáxima com controle por áudio e jogos reduzidos (6x6), em formatos cronológico e BB. Foram analisadas: tempo de contato com o solo, tempo de voo, comprimento de passada, cadência, RSI, rigidez das pernas (absoluta e relativa) e percepções imediatas de esforço (dispneia, esforço muscular e carga cognitiva/técnica).	A rigidez absoluta aumentou moderada a fortemente em todos os grupos (Pós-PHV = 12,16 $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$; Pré/ Cerca-PHV $\approx 18,6$ $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$). Pré-PHV e Cerca-PHV o comprimento de passada foi $<$ ($\sim 4,3$ cm) enquanto Pós-PHV foi $>$ (0,69 cm, com diferença entre grupos >5 cm). Na cadência, Cerca-PHV foi $<$ (3,93 s/m) e Pós-PHV $>$ (1,53 s/m, com diferença = 5,4 s/m). Rigidez absoluta, comprimento de passada e cadência diferiram significativamente ($p < 0,05$). Os RPE foram menores no formato BB; apenas o RPE do Pós-PHV atingiu significância, com respostas classificadas como “Moderada” ou “Pesada”.

de la Rubia <i>et al</i> (2023)	86	F (40) /M (46)	F = 14,37 ± 1,64; M = 14,06 ± 1,19; Sub-13 (n = 29); Sub-14 (n = 17); Sub-15 (n = 20); Sub-16 (n = 10); Sub-17 (n = 10)	Handebol	Escores z de maturidade: tardia (escore z < -0,5); no tempo (-0,5 < escore z < +0,5); e precoce (escore z > +0,5); Grupos: - Pré-PHV (meninos: ≥ 85–89%; meninas: ≥ 85–91%); - Circa-PWV (meninos: > 89–92%; meninas: > 91–96%); - Pós-PWV (meninos: > 92%; meninas: > 96%). Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	O estudo foi de natureza observacional e descritiva, realizado com jogadores de handball divididos por gênero. O desenho do estudo envolveu dois formatos de competição: IC x BB. Além disso, utilizou-se um questionário de percepção para analisar as opiniões das atletas sobre o BB. As variáveis estudadas incluíram a maturidade biológica (estimada por escore z e %PAH), IC, altura, peso, opinião das participantes e impacto da competição.	Meninos precoces apresentaram > compreensão do BB (Q1; p < 0,05) e > satisfação, vendo a competição como mais física; tardios relataram > liderança, participação e influência e perceberam o BB como desafio técnico-tático. Meninas precoces reportaram > prazer na participação (p < 0,05) e > influência no jogo; pontuais perceberam > papel de liderança e caráter técnico-tático como desafio; tardias mostraram > preocupação com lesões e acharam as partidas mais fisicamente desafiadoras que em IC. Tamanhos de efeito nas questões Q3–Q8 foram moderados a grandes por sexo e maturidade.
Birrento-Aguiar <i>et al</i> (2023)	37	M	12,91 ± 0,57 Sub-14;	Basquete	Escores z de maturidade: médio, pontual ou tardio (pontuação z entre +0,5 e <0,5); e precoce (pontuação z > +0,5); Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	Estudo experimental e exploratório, realizado em um ambiente indoor em quadra de basquete. O estudo envolveu a realização de duas competições diferentes ao longo de um fim de semana: uma com regras oficiais da Federação Espanhola de Basquete (FEB) para sub-14 e outra com regras modificadas, incluindo uma altura de cesto reduzida e a linha de três pontos ajustada. As variáveis estudadas incluem, principalmente, aspectos ligados à maturação somática (altura, peso, altura média dos pais, idade de nascimento, porcentagem da altura adulta prevista, e classificação de maturação) e variáveis cinemáticas do desempenho durante os jogos (aceleração, desaceleração, velocidade máxima, metros percorridos, número de sprints, e carga do jogador).	O torneio modificado houve > acelerações e de carga do jogador, sobretudo em fases de ataque posicional. Metros de sprint (Z = -3,78; p = 0,001) e metros de desaceleração (Z = -2,39; p = 0,017) diferiram significativamente, principalmente no grupo precoce. A ANOVA revelou interação maturação×torneio para acelerações (F1,35 = 5,58; p = 0,024) e velocidade máxima de sprint (F1,35 = 5,22; p = 0,029). Velocidade máxima de aceleração, velocidade máxima de sprint, desaceleração e carga do jogador aumentaram no torneio modificado; os dentro do prazo a tardios apresentaram < velocidade máxima de sprint no Torneio Modificado (p = 0,012), embora a interação tmaturação×torneio para essa queda não tenha sido significativa.
Lindholm <i>et al</i> (2024)	69	M	12 - 13 Sub-13 (n = 36); Sub-14 (n = 33)	Hóquei no gelo	Pré-PHV < 88% PAH, Circa PHV 88–96% PAH e pós-PHV > 96% PAH; Escore z de maturidade: no tempo esperado = escore Z de 0,5 a -0,5; cedo = escore Z > 0,5; tarde = escore Z < -0,5; Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	O estudo é de delineamento observacional e transversal, realizado em três dias ao longo de 11 dias. As variáveis estudadas incluem medidas antropométricas (altura, peso, maturidade biológica), desempenho físico (salto em agachamento, força de prensão, resistência aeróbica pelo YYIRT, velocidade em sprint de 30 metros), percepção dos jogadores (questionário sobre BB em comparação com jogos por faixa de idade) e avaliações feitas por treinadores (seleção de jogadores em jogos por faixas etárias e BB).	Oponentes considerados + maduros (MMO) apresentaram maturidade biológica média de 12,8 anos; defensores maturaram mais cedo (diferença no escore Z = 0,23; p = 0,029). Força de prensão e salto vertical correlacionaram mais fortemente com %PAH. Na avaliação por IC, treinadores preferiram jogadores + maduros; na avaliação por BB, favoreceram jogadores + rápidos, de < estatura e com > salto — odds ratios para jogadores ofensivos variaram entre 1,99 e 2,31.

Arede <i>et al</i> (2024)	116	M	13,3 ± 0,89 Sub-13; Sub-14;	Futebol	Grupos de maturação: <88% (Pré-PHV); 88–95% (Meio-PHV); e >95% (Pós-PHV) Escore z de maturidade: muito tardio (escore z < -1,5); tardio (escore z < -0,5); médio ou pontual (escore z entre +0,5 e -0,5); precoce (escore z > +0,5); e muito precoce (escore z > +1,5); Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	O estudo foi uma análise comparativa com jogadores juvenis de academias portuguesas. Os jogadores participaram de partidas em diferentes formatos e condições de maturação. Cada um disputou oito jogos em um dia. Foram coletados dados antropométricos, como altura, peso e maturação somática. Também foram avaliados desempenho físico, incluindo distância percorrida, acelerações, desacelerações e impactos. Além disso, variáveis táticas, como velocidade média, velocidade máxima e índice de exploração espacial, também foram analisadas. O objetivo foi entender como formatos de jogo e estágio de maturação influenciam o desempenho e comportamento tático dos jogadores.	Os jogadores percorreram < distâncias (ES = 1,11), realizaram < desacelerações (ES = 0,82), alcançaram < velocidades médias (ES = 1,15), sofreram menos impactos corporais (ES = 0,94) e registraram < FCpico (ES = 0,56) na competição baseada na IB em comparação com IC. Ambos os formatos de jogo oferecem demandas físicas distintas nos níveis externo e interno.
Salter <i>et al</i> (2025)	139	M	12 – 16 Sub-13 (11.7– 14.7); Sub-14 (12.3– 15.6); Sub-15 (13.8– 16.3);	Futebol	Pré-PHV (<90 %); Meio-PHV (90–96 %); e Pós-PHV (>96 %); Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	Estudo observacional de campo experimental, transversal em um dia, com seis partidas de 11x11 (20 min) comparando IC×BB. Foram medidas antropometria/maturidade (estatura em pé e sentado, massa corporal, %PAH, categorização pré/meio/pós-PHV); características físicas absolutas e relativas (distância total em m, distância >4 m/s, número de sprints, distância de sprint >5,5 m/s, velocidade máxima em m/s, acelerações/desacelerações >2,6 m/s², taxas de trabalho em m/min); e características técnicas (número total de toques, taxa de toques por pé — esq/dir, posses totais: curtas <1,5 s, longas >1,5 s, um toque, tempo médio por posse e tempo total na bola).	BB < variabilidade nas variáveis físicas (inércia = 60,5) e técnicas (78,4; 41,3). Houve < ações de um toque no BB (1,2 ± 0,4; p = 0,002; d = 0,20) e > tempo por posse (0,12 ± 0,1 s; p = 0,040; d = 0,17). Pré-PHV x Meio-PHV mostrou ≠ físicas na maioria das variáveis (p = 0,000–0,016; d = 0,48–0,79) e Pré-PHV x Pós-PHV com ≠ amplas (p = 0,000–0,016; d = 0,53–1,16). Meio-PHV x Pós-PHV no BB: Pós-PHV > taxa de trabalho (d = 0,52; p = 0,014–0,041) e distância em alta intensidade (d = 0,58). Em IC, Pós-PHV > vantagens técnicas — tempo na bola d = 0,84; toques totais d = 0,84; toques/min d = 0,83; posses longas d = 0,86; posses totais d = 0,82; toques com o pé direito d = 0,70 (p = 0,000–0,038). BB ≠ apenas no tempo por posse entre em-PHV e pós-PHV (p = 0,002; d = 0,66).
Schütz <i>et al</i> (2025)	296	F (114)/M (182)	11.8 ± 2	Triatlo	Pré-puberal (<88%); Puberal (88%–95%); e Pós-puberal (>95%) Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994); Pré-puberal, DM < -1; Puberal, DM ≥ -1 ou DM ≤ +1; e Pós-puberal, MO > +1;	Este estudo é de natureza transversal, conduzido com uma amostra de jovens triatletas de ambos os sexos, que participaram de eventos multiesportivos no Brasil entre 2022 e 2023. A pesquisa envolveu a coleta de variáveis antropométricas (altura, peso, altura sentado, comprimento do membro inferior), além de dados relacionados à maturidade biológica (IC, altura dos pais, porcentagem de altura adulta prevista e idade na velocidade máxima de crescimento). O objetivo principal foi analisar a relação entre essas variáveis e o desenvolvimento somático e biológico dos atletas.	Forte correlação entre IC e indicadores de maturidade: %PAH rho = 0,853 (IC95% 0,82–0,88) e APHV rho = 0,863 (IC95% 0,83–0,89); ambos p < 0,001. A IC explicou 72,5% da variância em %PAH (rho² = 0,725) e 74,2% em APHV (rho² = 0,742). Por sexo, correlações em %PAH: meninos rho = 0,97 (IC95% 0,96–0,98) e meninas rho = 0,93 (IC95% 0,90–0,95); em APHV rho = 0,96 (IC95% 0,94–0,97) todos p < 0,001. Associação entre categoria etária e status maturacional ≈ 63,7% por %PAH e 62,3% por APHV (ambas p < 0,001). Variações

Desvio de maturidade (DM) - Mirwald <i>et al.</i> , 2002;					maturacionais > ocorreram em 8–9 e 14–15 anos (%PAH) e 12–13 anos (APHV); APHV melhor captou variação intra-idade (poder = 1,0).		
King <i>et al</i> (2025)	53	M	13,4 ± 0,9	Futebol	Grupos: biologicamente mais maduro (–1,0 a +1,2 anos); biologicamente menos maduro (–1,1 a –2,6 anos); Idade na velocidade de pico de crescimento (APHV) e o deslocamento de maturidade (DM) - (Fransen <i>et al.</i> , 2018);	Este estudo de caráter experimental e longitudinal. Os participantes foram classificados em grupos de maturidade biológica mais e menos avançada. Foram realizadas partidas em formatos de 4x4, 5x5 e 6x6, divididas em jogos com maturidade coincidente, discrepante e mista, em um torneio rodízio ao longo de três semanas. As variáveis estudadas incluíram métricas físicas (distância total, alta intensidade, acelerações e desacelerações), ações técnicas (número de toques, passes, tempo de posse de bola) e fatores psicológicos (confiança, competitividade, atitude positiva e fator X). Este estudo é um delineamento experimental de intervenção. Os participantes foram submetidos a sessões de jogos reduzidos (SSGs) sob duas condições: divisão por IC e por idade biológica. Cada participante realizou quatro sessões de SSG, com avaliações de carga de treinamento externa (PlayerLoad) e interna (sessão-RPE e TRIMP), além de desempenho técnico registrado por vídeo, incluindo ações como passes, chutes, desarmes, dribles e roubadas. Variáveis de interesse incluem a carga externa (PlayerLoad), carga interna (sessão- RPE, TRIMP), desempenho técnico (frequência de ações bem-sucedidas e malsucedidas) e participação dos atletas, permitindo uma análise compreensiva do impacto das diferentes estratégias de divisão de grupos nas respostas fisiológicas e desempenho técnico durante os jogos.	Em 6x6: jogadores mais maduros > distância em alta intensidade (p=0,009; ES=0,73). Em 6x6 misto: menos maduros > distância total (p=0,003; ES=0,05). Psicologicamente: mais maduros > em 4x4 (p=0,042; ES=0,10–0,29 — pequeno); menos maduros > em 5x5 (p=0,019; ES=0,08–0,83 — pequeno→moderado) e em 6x6 (p<0,001; ES=–1,75 — grande, direção oposta). Em jogos com discrepância maturacional: mais maduros melhores desempenhos psicológicos em 4x4 (p<0,001; ES=0,20–0,43 — pequeno→moderado).
de Macedo <i>et al</i> (2025)	20	M	11,8 ± 1,15 Sub-13;	Futebol	Grupos: Pré-PHV, (entre -2,5 a -1,5 anos); e PHV (entre -1,5 a - 0,5 anos); Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	Sessão-RPE → baixa confiabilidade (ICC = 0,40); PlayerLoad → confiabilidade moderada (ICC = 0,67). TRIMP → baixa confiabilidade (ICC = 0,18); TRIMP < na condição BB e > na condição IC. Diferenças: sessão-RPE Δ = 1,2 (PHV reportaram < esforço; p = 0,043). PlayerLoad IC foi 26,7 unidades < para Pré-PHV (p = 0,017). Participação técnica → alta confiabilidade (ICC = 0,72) e sem efeito significativo de BB ou maturação.	
de la Rubia <i>et al</i> (2025)	87	F (41)/M (46)	13 – 17 Sub- 13 (30); Sub-14 (17); Sub-15 (19); Sub-16 (12); e Sub-17 (9);	Handebol	Escore z de maturidade: Tardia (z < -0,5), pontual (–0,5 < z < +0,5) e precoce (z > +0,5). Porcentagem de altura adulta prevista (PAH%) (Khamis & Roche, 1994);	Este estudo apresentou um desenho quase- experimental com avaliação longitudinal. As variáveis estudadas incluíram: dados antropométricos (altura, peso, IMC), status de maturidade biológica (escores-z), percepção da experiência da competição (perguntas de percepção), níveis de ansiedade pré-competitiva (pontuações do CSAI-2R nas dimensões de ansiedade cognitiva, somática e autoconfiança), desempenho nas partidas (resultado das partidas, número de jogos, número de vitórias e derrotas), além de variáveis descritivas como sexo, faixa etária, e condições de participação (tempo de treinamento, ausência de lesões). Os participantes competiram em duas modalidades: IC e BB.	Meninas precoces mostraram > ansiedade cognitiva (14,57 ± 5,00) que meninas pontuais (10,45 ± 2,77) (F = 3,91; p = 0,029; η^2 = 0,170). Em percepções da competição, meninos relataram > compreensão (4,17 ± 0,93) e prazer (4,39 ± 0,80) no BB que meninas (compreensão 2,80 ± 1,11; prazer 4,00 ± 0,88) (F = 36,58; p < 0,001). Houve interação sexo×maturidade no prazer: meninas tardias relataram > prazer (4,50 ± 0,63) que meninas Circa-PHV (3,64 ± 0,92) e precoces (3,69 ± 0,86). Em meninos, prazer e autoconfiança correlacionaram-se positivamente (r = 0,278; p < 0,01).

Discussão

Métodos de estimativa da maturação e suas implicações

Os estudos incluídos utilizaram predominantemente duas abordagens para estimar a maturação biológica: (i) a porcentagem de altura adulta prevista (%PAH), calculada pela equação de Khamis-Roche (1994), que costuma ser categorizada em faixas percentuais ou convertida em escores Z para definir indivíduos precoces, no tempo ou tardios; e (ii) estimativas relacionadas ao pico de velocidade de crescimento, como a idade do APHV e o deslocamento de maturidade (DM), obtidas por equações derivadas de Mirwald (2002) e Fransen (2018), além de variantes propostas por Moore (2015) e Sherar (2005). A escolha do método e dos critérios de corte modifica a composição das categorias e, consequentemente, a sensibilidade para identificar diferenças associadas ao BB.

Estudos que utilizaram %PAH ou escores Z (Cumming *et al.*, 2017; Reeves *et al.*, 2018; Bradley *et al.*, 2019; Abbott *et al.*, 2019; Giudicelli *et al.*, 2020; Towlson *et al.*, 2021a-c; Barrett *et al.*, 2022; Salter *et al.*, 2023/2025; Arede *et al.*, 2024; de la Rubia *et al.*, 2023/2025; Birrento-Aguiar *et al.*, 2023; Lindholm *et al.*, 2024; De Macedo *et al.*, 2025) relataram efeitos estatisticamente significativos dos formatos competitivos ou das categorias maturacionais sobre variáveis perceptivas, técnicas e de carga. Entre os exemplos observados estão mudanças em RPE (percepção subjetiva de esforço), distância total percorrida, indicadores perceptivos de liderança e variações na dRPE, que corresponde à percepção diferencial subjetiva de esforço (Bradley *et al.*, 2019; Abbott *et al.*, 2019; Barrett *et al.*, 2022; De Macedo *et al.*, 2025).

Estudos baseados em APHV/DM (Romann *et al.*, 2020; Lüdin *et al.*, 2022; King *et al.*, 2025; Macmaster *et al.*, 2021; Segueida-Lorca *et al.*, 2022; Schütz *et al.*, 2025) evidenciaram que índices de crescimento explicam parcela substancial da variância em métricas físico-táticas e antropométricas. Por exemplo, Romann *et al.* (2020) mostraram redução moderada na distância total em BB e grande aumento de duelos (corpo-a-corpo, aéreos, 1v1, desarmes, disputas por bola solta/interceptações). MacMaster *et al.* (2021) relatou efeitos de magnitude moderada a muito grande em estatura, massa corporal e velocidade/agilidade, conforme o avanço maturacional; Segueida-Lorca (2022) encontrou diferenças altamente significativas em idade, massa, estatura e composição corporal.

Comparações entre métodos apontam concordância parcial: Schütz *et al.* (2025) mostrou forte correlação entre idade cronológica (IC) e %PAH/APHV, mas indicadores e cortes reclassificam ~26–37% dos atletas, o que tem impacto direto nas inferências sobre BB.

Dada a heterogeneidade metodológica observada (escores-Z x faixas %PAH; diferentes equações APHV/DM; variados cortes percentuais) e a influência de protocolo (SSG x 11x11, tamanho do campo, número de jogos), recomenda-se que futuros estudos descrevam de forma explícita o método/fórmula de maturação (incluindo parâmetros parentais para %PAH), os critérios de corte e a forma de conversão em escores-Z; relatem tamanhos de efeito e medidas de ajuste/confiabilidade ($d/ES/\eta^2$, R^2 , ICC, LOOIC, pd); e, quando possível, apliquem comparações simultâneas entre %PAH e APHV/DM na mesma amostra para avaliar concordância e implicações práticas (Towlson *et al.*, 2021b-c; Schütz *et al.*, 2025).

Efeitos do bio-banding no desempenho físico

A literatura revisada mostra que o bio-banding modifica de maneira consistente as demandas físicas em jovens atletas de esportes coletivos e individuais, especialmente no que se refere à distância total percorrida, distância em alta velocidade ou sprints, acelerações e desacelerações, além de medidas compostas de carga externa e interna. A direção e a intensidade desses efeitos variam conforme o método utilizado para estimar a maturação, o formato competitivo e o estágio maturacional dos participantes. De forma geral, o bio-banding tende a reduzir deslocamentos de alta velocidade e a distância total (Romann *et al.*, 2020; Arede *et al.*, 2024), enquanto aumenta a ocorrência de ações intermitentes e de confronto, como acelerações sucessivas, disputas pela bola e ações de bola parada (Romann *et al.*, 2020; Lüdin *et al.*, 2022). Esses padrões foram identificados em diversos esportes e formatos competitivos, incluindo futebol em jogos reduzidos (4x4, 6x6, 7x7, 9x9) e partidas 11x11 em mini ligas; basquete em torneios modificados e jogos reduzidos adaptados; handebol em torneios e partidas ajustadas por maturação; hóquei no gelo em jogos de categoria e mini torneios com agrupamento maturacional; judô em competições individualizadas com reagrupamento; e triatlo em provas adaptadas e análises transversais segundo estágio maturacional. De modo geral, os achados indicam que o efeito do bio-banding sobre as demandas externas é consistente, embora fortemente influenciado pelo esporte e pelo tipo de formato competitivo utilizado.

As respostas internas e perceptuais nem sempre seguem as medidas externas: alguns grupos relatam maior RPE apesar da queda em indicadores de velocidade. Por exemplo, em Abbott *et al* (2019), tardios apresentaram maior RPE que os precoces em ambos os formatos e os precoces relataram maior RPE apenas em relação ao formato BB, enquanto de Macedo *et al.* (2025) mostrou discrepância de confiabilidade entre métricas. Essa dissociação destaca a necessidade de monitorização multidimensional – PlayerLoad/GPS + RPE/TRIMP (métodos

de quantificação da carga de treinamento), codificação vídeo etc. – e de análise individualizada, já que Barrett *et al.* (2022) indicou que ~60% da variação do dRPE ocorre entre jogadores.

O efeito do BB é fortemente moderado por formato de jogo, tamanho do campo e composição das equipes: estudos com mini-ligas de futebol 4x4 (Towlson *et al.*, 2021a-c.) e com variação de área por jogador mostraram alterações em posse, tentativas de passe e métricas de rede, enquanto formatos com mais jogadores (6x6, 11x11) tendem a favorecer a expressão de velocidade dos mais maduros (King *et al.*, 2025). Além disso, avanços maturacionais associam-se a aumentos relevantes em antropometria e performance (Macmaster *et al.*, 2021; Segueida-Lorca *et al.*, 2022), explicando parte das diferenças físicas observadas entre categorias. Em suma, o BB pode ser uma ferramenta eficaz para redistribuir oportunidades técnico-táticas e moderar riscos associados a picos de velocidade, desde que implementado com objetivos claros, formato ajustado e monitorização integrada.

Efeitos técnico-táticos do bio-banding

É possível observar que o BB provoca alterações consistentes nos comportamentos técnico-táticos dos jovens atletas em esportes coletivos, sobretudo na redistribuição de oportunidades de jogo e na dinâmica coletiva. De modo geral, o BB tende a aumentar a expressão técnica de jogadores menos maduros (maior posse, mais passes curtos e dribles) e a reduzir a vantagem técnico-tática aparente dos mais maduros na competição por IC (Abbott *et al.*, 2019; Salter *et al.*, 2025). Estudos em SSG e mini-ligas (Towlson *et al.*, 2021a-c;) mostraram reduções na densidade/intensidade de rede de passes com aumento da área de jogo, enquanto passes bem-sucedidos e gols apresentaram alta probabilidade de diferença entre grupos maturacionais, evidenciando sensibilidade das métricas técnico-táticas à categorização maturacional e ao formato do jogo.

Em termos coletivos, o BB altera métricas posicional-espaciais e de rede: índices como *Spatial Exploration Index* (SEI), centralidade e distância ao companheiro mais próximo variaram entre grupos (Towlson *et al.*, 2021b-c;), com APHV/DM a partir de Fransen *et al.* (2018) explicando até 67% da variância em algumas medidas e LOOIC (critério de ajuste/preditivo) favorecendo Fransen *et al.* (2018) em múltiplas variáveis, o que sugere que métodos APHV/DM podem ajustar melhor certas métricas posicional-táticas. Romann *et al.* (2020) observou menor taxa de passes bem-sucedidos no BB e maior número de duelos, indicando que BB aumenta a pressão defensiva e a necessidade de tomadas de decisão sob maior frequência de confronto, um estímulo potencialmente valioso para o desenvolvimento tático.

As mudanças técnico-táticas apresentam modulação por esporte, formato e estágio maturacional: No futebol, SSGs 4x4 tendem a amplificar diferenças em redes de passe e comunicação (Towlson, 2021a-c), enquanto em basquete e handebol adaptações de regras ou agrupamento por maturação (Birrento-Aguiar *et al.*, 2023; de la Rubia *et al.*, 2023/2025) restringem ou ampliam oportunidades técnicas dependendo do grupo. Além disso, treinadores percebem diferenças na qualidade técnica conforme o formato: em BB há relatos de maior protagonismo e influência por tardios/pontuais (Bradley *et al.*, 2019; de la Rubia *et al.*, 2023), ao passo que em IC treinadores tendem a favorecer perfis mais maduros (Lindholm *et al.*, 2024).

Esses achados têm implicações práticas claras: o BB pode ser utilizado deliberadamente para promover desenvolvimento técnico-tático em atletas menos maduros, expondo-os a maior posse, responsabilidade e resoluções de jogo sob pressão; contudo, efeitos dependem da escolha do método de maturação, da configuração do jogo e do controle de variáveis contextuais. Recomenda-se que intervenções relatem definições operacionais de eventos técnico-táticos, treinem codificadores e combinem análises de eventos (passes, dribles, desarmes) com métricas espaciais para avaliar de forma abrangente o impacto do BB no desenvolvimento técnico-tático.

Efeitos psicossociais e percepções do bio-banding

É visível que o BB tem efeitos psicossociais consistentes e relevantes na formação de jovens atletas, contribuindo, em muitos casos, para maior confiança, senso de responsabilidade, socialização e oportunidades de liderança. Pesquisas qualitativas e métodos mistos (Cumming *et al.*, 2017; Reeves *et al.*, 2018; Bradley *et al.*, 2019; de la Rubia *et al.*, 2023) relataram percepções amplamente positivas, com atletas reconhecendo maior equilíbrio competitivo, liberdade técnica ampliada para indivíduos com maturação tardia e aumento da responsabilidade e das oportunidades de liderança para os mais precoces em determinados contextos. Resultados quantitativos sustentam essas mudanças perceptivas; por exemplo, Bradley *et al.* (2019) identificou níveis elevados de compreensão e aceitação do formato, além de diferenças estatisticamente significativas em risco percebido e em indicadores de liderança e participação com a bola.

Contudo, os efeitos psicossociais são heterogêneos e modulados por gênero, estágio maturacional e contexto competitivo. Estudos em handebol e amostras mistas (de la Rubia *et al.*, 2023; de la Rubia *et al.*, 2025; Schütz *et al.*, 2025) demonstraram diferenças importantes: meninos precoces relataram maior compreensão e prazer no BB (de la Rubia *et al.*, 2023), enquanto meninas precoces mostraram maior ansiedade cognitiva (de la Rubia *et al.*, 2025). Além disso, variações individuais na percepção de esforço e resposta psicológica são

substanciais: Barrett *et al.* (2022) indicou que 59,8% da variação do dRPE ocorreu entre jogadores, ilustrando alta heterogeneidade interindividual nas respostas subjetivas ao BB.

Há também sinalização de potenciais riscos e preocupações entre os próprios atletas: relatos indicam sensações de isolamento social ou perda de pertencimento em alguns jogadores durante a experiência de BB (Reeves *et al.*, 2018) e aumento de ansiedade em subgrupos específicos: por exemplo, meninas precoces apresentaram maior ansiedade cognitiva (de la Rubia *et al.*, 2025). Esses achados apontam para a necessidade de comunicação prévia, preparação adequada e suporte psicossocial direcionado aos atletas ao implementar o BB.

Portanto, embora o BB ofereça oportunidades psicossociais valiosas para desenvolvimento (confiança, liderança, socialização), sua implementação deve contemplar estratégias de suporte: sessões informativas, *debriefings* (reunião de feedback), monitorização de ansiedade e aceitação (uso de instrumentos validados como o questionário CSAI-2R quando apropriado), e atenção específica a diferenças de gênero e maturação. Estudos futuros devem incluir medições padronizadas psicossociais e desenhos longitudinais para avaliar se ganhos percebidos no curto prazo se traduzem em benefícios duradouros para adesão, bem-estar e progressão esportiva.

Bio-banding e competição - implicações para desenho competitivo, seleção e política de base

O uso do BB em contextos competitivos (torneios, mini-ligas, pré-temporadas) tem mostrado efeitos claros sobre performance, percepções e critérios de seleção, devendo ser analisado segundo seus objetivos (desenvolvimento x seleção). Nos estudos revisados, formatos competitivos BB foram implementados em jogos reduzidos (SSGs) e partidas 11x11 no futebol (Bradley *et al.*, 2019; Abbott *et al.*, 2019; Towlson *et al.*, 2021a-c; Romann *et al.*, 2020; King *et al.*, 2025), em torneios modificados no basquete (Birrento-Aguiar *et al.*, 2023) e em competições de handebol e hóquei com reagrupamento por maturação (de la Rubia *et al.*, 2023/2025; Lindholm *et al.*, 2024). Essas aplicações competitivas demonstraram que o BB reduz vantagens somáticas visíveis na competição por idade cronológica (p.ex. redução de distância em alta intensidade e redistribuição de posse; Romann *et al.*, 2020; Arede *et al.*, 2024; Salter *et al.*, 2025) e aumenta oportunidades técnico-táticas para jogadores menos maduros (Abbott *et al.*, 2019; Towlson *et al.*, 2021c), ao mesmo tempo em que modifica percepções de risco e desafio (Bradley *et al.*, 2019; Barrett *et al.*, 2022; de la Rubia *et al.*, 2023).

Embora apresente benefícios, o BB competitivo não é isento de vieses. Evidências mostram que ele pode modificar critérios de avaliação e influenciar preferências de treinadores e selecionadores (Lindholm *et al.*, 2024; odds ratio aproximado entre 1,99 e 2,31, indicando

efeito elevado). Também foram identificados possíveis efeitos psicossociais adversos em subgrupos específicos, como o aumento de ansiedade cognitiva em meninas maturacionalmente precoces (de la Rubia *et al.*, 2025). Do ponto de vista aplicado, a incorporação do BB em competições exige a definição clara do propósito competitivo, a padronização dos métodos e dos pontos de corte utilizados para estimar maturação, a alternância entre competições BB e cronológicas ao longo da temporada, o monitoramento multidimensional da carga e do comportamento (incluindo PlayerLoad ou GPS, RPE, dRPE, TRIMP, análise de vídeo e medidas psicossociais) e a avaliação longitudinal dos efeitos sobre seleção, retenção e ocorrência de lesões (Macmaster *et al.*, 2021; Schütz *et al.*, 2025; Arede *et al.*, 2024).

Em suma, BB pode melhorar equidade e desenvolvimento técnico quando usado de forma deliberada e regulamentada em competições, mas exige políticas bem definidas, comunicação transparente e evidência longitudinal para assegurar que alterações competitivas promovam desenvolvimento sustentável sem gerar novos vieses ou efeitos adversos.

Interação maturação x desenho da tarefa

A interação entre estágio maturacional e desenho da tarefa (BB x competição cronológica; número de jogadores; tamanho do campo; duração) surge como moderador consistente dos efeitos observados nos 23 estudos, determinando respostas físicas, técnico-táticas e psicossociais distintas conforme o perfil maturacional. Estudos de futebol em formatos reduzidos e mini-ligas (Towlson *et al.*, 2021a–c) demonstraram que alterações na área por jogador e no nº de participantes modificam redes de passe, posse e exigência física, com maior expressão de velocidade e picos de alta intensidade por jogadores mais maduros (King *et al.*, 2025), enquanto em formatos mistos menos maduros, por vezes, percorreram maior distância total (King *et al.*, 2025).

A interação formato x maturação também afeta percepção de esforço e dinâmica técnica. Abbott *et al.* (2019) relatou interação formato x maturação em RPE e diferenças na expressão técnica por estágio. Romann *et al.* (2020) mostrou que o BB reduziu distância total e alta velocidade, mas aumentou duelos, evidenciando que formatos focados em maturação costumam deslocar a exigência de picos de velocidade para maior frequência de confrontos e decisões sob pressão.

A magnitude e direção dessas interações variam também conforme o método de classificação maturacional: Towlson *et al.* (2021c) compararam Khamis-Roche (1994) e Fransen *et al.* (2018) e encontraram diferenças na probabilidade e tamanho dos efeitos técnico-táticos, indicando que a escolha do método modula quais interações ficam

estatisticamente evidentes. Por fim, estudos transversais maiores (Macmaster *et al.*, 2021; Segueida-Lorca *et al.*, 2022) mostraram que avanços maturacionais elevam antropometria e capacidades físicas, o que explica por que formatos com mais espaço acentuam diferenças físicas enquanto formatos reduzidos favorecem a expressão técnico-tática de jogadores menos maduros.

Em termos práticos, estas evidências sugerem que a manipulação deliberada do formato (nº de jogadores, área por jogador, duração) permite modular o estímulo conforme o objetivo: SSGs de BB para promover tomada de decisão, posse e expressão técnica entre tardios, formatos maiores para desenvolver velocidade/potência em post-PHV, sempre com monitorização multidimensional (PlayerLoad/GPS + RPE + codificação vídeo) e atenção às respostas individuais.

Evidências para além do futebol: particularidades por esporte e sexo

Embora a maior parte da literatura sobre BB provenha do futebol, efeitos similares são observados em diversas modalidades, porém com particularidades específicas ao esporte e ao sexo. No judô (Giudicelli *et al.*, 2020) a maturação (%PAH) correlacionou com desempenho aeróbico e força de preensão, refletindo a importância da composição corporal e força para o rendimento. No basquete, um torneio modificado (Birrento-Aguiar *et al.*, 2023) aumentou acelerações e carga do jogador, com efeitos estatísticos em metros de sprint, desacelerações e interação maturação x torneio, mostrando que adaptações de regras podem modular desigualdades maturacionais. Estudo com Hóquei no gelo (Lindholm *et al.*, 2024) evidenciou correlações entre %PAH e força de preensão/salto vertical e mudança nas preferências dos avaliadores entre IC e BB. No handebol (de la Rubia *et al.*, 2023/2025) as percepções e a ansiedade variaram por sexo e maturação, indicando necessidade de atenção psicossocial em modalidades de contacto. No triatlo (Schütz *et al.*, 2025) foi observada forte correlação entre IC e %PAH/APHV, mas persistiu variabilidade intra-idade que justifica avaliação individualizada.

Essas diferenças por esporte têm implicações práticas: modalidades com vantagens somáticas específicas (altura no basquete, massa/força no judô) exigem critérios de agrupamento e métricas de avaliação ajustados às demandas (p. ex., testes de força de preensão, salto, composição corporal). Adaptações de regras e formatos podem mitigar ou realçar diferenças maturacionais sem necessidade de reclassificação completa, como evidenciado no basquete e em torneios modificados. Por fim, a predominância de estudos futebolísticos e a sub-

representação feminina salientam a necessidade de pesquisas maiores e específicas por modalidade e sexo para validar a aplicabilidade e segurança do BB fora do futebol.

Implicações para identificação e desenvolvimento de talento

O BB demonstrou influenciar de forma relevante a identificação e o desenvolvimento de talento ao reduzir a variabilidade intra-grupo associada à maturação somática e, assim, revelar competências técnico-táticas que poderiam ser ofuscadas por vantagens físicas de jogadores precoces. Estudos de grande amostra e medidas de campo (Macmaster *et al.*, 2021; Segueida-Lorca *et al.*, 2022) mostram que o avanço maturacional aumenta estatura, massa e performance, o que explica por que avaliações por IC tendem a favorecer precoces. Em contraponto, pesquisas experimentais e comparativas (Abbott *et al.*, 2019; Towlson *et al.*, 2021b-c; Romann *et al.*, 2020; Salter *et al.*, 2025) demonstraram que o BB aumenta posse, passes curtos e oportunidades de expressão técnica para tardios/pontuais e reduz as diferenças técnicas entre estágios (Salter, 2025), sugerindo maior equidade para avaliação de potencial técnico.

No entanto, o BB não elimina todos os vieses e pode introduzir outros critérios de vantagem: treinadores e avaliadores tendem a ajustar suas preferências conforme o contexto (Lindholm *et al.*, 2024) e algumas métricas físicas continuam a diferir entre mesmos estágios em BB (Salter *et al.*, 2025; Arede *et al.*, 2024). Além disso, evidências sobre impacto longitudinal do BB na progressão de carreira, retenção e incidência de lesões são escassas. Portanto, recomenda-se usar BB como ferramenta complementar à avaliação por IC, integrando avaliações multimodais (técnica, tática, física, psicossocial), monitorização longitudinal e critérios de seleção padronizados para minimizar deslocamentos de viés e fundamentar decisões de talento em evidência robusta.

Conclusão

A revisão buscou responder se em crianças e jovens atletas entre 7 e 18 anos, o agrupamento por maturação biológica (BB) influencia os níveis de performance em contextos de prática esportiva infantojuvenil em comparação com o agrupamento tradicional por idade cronológica, tendo como objetivo principal fazer uma busca na literatura dos estudos existentes com a aplicação da estratégia BB e entender o impacto desta no desempenho físico, técnico-tático e psicológico de jovens ativos e como acontece em diferentes esportes. Sendo assim, o conjunto de estudos revisados indica que o BB é uma ferramenta promissora para mitigar vieses maturacionais na formação esportiva juvenil, promovendo ambientes que favorecem a

expressão técnico-tática de atletas menos maduros e alteram de forma consistente as demandas físicas e psicossociais. Entretanto, a evidência ainda é heterogênea: diferenças metodológicas na estimativa da maturação, variação de protocolos e predominância de estudos de curto prazo e amostras masculinas limitam a generalização e a inferência sobre efeitos duradouros.

Para avançar na aplicação e investigação do BB é necessário um esforço coordenado de padronização metodológica (métodos de maturação, cortes, limiares de carga), monitorização multidimensional e estudos longitudinais e controlados, com amostras representativas por sexo e modalidade. Só assim será possível avaliar com rigor a eficácia, aceitabilidade e impacto a longo prazo do BB e transformá-lo em prática segura e baseada em evidência na formação esportiva.

Referências

- ABBOTT, W.; WILLIAMS, S.; BRICKLEY, G.; SMEETON, N. J. Effects of bio-banding upon physical and technical performance during soccer competition: a preliminary analysis. **Sports**, v. 7, n. 8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7080193>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- ALBALADEJO-SAURA, M.; VAQUERO-CRISTÓBAL, R.; GARCÍA-ROCA, J. A.; ESPARZA-ROS, F. Influence of biological maturation status on selected anthropometric and physical fitness variables in adolescent male volleyball players. **PeerJ**, v. 10, e13216, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.13216>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- AREDE, J.; RADNOR, J. M.; GONZALO-SKOK, O.; LEITE, N. Chronological age-based vs. bio-banded friendly football tournament: effects on physical performance and spatial exploration behaviour in 7v7 match play. **Journal of Sports Sciences**, v. 42, n. 24, p. 2292-2300, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2328968>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Growth and maturation in adolescent track and field athletes. **Aspetar Sports Medicine Journal**, v. 13, p. 250-255, 2024a. Disponível em: <https://journal.aspetar.com/en/archive/volume-13-targeted-topic-sports-medicine-in-athletics/growth-and-maturation-in-adolescent-track-and-field-athletes>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; MONACO, M.; VARAMENTI, E.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Physical determinants of sprint and long jump performance in male youth track-and-field athletes with differing maturity statuses. **Pediatric Exercise Science**, v. 37, n. 4, p. 378-389, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2023-0150>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BARRETT, S.; SHORT, K.; LOWTHORPE, A.; SWINTON, P.; MAUGHAN, P.; HAMILTON, A.; HUNTER, F.; TOWLSON, C. Examination of differential ratings of perceived exertion (dRPE) during bio-banded small-sided games. **PLOS ONE**, v. 17, n. 7, e0270259, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270259>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAXTER-JONES, A. D. G.; BARBOUR-TUCK, E. N.; DALE, D.; SHERAR, L. B.; KNIGHT, C. J.; CUMMING, S. P.; FERGUSON, L. J.; KOWALSKI, K. C.; HUMBERT, M.

L. The role of growth and maturation during adolescence on team-selection and short-term sports participation. **Annals of Human Biology**, v. 47, n. 4, p. 316-323, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1707870>. Acesso em: 02. dez. 2025.

BEZUGLOV, E.; SHOSHORINA, M.; EMANOV, A.; SEMENYUK, N.; SHAGIAKHMETOVA, L.; CHERKASHIN, A.; PIRMAKHANOV, B.; MORGANS, R. The Relative Age Effect in the Best Track and Field Athletes Aged 10 to 15 Years Old. **Sports**, v. 10, n. 7, 101, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports10070101>. Acesso em: 02 dez. 2025.

BIRRENTO-AGUIAR, R. A.; AREDE, J.; LEITE, N.; GARCÍA-ANGULO, F. J.; PINO-ORTEGA, J.; ORTEGA-TORO, E. Influence of two different competition models on physical performance in under-13 basketball players: analysis considering maturity timing. **Applied Sciences**, v. 13, n. 22, 12125, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/app132212125>. Acesso em: 02. dez. 2025.

BRADLEY, B.; JOHNSON, D.; HILL, M.; MCGEE, D.; KANA-AH, A.; SHARPIN, C.; SHARP, P.; KELLY, A.; CUMMING, S. P.; MALINA, R. M. Bio-banding in academy football: player's perceptions of a maturity matched tournament. **Annals of Human Biology**, v. 46, n. 5, p. 400-408, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1640284>. Acesso em: 02. dez. 2025.

COBLEY, S.; BAKER, J.; WATTIE, N.; MCKENNA, J. Annual age-grouping and athlete development: a meta-analytical review of relative age effects in sport. **Sports Medicine**, v. 39, n. 3, p. 235-256, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200939030-00005>. Acesso em: 02. dez. 2025.

CUMMING, S. P.; LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. **Strength and Conditioning Journal**, v. 39, n. 2, p. 34-47, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CUMMING, S. P.; SEARLE, C.; HEMSLEY, J. K.; HASWELL, F.; EDWARDS, H.; SCOTT, S.; GROSS, A.; RYAN, D.; LEWIS, J.; WHITE, P.; CAIN, A.; MITCHELL, S. B.; MALINA, R. M. Biological maturation, relative age and self-regulation in male professional academy soccer players: a test of the underdog hypothesis. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 39, p. 147-153, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.08.007>. Acesso em: 02. dez. 2025.

CUMMING, S. P.; BROWN, D. J.; MITCHELL, S.; BUNCE, J.; HUNT, D.; HEDGES, C.; CRANE, G.; GROSS, A.; SCOTT, S.; FRANKLIN, E.; BREAKSPEAR, D.; DENNISON, L.; WHITE, P.; CAIN, A.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 7, p. 757-765, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340656>. Acesso em: 02. dez. 2025

DE LA RUBIA, A.; LORENZO-CALVO, J.; ROJAS-VALVERDE, D.; MON-LÓPEZ, D.; RADNOR, J.; KELLY, A. L. Bio-banding in handball: academy players' perceptions based on maturity status and gender. **International Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 12, p. 871–881, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-2145-6454>. Acesso em: 02. dez. 2025.

DE LA RUBIA, A.; GARCÍA-SÁNCHEZ, C.; MARQUINA, M.; MARTÍN-CASTELLANOS, A.; LINO-SAMANIEGO, Á.; TANNION, K. Exploring the role of sex and maturation in a bio-banding competition: insights into pre-competition anxiety in youth

handball. **Science & Sports**, v. 40, n. 7, p. 513-524, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2025.02.012>. Acesso em: 02. dez. 2025.

DE MACEDO, J. F. S.; LAERTE LOPES RIBEIRO, B.; DE MORAIS FERREIRA, A. B.; OLIVEIRA, R. S.; MORTATTI, A. L. Effects of biobanding on training loads and technical performance of young football players. **PLOS ONE**, v. 20, n. 2, e0317432, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317432>. Acesso em: 02 dez. 2025.

DI CREDICO, A.; GAGGI, G.; GHINASSI, B.; MASCHERINI, G.; PETRI, C.; DI GIMINIANI, R.; DI BALDASSARRE, A.; IZZICUPO, P. The influence of maturity status on anthropometric profile and body composition of youth goalkeepers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, 8247, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17218247>. Acesso em: 02. dez. 2025.

FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; HERRERO-MOLLEDA, A.; ÁLVAREZ-DACAL, F.; HERNANDEZ-DAVÓ, J. L.; GRANACHER, U. The impact of sex and biological maturation on physical fitness in adolescent badminton players. **Sports**, v. 11, n. 10, 191, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports11100191>. Acesso em: 02. dez. 2025.

FIGUEIREDO, A. J.; GONÇALVES, C. E.; COELHO E SILVA, M. J.; MALINA, R. M. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. **Annals of Human Biology**, v. 36, n. 1, p. 60-73, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460802570584>. Acesso em: 02. dez. 2025.

FIGUEIREDO, P.; SEABRA, A.; BRITO, M.; GALVÃO, M.; BRITO, J. Are soccer and futsal affected by the relative age effect? the Portuguese Football Association case. **Frontiers in Psychology**, v. 12, 679476, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.679476>. Acesso em: 02. dez. 2025.

FORD, P. R.; CARLING, C.; GARCES, M.; MARQUES, M.; MIGUEL, C.; FARRANT, A.; STENLING, A.; MORENO, J.; LE GALL, F.; HOLMSTRÖM, S.; SALMELA, J. H.; WILLIAMS, M. The developmental activities of elite soccer players aged under-16 years from Brazil, England, France, Ghana, Mexico, Portugal and Sweden. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 15, p. 1653-1663, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.701762>. Acesso em: 02. dez. 2025.

FRANSEN, J.; BUSH, S.; WOODCOCK, S.; NOVAK, A.; DEPREZ, D.; BAXTER-JONES, A. D. G.; VAEYENS, R.; LENOIR, M. Improving the prediction of maturity from anthropometric variables using a maturity ratio. **Pediatric Exercise Science**, v. 30, n. 2, p. 296-307, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2017-0009>. Acesso em: 02 dez. 2025.

GIUDICELLI, B. B.; LUZ, L. G. O.; SOGUT, M.; MASSART, A. G.; JÚNIOR, A. C.; FIGUEIREDO, A. J. Bio-banding in judo: the mediation role of anthropometric variables on the maturation effect. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 1, 361, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17010361>. Acesso em: 02. dez. 2025.

GONAUS, C.; BIRKLBAUER, J.; LINDINGER, S. J.; STÖGGL, T. L.; MÜLLER, E. Changes over a decade in anthropometry and fitness of elite Austrian youth soccer players. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 333, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00333>. Acesso em: 02. dez. 2025.

GONAUS, C.; MÜLLER, E.; STÖGGL, T.; BIRKLBAUER, J. Determining the effect of one decade on fitness of elite Austrian youth soccer players using propensity score matching.

Frontiers in Sports and Active Living, v. 5, 1186199, 2023. DOI:

<https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1186199>. Acesso em: 02. dez. 2025.

HELSEN, W. F.; BAKER, J.; MICHIELS, S.; SCHORER, J.; VAN WINCKEL, J.; WILLIAMS, A. M. The relative age effect in European professional soccer: did ten years of research make any difference? **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 15, p. 1665-1671, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.721929>. Acesso em: 02. dez. 2025.

JOHNSON, D.; BRADLEY, B.; WILLIAMS, S.; WHITESIDE, E.; CUMMING, S. The effect of bio-banding on between-player variance in size and speed in male academy soccer players. **Sport Performance & Science Reports**, 2022. Disponível em: <https://sportperfsci.com/the-effect-of-bio-banding-on-between-player-variance-in-size-and-speed-in-male-academy-soccer-players/>. Acesso em: 02. dez. 2025.

JYLHÄVÄ, J.; PEDERSEN, N. L.; HÄGG, S. Biological age predictors. **EBioMedicine**, v. 21, p. 29-36, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.03.046>. Acesso em: 02. dez. 2025.

KHAMIS, H. J.; ROCHE, A. F. Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. **Pediatrics**, v. 94, n. 4, p. 504-507, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.94.4.504>. Acesso em: 02 dez. 2025.

KING, M.; BARRETT, S.; MCLELLAN, R.; COX, J.; BROWN, M.; MACKENZIE, S.; TOWLSON, C. Does team size affect Scottish male academy soccer player technical, locomotor and psychosocial outcomes during age and maturity bio-banded small-sided games? **Journal of Sports Sciences**, p. 1-11, 2025. Advance online publication. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2025.2456408>. Acesso em: 02. dez. 2025.

KUNG, J.; WHATMAN, C.; MCGUIGAN, M.; HARRISON, C.; BIRD, S. Maturation and Physical Performance in National Level Youth Basketball: Implications for Strength and Conditioning Coaches. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 5, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47206/ijsc.v5i1.389>. Acesso em: 02 dez. 2025.

LAHTI, J. A multifactorial and individualized approach to reduce hamstring muscle injuries in professional football players. **Santé publique et épidémiologie**, Université Côte d'Azur, 2021. Disponível em: <https://theses.hal.science/tel-03625705>. Acesso em: 02 dez. 2025.

LI, A.; KOCH, Z.; IDEKER, T. Epigenetic aging: biological age prediction and informing a mechanistic theory of aging. **Journal of Internal Medicine**, v. 292, n. 5, p. 733-744, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/joim.13533>. Acesso em: 02 dez. 2025.

LINDHOLM, O.; NIKLASSON, E.; LIND, J.; CARDINALE, D. A.; LUNDBERG, T. R. A pilot study on bio-banding in male youth ice hockey: players' perceptions and coaches' selection preferences. **PLOS ONE**, v. 19, n. 8, e0308676, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308676>. Acesso em: 02 dez. 2025.

LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L.; FAIGENBAUM, A. D.; HOWARD, R.; DE STE CROIX, M. B. A.; WILLIAMS, C. A.; BEST, T. M.; ALVAR, B. A.; MICHELI, L. J.; THOMAS, D. P.; HATFIELD, D. L.; CRONIN, J. B.; MYER, G. D. Long-term athletic development - Part 2: Barriers to success and potential solutions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1451-1464, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1519/01.JSC.0000465424.75389.56>. Acesso em: 02 dez. 2025.

LÜDIN, D.; DONATH, L.; COBLEY, S.; ROMANN, M. Effect of bio-banding on physiological and technical-tactical key performance indicators in youth elite soccer.

European Journal of Sport Science, v. 22, n. 11, p. 1659-1667, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1974100>. Acesso em: 02 dez. 2025

MACMASTER, C.; PORTAS, M.; PARKIN, G.; CUMMING, S.; WILCOX, C.; TOWLSON, C. The effect of bio-banding on the anthropometric, physical fitness and functional movement characteristics of academy soccer players. **PLOS ONE**, v. 16, n. 11, e0260136, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260136>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MALINA, R. M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 85, n. 2, p. 157-173, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.897592>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. Growth, maturation, and physical activity. 2. ed. Champaign, IL: **Human Kinetics**, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5040/9781492596837>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MIRWALD, R. L.; BAXTER-JONES, A. D.; BAILEY, D. A.; BEUNEN, G. P. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MODRIC, T.; JELICIC, M.; SEKULIC, D. Relative training load and match outcome: are professional soccer players actually undertrained during the in-season? **Sports**, v. 9, n. 10, 139, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports9100139>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MOORE, S. A.; McKAY, H. A.; MACDONALD, H.; NETTLEFOLD, L.; BAXTER-JONES, A. D.; CAMERON, N.; BRASHER, P. M. Enhancing a somatic maturity prediction model. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1755-1764, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000588>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MÜLLER, L.; MÜLLER, E.; HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C. Biological maturity status strongly intensifies the relative age effect in alpine ski racing. **PLOS ONE**, v. 11, n. 8, e0160969, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160969>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MYBURGH, G. K.; CUMMING, S. P.; COELHO E SILVA, M.; COOKE, K.; MALINA, R. M. Growth and maturity status of elite British junior tennis players. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 20, p. 1957-1964, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1149213>. Acesso em: 02 dez. 2025.

REEVES, M. J.; ENRIGHT, K. J.; DOWLING, J.; ROBERTS, S. J. Stakeholders' understanding and perceptions of bio-banding in junior-elite football training. **Soccer & Society**, v. 19, n. 8, p. 1166-1182, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/14660970.2018.1432384>. Acesso em: 02 dez. 2025.

ROMANN, M.; LÜDIN, D.; BORN, D. P. Bio-banding in junior soccer players: a pilot study. **BMC Research Notes**, v. 13, n. 1, 240, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05083-5>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SALTER, J.; BLACK, J.; MALLETT, J.; BARRETT, S.; TOWLSON, C.; HUGHES, J. D.; DE ST CROIX, M. Does biologically categorised training alter the perceived exertion and neuromuscular movement profile of academy soccer players compared to traditional age-group categorisation?. **European Journal of Sport Science**, v. 23, n. 8, p. 1490-1499, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2117090>. Acesso em: 02 dez. 2025.

- SALTER, J.; FORSDYKE, D.; ARENAS, L.; DAWSON, Z.; KING, M.; MYHILL, N.; ROBINSON, J.; TOWLSON, C.; SPRINGHAM, M.; WALSH, L.; MALLINSON-HOWARD, S.; BARRETT, S. Differences in physical and technical performance characteristics between 11v11 chronological and bio-banded soccer match-play format in youth soccer. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Advance online publication, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2025.09.006>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SCHÜTZ, E. D. S.; MACHADO, J. M.; BRESCIANI, M. V. J.; GALVÃO DA COSTA, C.; RUSCHEL, C.; PEREIRA, S. M. Estado de madurez biológica y edad cronológica en jóvenes triatletas: una primera aproximación al bio-banding en triatlón. **Retos**, v. 68, p. 790-802, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v68.109869>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SEGUEIDA-LORCA, A.; BARRERA, J.; VALENZUELA-CONTRERAS, L.; HERRERA-VALENZUELA, T. Comparing body composition in young footballers categorized by bio-banding. **Apunts Educación Física y Deportes**, n. 149, p. 45-52, 2022. DOI: [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/3\).149.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/3).149.05). Acesso em: 02 dez. 2025.
- SHAHIDI, S. H.; ÇETINER, A.; GÜNEŞ, F.; ESFORMES, J. I.; KARAKAŞ, S. Maturation and bio-banding in youth soccer players: insights from Turkish male academy across U-10 to U-15 age. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 4, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47206/ijsc.v4i1.302>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SHERAR, L.; MIRWALD, R.; BAXTER-JONES, A.; THOMIS, M. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. **The Journal of Pediatrics**, v. 147, n. 4, p. 508-514, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.04.041>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SINKOVIC, F.; NOVAK, D.; FORETIC, N.; ZEMKOVÁ, E. The effects of biological age on speed-explosive properties in young tennis players. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 8, n. 2, 48, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk8020048>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- TORRES-UNDA, J.; ZARRAZQUIN, I.; GIL, J.; RUIZ, F.; IRAZUSTA, A.; KORTAJARENA, M.; SECO, J.; IRAZUSTA, J. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 2, p. 196-203, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.725133>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- TOWLSON, C.; COBLEY, S.; PARKIN, G.; LOVELL, R. When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside?. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 8, p. 1946-1955, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.13198>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; STRINGER, A.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on technical and tactical indicators of talent identification in academy soccer players. **Science & Medicine in Football**, v. 6, n. 3, p. 295-308, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.2013522>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on physical and psychological indicators of talent

identification in academy soccer players. **Science & Medicine in Football**, v. 5, n. 4, p. 280-292, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1862419>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; ABT, G.; BARRETT, S.; CUMMING, S.; HUNTER, F.; HAMILTON, A.; LOWTHORPE, A.; GONCALVES, B.; CORSIE, M.; SWINTON, P. The effect of bio-banding on academy soccer player passing networks: Implications of relative pitch size. **PLOS ONE**, v. 16, n. 12, e0260867, 2021c. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260867>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WALTERS, S. R.; RENSHAW, I.; WHATMAN, C.; ZOELLNER, A.; HARRISON, C.; SPENCER, K.; MILLAR, S.-K.; PITHEY, R. Maturity status, relative age and bio-banding in youth cricket. **New Zealand Journal of Sports Medicine**, v. 48, p. 66-75, 2021. Disponível em: <https://www.sportsmedicine.co.nz/s/NZ-Journal-of-Sports-Medicine-2021-Vol-48-2.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WILLIAMS, A. M.; REILLY, T. Talent identification and development in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 657–667, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640410050120041>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WING, C. E.; TURNER, A. N.; BISHOP, C. J. Importance of strength and power on key performance indicators in elite youth soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 7, p. 2006-2014, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002446>. Acesso em: 02 dez. 2025.

**CAPÍTULO 2 - ENTRE O CRESCIMENTO E A VELOCIDADE: COMO A
MATURAÇÃO MODELA O DESEMPENHO INFANTOJUVENIL MASCULINO EM
PROVA MODIFICADA DE ATLETISMO E O QUE ISSO SIGNIFICA PARA O BIO-
BANDING**

Artigo a ser submetido

Resumo

O objetivo deste estudo foi investigar a relação entre maturação biológica e desempenho competitivo infantojuvenil masculino em velocidade, comparando escolares e atletas treinados em provas de tiro de 50 metros, discutindo apontamentos aplicáveis ao uso do bio-banding (BB) no atletismo. Participaram do estudo 79 crianças e jovens de 9 a 14 anos de idade ($13,6 \pm 0,8$), que participaram de uma competição de atletismo entre um grupo de atletas e outra competição entre um grupo de escolares, em prova de tiro de 50 metros rasos. Foram verificadas as relações entre o tempo do tiro de 50 metros das crianças e jovens do sexo masculino com os indicadores maturacionais da distância do pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o Escore-Z (Z-PVC). Os resultados mostraram que a idade e maturação apresentaram associação modesta com o desempenho de velocidade entre meninos, significativa apenas em escolares. Entre atletas, essas relações desaparecem, sugerindo que o treinamento reduz a influência da maturação no resultado. Portanto, embora a maturação influencie o rendimento de jovens menos treinados, seu efeito é limitado em contextos de prática estruturada, indicando que decisões competitivas e possíveis aplicações do BB no atletismo devem considerar múltiplos fatores além dos marcadores maturacionais.

Palavras-chave: Performance, Maturação Biológica, Velocidade, Competição, Atletismo.

Introdução

O desempenho em provas de velocidade curta, como o tiro de 50 metros, constitui um dos indicadores principais da capacidade neuromuscular e da eficiência motora em atletas infantojuvenis. Durante a transição puberal ocorrem grandes alterações em estatura, massa corporal, composição e propriedades neuromusculares, que impactam diretamente força, potência e velocidade (Baker *et al.*, 2024a; Albaladejo-Saura *et al.*, 2022). Em consequência, a maturação biológica configura-se como um determinante relevante para interpretar diferenças de desempenho entre jovens de mesma idade cronológica, especialmente quando a exposição ao treino é desigual.

A distância ao pico de velocidade de crescimento (PVC) ou indicadores derivados (Z-PVC) são comumente empregados para estimar o estágio maturacional e padronizar comparações entre indivíduos (Baker *et al.*, 2024a; Jylhävä; Pedersen; Hägg, 2017). Evidências em diferentes modalidades mostram que jovens biologicamente mais avançados tendem a apresentar vantagens em testes de velocidade e qualidades explosivas, em grande parte mediadas por diferenças antropométricas e de força (Baker *et al.*, 2024b; Albaladejo-Saura *et al.*, 2022; Sinkovic *et al.*, 2023). Entretanto, em grupos submetidos a treinamento sistemático e específica preparação física, parte dessa vantagem pode ser reduzida, já que o treino atua diretamente sobre determinantes da performance (Wing; Turner; Bishop, 2020; Baker *et al.*, 2024b).

As variações maturacionais podem introduzir vieses importantes na interpretação do desempenho juvenil. Nesse contexto, o bio-banding (BB), que pode ser definido como o agrupamento de jovens conforme seu estágio de maturação biológica, tem sido investigado como uma estratégia para minimizar desigualdades e favorecer comparações mais adequadas ao nível de desenvolvimento dos participantes (Cumming *et al.*, 2017). A literatura sobre BB, embora mais desenvolvida em esportes coletivos, revela efeitos multidimensionais: alterações na dinâmica técnica e nas ações de jogo (Abbott *et al.*, 2019; Towlson *et al.*, 2021b), modificações na carga percebida por jovens de diferentes estágios maturacionais (Barrett *et al.*, 2022; Salter *et al.*, 2023) e ajustes em indicadores físicos como distância percorrida, desacelerações e impactos corporais em determinados formatos competitivos (Arede *et al.*, 2024; Lüdin *et al.*, 2022). Ao mesmo tempo, os achados mostram variação entre estudos quanto às variáveis afetadas, por exemplo, nem sempre se observam mudanças em certos indicadores táticos ou espaciais (Arede *et al.*, 2024), o que aponta para efeitos dependentes do contexto, do formato e da métrica analisada.

Estudos-piloto e pesquisas em modalidades distintas (judô, handebol, hóquei no gelo, basquetebol e críquete) indicam que os princípios do BB têm aplicabilidade além do futebol, influenciando tanto características físicas quanto percepções e dinâmicas de participação (Giudicelli *et al.*, 2020; Walters *et al.*, 2022; Birrento-Aguiar *et al.*, 2023; de la Rubia *et al.*, 2023; Lindholm *et al.*, 2024). Tais evidências em diferentes modalidades coletivas sustentam a plausibilidade de adaptar o conceito para modalidades individuais como o atletismo, embora ressaltem a necessidade de estudos específicos que considerem a natureza objetiva do desempenho em tiros de velocidade curtos, onde a influência de fatores técnico-táticos é reduzida em relação a esportes coletivos.

No contexto do atletismo infantojuvenil, o tiro de 50 metros oferece um paradigma favorável para investigar a contribuição direta da maturação sobre a velocidade, pois a medida é objetiva, replicável e comparativa entre sujeitos com diferentes status de treino. Pesquisas recentes em atletismo descrevem a grande variabilidade maturacional entre praticantes jovens e discutem implicações para treino, avaliação e seleção, destacando a importância de monitoramento e interpretação cuidadosa dos indicadores maturacionais (Baker *et al.*, 2024a; Baker *et al.*, 2024b). Além disto, evidências de outros esportes mostram que, ao agrupar por maturação, é possível reduzir variabilidade entre atletas, ajustar demandas e promover experiências de jogo mais condizentes com o nível de desenvolvimento (Macmaster *et al.*, 2021; Romann *et al.*, 2020; Lüdin; Born, 2020).

Apesar destes avanços, ainda há escassez de estudos que articulem diretamente maturação, medidas padronizadas de *Score-Z* maturacional (*Z-PVC*) e desempenho objetivo em tiros de 50 metros, comparando jovens escolares e atletas e avaliando implicações práticas do BB para o atletismo. Essa lacuna limita a formulação de recomendações específicas para categorização e condução de formação em provas de velocidade, bem como compromete a compreensão de até que ponto a maturação explica a variabilidade do tempo de corrida diante de outros fatores (técnicos, treináveis e contextuais, por exemplo).

Portanto, o presente estudo buscou investigar a relação entre maturação somática e desempenho em tiro de 50 metros em competição modificada de atletismo realizadas com jovens escolares e atletas. Os resultados permitirão discutir apontamentos aplicáveis ao uso do BB no atletismo infantil-juvenil. Ao integrar evidência empírica sobre maturação e outros estudos de modalidades coletivas sobre BB, pretende-se oferecer embasamentos teóricos e práticos para avaliação e organização de faixas etárias e maturacionais no desenvolvimento e competição de velocidade em jovens.

Metodologia

Desenho da pesquisa

O estudo foi classificado como uma investigação de abordagem quantitativa, de caráter observacional, com delineamento transversal e natureza analítica comparativo-correlacional. Segundo Creswell (2009), pesquisas de abordagem quantitativa caracterizam-se pelo uso de dados numéricos e de procedimentos estatísticos para examinar relações entre variáveis. Ainda, conforme a classificação de Sampieri, Collado e Lucio (2013), o delineamento e o caráter observacional se justificam pois não houve manipulação deliberada das condições de competição. Além disso, pode ser definido como um estudo transversal, pois considerando o recorte de tempo da investigação, a coleta de dados foi realizada em um único momento (Creswell, 2009), e de natureza comparativo-correlacional, ao articular a comparação entre grupos (escolares e atletas treinados) com a análise das associações entre indicadores maturacionais e o desempenho em provas de velocidade (Thomas; Nelson; Silverman, 2012).

Realizou-se duas competições em prova de tiro de 50 metros rasos destinada a crianças e jovens do sexo masculino, primeiro exclusivamente entre escolares e depois apenas entre atletas. A largada era realizada de forma individual, e cada participante teve duas tentativas ao longo da competição, sendo considerado o melhor tempo para a classificação final. Foram verificadas as relações entre o tempo do tiro de 50 metros das crianças e jovens do sexo masculino com indicadores maturacionais, como a distância do pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o *Score-Z* (Z-PVC).

Participantes

Participaram do estudo 79 crianças e jovens de 9 a 14 anos de idade ($13,6 \pm 0,8$), sendo 47 deles escolares, regularmente praticantes nas aulas de educação física, e 32 atletas de algum esporte com treinamento regular sistematizado. Como critérios de inclusão: todos deveriam estar regularmente matriculados na escola e dentro da faixa etária estabelecida no estudo; os escolares deviam estar praticando regularmente as aulas de educação sem nenhum treinamento esportivo de maneira sistematizada fora ou dentro do contexto escolar; os atletas precisavam estar em alguma escola/clube esportivo com treinamento sistematizado regular. Foram excluídos aqueles que se negaram a realizar os tiros de velocidade de 50 metros e jovens lesionados ou em processo de recuperação.

Coleta de dados

Para o cálculo do dPVC, utilizou-se a equação proposta por Mirwald *et al.* (2002), que requer as medidas de estatura total, altura sentada, comprimento de membros inferiores, massa corporal e idade centesimal. As medidas antropométricas foram obtidas por meio de estadiômetro e balança digital. Foram realizadas pelo menos duas medidas para cada variável, ou até que os valores coincidissem. O Quadro 1 apresenta a sintaxe da fórmula específica para o sexo masculino. Os tiros de 50 metros foram organizados por grupos (escolares e atletas), com largada individual e cronometragem eletrônica por fotocélulas (Elite Speed System).

Quadro 5. Fórmula para cálculo de distância do pico de velocidade de crescimento para o sexo masculino.

$$dPVC = -9,236 + 0,0002708 * (CP * ES) - 0,001663 * (Idade * CP) + 0,007216 * (Idade * ES) + 0,02292 * \left(\left(\frac{P}{A} \right) * 100 \right)$$

Onde:

- Idade = Anos decimais;
- ES = estatura sentada (cm);
- CP = Comprimento de pernas (cm);
- P= Peso (kg); A = Estatura em pé (cm)
- Sinal do PVC: Negativo = anos antes do pico; Positivo = anos depois do pico.

Fonte: Mirwald *et al.* (2002).

Análise dos Dados

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial, utilizando o software Jamovi (versão em português) para a verificação dos pressupostos estatísticos e das associações entre variáveis. Inicialmente, foram calculadas médias, desvios padrão e amplitudes das variáveis antropométricas e maturacionais: idade centesimal, distância ao pico de velocidade de crescimento (dPVC), distância do Pico de Velocidade de Crescimento relativa à idade (Z-PVC) e tempo (s) no tiro de 50 metros.

Etapa 1 – Caracterização da Amostra

A normalidade das distribuições foi avaliada pelo teste de Shapiro–Wilk para determinação de normalidade. Para comparar jovens escolares e jovens atletas quanto à idade centesimal, dPVC e desempenho no tiro de 50 m, utilizaram-se testes paramétricos (t de Student) por se tratar de uma distribuição de natureza mista, precedido pelo teste de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Etapa 2 – Relações entre Performance e Maturação

Para examinar possíveis relações no desempenho de velocidade em função do estágio maturacional dentro de cada grupo (jovens escolares e jovens atletas), foi conduzida uma análise intragrupo considerando o tempo (s) obtido no tiro de 50 metros como variável dependente por meio de correlações entre PVC, Idade Centesimal e Tempo.

Além das análises intragrupos, foram previstas análises complementares com o objetivo de investigar de forma contínua a relação entre indicadores maturacionais e o desempenho no tiro de velocidade com independência da faixa etária dos sujeitos, a fim de verificar se os padrões de associação se diferenciavam conforme o nível de prática esportiva.

Como não existem curvas normativas específicas para o perfil etário e esportivo da amostra, o *Score-Z* maturacional (Z-PVC) foi calculado com base nas referências internas desta pesquisa (valores da amostra). Primeiramente ajustou-se um modelo de regressão linear (PVC ~ idade). Para cada participante foi obtido o PVC esperado para sua idade ($b_0 + b_1 \cdot \text{idade}$). O Z-PVC foi então calculado como o resíduo padronizado do modelo, dividindo-se a diferença entre o PVC observado e o PVC esperado pelo desvio-padrão dos resíduos. Esse procedimento padroniza o estágio maturacional em unidades de desvio-padrão, indicando se o indivíduo se encontra em desenvolvimento maturacional mais tardio ou mais precoce em comparação aos pares da mesma idade.

Quadro 6. Cálculo do *Score-Z* (Z-PVC) a partir de referências internas da pesquisa

$$Z_{PVC} = \frac{(PVC_{\text{observado}} - (b_0 + b_1 * Idade))}{S_{\text{residuo}}}$$

Onde:

- PVC Observado = PVC real do atleta
- $b_0 + b_1 \cdot Idade$ = PVC esperado para sua idade
- S_{residuo} = desvio-padrão dos resíduos do modelo PVC ~ idade

Fonte: O Autor (2025).

Foi conduzida uma análise dos subgrupos definidos pelos valores de Z-PVC em função da performance no tiro de 50 m por meio do teste de Kruskal–Wallis, com cálculo da medida de efeito ε^2 , permitindo observar possíveis diferenças no desempenho de velocidade entre perfis maturacionais mais detalhados. Os participantes foram categorizados em quatro faixas, conforme a Tabela 1. Essa classificação permitiu investigar se o desvio padronizado da

maturação somática, em diferentes intensidades, influenciava o desempenho no tiro de velocidade.

Tabela 3. Classificação dos subgrupos de maturação com base no Z-PVC

Faixa	Critério Z_PVC	Descrição resumida
1	$Z \leq -1.00$	Tardios
2	$-0.99 \leq Z < 0$	Tardios avançados
3	$0 \leq Z < +1.00$	Pontuais
4	$Z \geq +1.00$	Precoces

Fonte: O Autor (2025).

Além das análises numéricas, foram elaborados *boxplots* para representar graficamente a distribuição dos tempos em cada categoria maturacional, destacando medianas, amplitudes interquartis e valores extremos. Essa visualização contribuiu para a interpretação da dispersão intragrupo e para a identificação de padrões de desempenho em função do estágio maturacional.

Aspectos éticos

O presente estudo, registrado sob CAAE 68245523.8.0000.5020, foi aprovado pelo parecer 6.064.129 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas. Todos os participantes, bem como seus responsáveis legais, foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (responsáveis, conforme Apêndice C) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (crianças e jovens, conforme Apêndice D).

Resultados

Associações entre variáveis maturacionais e desempenho

Inicialmente, buscou-se identificar as características gerais, bem como de cada grupo (Atletas e Escolares), a fim de obter explicações mais detalhadas sobre os sujeitos da amostra.

A verificação inicial dos pressupostos estatísticos indicou que a variável idade centesimal ($W = 0,905$; $p < 0,001$) não atendeu ao critério de normalidade estabelecido pelo teste de Shapiro–Wilk, enquanto o PVC apresentou distribuição normal ($W = 0,989$; $p = 0,314$). Como ao menos uma variável violou o pressuposto de normalidade, optou-se pelo uso do coeficiente de Spearman.

Para comparação entre PVC, idade centesimal e desempenho de jovens escolares e atletas, aplicou-se o teste de Shapiro–Wilk. O PVC não apresentou diferenças significativas entre os grupos ($t(77) = 0,720$; $p = 0,473$), com efeito pequeno ($d = 0,165$), indicando níveis maturacionais equivalentes. A idade centesimal também não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($t(77) = -1,118$; $p = 0,267$), com tamanho do efeito foi pequeno ($d = -0,256$), indicando que atletas e escolares tinham perfis maturacionais semelhantes em termos de idade relativa. Da mesma forma, o desempenho nos 50 m não apresentou diferença significativa ($t(77) = -0,829$; $p = 0,410$), com efeito pequeno ($d = -0,190$), revelando tempos de tiros de velocidade semelhantes entre atletas ($M = 8,04$ s) e escolares ($M = 8,23$ s).

Esses achados demonstram que os grupos apresentam níveis maturacionais e desempenho médio equivalentes, que embora não garanta a validade das análises correlacionais subsequentes, reduz a possibilidade de vieses provenientes de discrepâncias maturacionais.

Análises gerais

As correlações de Spearman entre idade centesimal, PVC e o tempo no tiro de 50 m para os meninos avaliados mostram uma correlação forte e positiva entre idade centesimal e PVC ($\rho = 0,726$; $p < 0,001$), indicando que os participantes mais velhos tendem a estar em estágios mais avançados de maturação somática.

No que diz respeito ao desempenho no tiro de 50 metros, tanto a idade centesimal quanto o PVC apresentaram correlações negativas e de baixa magnitude, porém estatisticamente significativas, com o tempo de corrida. Meninos mais velhos em idade tiveram tempos menores ($\rho = -0,249$; $p = 0,027$), assim como aqueles mais avançados em termos de PVC ($\rho = -0,255$; $p = 0,024$). Em termos práticos, isso significa que a progressão etária e maturacional está associada a um melhor desempenho em velocidade, ainda que essa relação seja modesta. Após as análises correlacionais iniciais, observou-se que tanto a idade centesimal quanto o distanciamento ao pico de velocidade de crescimento (dPVC) apresentavam associações com o tempo de corrida (s), isso pode ser decorrente da alta correlação entre idade centesimal e PVC, dado que essas duas variáveis estão intrinsecamente relacionadas em nossa amostra.

Com o intuito de aprofundar a compreensão das relações entre idade centesimal, maturação e desempenho, foram estimados modelos de regressão linear tendo o tempo no sprint de 50 m como variável dependente. No Modelo 1, que incluiu apenas a idade centesimal como preditor, observou-se um ajuste modesto ($R = 0,205$; $R^2 = 0,042$), indicando que aproximadamente 4,2% da variância do tempo de corrida é explicada pela idade. O coeficiente

de idade apresentou tendência negativa ($b = -0,248$; $p = 0,070$), coerente com a correlação de Spearman previamente observada, mas sem atingir significância estatística no modelo paramétrico.

No Modelo 2, foram incluídas simultaneamente a idade centesimal e o PVC. Embora o R^2 tenha aumentado para 0,069 ($R = 0,263$), o ganho de explicação em relação ao Modelo 1 não foi significativo ($\Delta R^2 = 0,027$; $F(1,76) = 2,213$; $p = 0,141$), e nenhum dos preditores apresentou efeito independente significativo sobre o tempo (idade: $b = -0,0207$; $p = 0,919$; PVC: $b = -0,3037$; $p = 0,141$). Esse padrão é compatível com a forte correlação entre idade e PVC, sugerindo a presença de colinearidade e indicando que ambos os indicadores captam um mesmo “fator maturacional geral”, cuja contribuição isolada é difícil de dissociar.

No Modelo 3, buscou-se testar a possibilidade de uma relação curvilínea entre maturação e desempenho, por meio da inclusão de um termo quadrático de PVC (PVC^2). Contudo, o R^2 permaneceu praticamente inalterado (0,071), o aumento em relação ao Modelo 2 foi desprezível e não significativo ($\Delta R^2 = 0,002$; $F(1,75) = 0,174$; $p = 0,678$), e tanto os termos lineares quanto quadrático de PVC, bem como a idade, não se mostraram preditores significativos do tempo de corrida.

Em conjunto, as análises de correlação e regressão indicam que idade e maturação somática se associam ao desempenho em velocidade de forma modesta e compartilhada, explicando apenas uma pequena fração da variabilidade observada. Esses achados sugerem cautela na utilização isolada de indicadores maturacionais como critério para decisões de seleção ou organização competitiva, reforçando a necessidade de considerar um conjunto mais amplo de fatores técnicos, físicos e contextuais na interpretação do desempenho esportivo.

Tabela 2. Estatísticas dos modelos de regressão hierárquica com idade centesimal, PVC e PVC^2 como preditores do desempenho

Modelo	Preditores incluídos	R^2	R^2 aj.	ΔR^2	F (Δ)	gl1	gl2	p (Δ)
1	Idade centesimal	0.042	0.029	—	—	—	—	—
2	Idade centesimal, PVC	0.069	0.044	0.027	2.213	1	76	0.141
3	Idade centesimal, PVC, PVC^2	0.071	0.034	0.002	0.174	1	75	0.678

Nota: N = 79. R = correlação múltipla; R^2 = coeficiente de determinação; ΔR^2 = mudança em R^2 em relação ao modelo anterior; PVC = distância ao pico de velocidade de crescimento.

Análise Intergrupos

Embora os grupos apresentem semelhanças em termos maturativos e de desempenho, avançamos para uma análise comparativas entre os grupos de Atletas e Escolares com finalidade de explorar com maior detalhamento os dados da pesquisa. A Tabela 3 apresenta os coeficientes de correlação de Spearman (ρ) entre o Tempo (s) e as variáveis maturacionais e antropométricas em cada grupo.

Tabela 3. Correlações de Spearman (ρ) entre Tempo (s) e variáveis antropométricas e maturacionais.

Variável	Jovens Escolares		Jovens Atletas	
	ρ	P	ρ	P
Idade centesimal	-0.296	0.043*	-0.114	0.535
PVC (Distância do Pico de Velocidade de Crescimento)	-0.309	0.035*	-0.107	0.560

Nota. ρ = coeficiente de Spearman; p = nível de significância; * = $p < 0,05$.

Apenas nos jovens escolares, o tempo apresentou correlações negativas fracas, porém significativas, com idade centesimal ($\rho = -0,296$; $p = .043$) e PVC ($\rho = -0,309$; $p = .035$). Esses resultados indicam que escolares mais velhos, mais e mais próximos amadurecidos biologicamente tendem a correr mais rápido, refletindo o efeito positivo do avanço maturacional sobre o desempenho em velocidade.

Análise Intragrupos

Considerando que a associação entre “Idade Centesimal” x Tempo” e “PVC x Tempo” foi significativa apenas para os escolares, buscamos aprofundar as análises apenas sobre este grupo. No grupo de atletas, não houve variabilidade suficiente no desempenho ou na distribuição maturacional para produzir associações estatisticamente detectáveis, de modo que análises adicionais não seriam pertinentes.

Entre escolares, observa-se uma correlação forte entre idade e PVC ($r = 0,774$; $p < 0,001$), evidenciando que ambos os indicadores captam, em grande medida, o mesmo processo maturacional. Conduzimos, assim, modelos de regressão linear que mostram capacidade explicativa limitada de PVC e idade centesimal em sua relação com o tempo de corrida. No Modelo 1, que inclui apenas a idade como preditor, o ajuste é modesto ($R = 0,263$; $R^2 = 0,069$) e o coeficiente de idade apresenta apenas uma tendência de efeito ($b = -0,393$; $p = 0,074$). No Modelo 2, com idade e PVC como preditores, o R^2 aumenta ligeiramente para 0,096 ($R = 0,309$), mas o incremento em relação ao modelo anterior não é significativo ($\Delta R^2 = 0,0263$;

$F(1,44) = 1,282$; $p = 0,264$), e nenhum dos coeficientes individuais atinge significância (idade: $b = -0,0965$; $p = 0,777$; PVC: $b = -0,3654$; $p = 0,264$). A inclusão do termo quadrático de PVC (Modelo 3; $R = 0,329$; $R^2 = 0,108$) também não melhora significativamente o modelo ($\Delta R^2 = 0,0128$; $F(1,43) = 0,619$; $p = 0,436$), e o termo PVC^2 permanece não significativo ($b = 0,1906$; $p = 0,436$).

Em conjunto, esses resultados indicam que, entre escolares do sexo masculino, idade e maturação somática mantêm uma relação estatisticamente detectável com o desempenho em velocidade quando analisadas de forma conjunta, mas explicam apenas uma pequena fração da variabilidade do tempo no sprint e não se sustentam como preditores independentes robustos em modelos multivariados.

Isso sugere que os efeitos maturacionais sobre o desempenho, embora presentes, são modestos e amplamente compartilhados entre idade e PVC, o que exige cautela no uso isolado desses indicadores para justificar decisões de seleção, organização de categorias ou diferenciação competitiva.

Análises a partir de faixas de Z-PVC

Para investigar o efeito do estágio maturacional de maneira isolada sobre o desempenho de velocidade entre os jovens escolares, foi conduzida uma análise intragrupo considerando a classificação dos escolares em faixas relativas ao Z-PVC, conforme Tabela 1.

Como o teste de Shapiro–Wilk indicou que o tempo (s) não apresentou distribuição normal ($p < 0,001$), utilizou-se o teste de Kruskal–Wallis, adequado para distribuições não paramétricas. Os resultados revelaram não revelaram diferença significativa entre as faixas de maturação a partir de Z-PVC ($\chi^2 = 4.37$; $p = 0.224$), com tamanho de efeito pequeno ($\epsilon^2 = 0.056$), com comparações múltiplas que não indicaram diferença significativa entre as faixas de maturidade. A análise visual do boxplot (Figura 1) reforça esses achados, mostrando medianas muito próximas e sobreposição da maior parte das caixas para os quatro grupos.

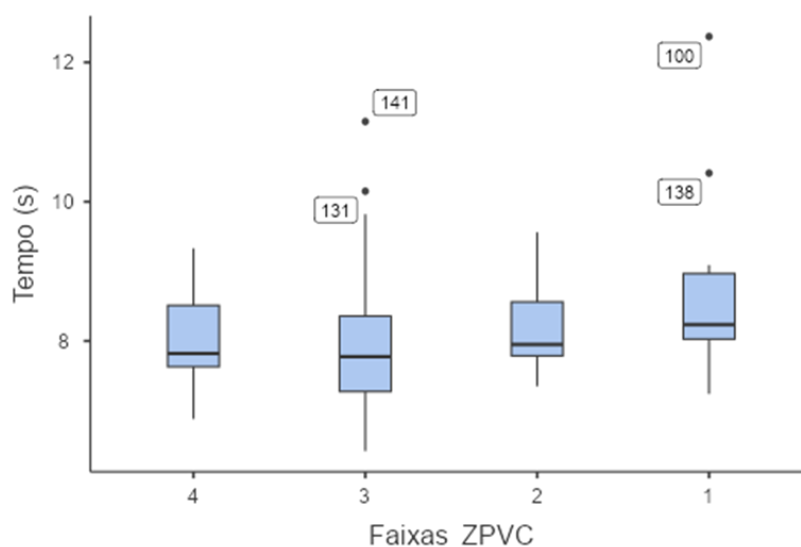


Figura 1. Desempenho em velocidade (Tempo em segundos) segundo a Faixas de Z-PVC entre jovens escolares.

Discussão

Os achados do presente estudo indicam que, em nossa amostra de crianças e jovens do sexo masculino, a maturação somática manifesta associação estatisticamente detectável com o desempenho no tiro de 50 metros entre escolares, porém com magnitude reduzida, e que essa relação se atenua a ponto de se tornar não significativa entre atletas. A forte correlação observada entre idade centesimal e distância ao pico de velocidade de crescimento (PVC) confirma que essas medidas representam essencialmente o mesmo processo de maturação, o que torna complexa a dissociação de seus efeitos isolados sobre o desempenho. Esses padrões estão alinhados com a literatura sobre crescimento e maturação, que documenta a íntima relação entre idade cronológica e indicadores maturacionais e alerta para a colinearidade entre tais variáveis quando incluídas simultaneamente em modelos preditivos (Malina, 2014; Towlson *et al.*, 2018).

Do ponto de vista fisiológico e mecânico, é amplamente reconhecido que a maturação promove aumentos de massa magra, força e rigidez muscular, aspectos que favorecem a capacidade de aceleração e a produção de potência de curta duração, componentes essenciais para o desempenho em provas de tiro de velocidade (Baker *et al.*, 2024a; Baker *et al.*, 2024b; Wing; Turner; Bishop, 2020). Contudo, a influência dessas características biológicas sobre o tempo final de um tiro de 50 metros pode ser reduzida pela variabilidade técnica entre indivíduos não especializados, pela atuação do treinamento sistemático e por fatores motores específicos, como frequência e amplitude de passada, coordenação intersegmentar e economia de movimento (Torres-Unda *et al.*, 2013; Lloyd *et al.*, 2015). De acordo com esses elementos,

os modelos de regressão estimados no presente estudo explicaram apenas uma pequena parcela da variância do tempo de corrida, indicando que, embora maturação e idade contribuam para o desempenho, elas não atuam como determinantes isolados no contexto analisado.

A comparação entre escolares e atletas sugere que a prática esportiva estruturada reduz gradualmente a influência relativa da maturação sobre o desempenho. Essa interpretação converge com achados de estudos longitudinais, os quais demonstram que, à medida que o treinamento técnico e de força se aperfeiçoa, atletas maturadores tardios tendem a atenuar, ou até neutralizar, a vantagem inicial dos maturadores precoces, particularmente em provas cuja performance depende fortemente de refinamento técnico e eficiência biomecânica. (Baker *et al.*, 2024a; Lloyd *et al.*, 2015; Towlson *et al.*, 2021a). Assim, enquanto na escola a maturação aparece como um fator correlacionado ao desempenho de velocidade, entre atletas treinados prevalecem as adaptações induzidas pelo treino como a memória motora, otimização da mecânica de corrida e ganhos neuromusculares, que minimizam diferenças associadas apenas ao estágio maturacional.

A discussão sobre o BB, agrupamento por maturação, é particularmente pertinente diante desses achados. A literatura que investiga BB, sobretudo em futebol, tem documentado redução da variabilidade física entre atletas e aumento da expressão técnica de maturadores tardios quando as competições ou treinos são organizados por maturação e não apenas por idade cronológica (Abbott *et al.*, 2019; Cumming *et al.*, 2018b; Macmaster *et al.*, 2021; Bradley *et al.*, 2019). Estudos experimentais e pilotos em outras modalidades também sugerem que agrupar por maturação pode equilibrar oportunidades de participação, favorecer a expressão de competências técnicas e reduzir vieses de seleção baseados unicamente em vantagem física precoce (Giudicelli *et al.*, 2020; Lindholm *et al.*, 2024; Schütz *et al.*, 2025). Ainda assim, a aplicabilidade do BB é dependente do contexto: em provas individuais e de curta duração como o tiro de 50 metros, onde a tarefa é essencialmente uma expressão de potência/velocidade sem oposição direta, o ganho em equidade pode ser mais sutil do que em jogos ou em eventos onde a diferença de massa e força tem papel decisivo.

O uso do *Score-Z* (Z-PVC) para padronizar o estágio maturacional constitui um procedimento metodológico robusto adotado por diversos trabalhos sobre BB e maturação, pois permite identificar desvios padronizados em relação à média da amostra e criar categorias comparáveis (Abbott *et al.*, 2019; Towlson *et al.*, 2021c). Em nossa amostra, a classificação por faixas de Z-PVC não revelou diferenças significativas no tempo de 50 metros, o que sugere duas possibilidades: primeiro, que as diferenças maturacionais entre os sujeitos não eram suficientemente evidentes para impactar de maneira sustentada uma prova curta e técnica;

segundo, que a variabilidade residual de origem técnica, motora e contextual esconde qualquer efeito maturacional detectável por este método. Em outras palavras, o Z-PVC é uma ferramenta válida para detectar maturadores extremos e reorganizar amostras, mas sua sensibilidade para prever variações de desempenho em tiros curtos, em populações escolares, pode ser limitada.

Importante, também, é a evidência trazida por estudos em esportes coletivos sobre os efeitos técnicos e táticos do BB. Pesquisas conduzidas em futebol, basquete e handebol apontam que, além da redução das diferenças físicas, o BB tende a aumentar a participação técnica dos maturadores tardios, modificar redes de passes, estimular tomada de decisão e alterar padrões espaciais de exploração, que gera efeitos que têm implicações de desenvolvimento a médio e longo prazo (Towlson *et al.*, 2021b; Towlson *et al.*, 2021c; Lüdin *et al.*, 2022; Arede *et al.*, 2024). Esses resultados reforçam que a avaliação do impacto do BB deve incluir não apenas medidas físicas, mas também indicadores técnicos, táticos e psicossociais, pois o desenvolvimento do talento é multifacetado e não se reduz somente a medidas de velocidade ou força (Reeves *et al.*, 2018; Bradley *et al.*, 2019).

A partir dos achados do presente estudo, recomenda-se prudência na adoção generalizada do BB para provas de tiro curto em ambientes competitivos escolares. A estratégia pode ser útil para sessões de avaliação diagnóstica, para reduzir vieses em estágios muito iniciais de seleção e para contextos em que a segurança e a justa oportunidade de participação sejam prioritárias. Contudo, entre praticantes já submetidos a treino estruturado, os benefícios para o desempenho competitivo em provas de 50 metros parecem limitados. Mais ainda, a implementação do BB deve considerar múltiplos indicadores (antropométricos, maturacionais, técnicos e táticos) e avaliar impactos ao nível do desenvolvimento de habilidades e da retenção esportiva, não apenas diferenças instantâneas de desempenho.

Portanto, os dados aqui apresentados corroboram a visão contemporânea de que a maturação é um fator relevante, mas não exclusivo, na explicação do desempenho em tarefas de velocidade durante a infância e adolescência. A forte associação idade-PVC exige modelos analíticos cuidadosos para evitar interpretações causais indevidas, e o *Score-Z* oferece uma forma padronizada de investigação que, contudo, demonstra limites quando a variabilidade técnica e contextual predomina. O BB surge como ferramenta promissora para promover justiça e melhorar oportunidades de desenvolvimento, mas sua eficácia depende do esporte, da prova e do perfil da população. Para o tiro de 50 metros em contexto escolar os ganhos parecem ser mais modestos e requerem investigação adicional, idealmente com desenho experimental que incorpore medidas técnicas e táticas além de indicadores físicos e maturacionais.

Conclusão

Os resultados do estudo indicam que a maturação biológica apresenta associação discreta com o desempenho no tiro de 50 metros entre escolares, mas esse efeito deixa de ser estatisticamente relevante entre atletas já envolvidos em treinamento sistemático. A forte relação entre idade centesimal e PVC confirma que ambos captam o mesmo processo maturacional, o que limita a capacidade de distinguir seus efeitos isolados sobre o desempenho. Em provas curtas de velocidade, fatores técnicos e neuromotores parecem exercer influência mais determinante que a própria maturação, o que se refletiu na baixa variância explicada pelos modelos de regressão.

A comparação entre escolares e atletas sugere que o treinamento estruturado atua como moderador, reduzindo desigualdades associadas ao estágio maturacional e potencializando adaptações técnicas e biomecânicas que tornam o desempenho menos dependente da idade biológica. Embora o BB tenha se mostrado eficaz em modalidades coletivas para equilibrar diferenças físicas e ampliar a expressão técnica de maturadores tardios, sua aplicabilidade ao tiro de 50 metros parece limitada, especialmente em contextos em que a tarefa exige sobretudo execução técnica refinada e alta eficiência mecânica.

A ausência de diferenças significativas entre faixas de Z-PVC reforça que, para provas de velocidade de curta duração em populações escolares, os efeitos da maturação podem ser sutis ou encobertos por variabilidade técnica e contextual. Assim, embora o BB permaneça uma estratégia promissora para promover equidade no desenvolvimento esportivo, sua adoção no atletismo, especialmente em provas de tiro curto, deve ser criteriosa e apoiada por monitoramento multidimensional que incorpore indicadores físicos, técnicos e maturacionais.

A maturação influencia o desempenho, mas não o determina. No tiro de 50 metros, a combinação entre treinamento, técnica e capacidades neuromusculares parece desempenhar papel mais decisivo, o que ressalta a necessidade de abordagens integradas na avaliação e no desenvolvimento de jovens velocistas.

Recomenda-se, ainda, que futuras investigações adotem delineamentos longitudinais, ampliem o escopo para diferentes modalidades e faixas etárias e aprofundem a análise das interações entre maturação, treinamento e desempenho. A consolidação desse corpo de evidências é essencial para orientar práticas mais eficazes, equitativas e fundamentadas no desenvolvimento integral dos jovens no esporte.

Referências

- ABBOTT, W.; WILLIAMS, S.; BRICKLEY, G.; SMEETON, N. J. Effects of bio-banding upon physical and technical performance during soccer competition: a preliminary analysis. **Sports**, v. 7, n. 8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7080193>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- ALBALADEJO-SAURA, M.; VAQUERO-CRISTÓBAL, R.; GARCÍA-ROCA, J. A.; ESPARZA-ROS, F. Influence of biological maturation status on selected anthropometric and physical fitness variables in adolescent male volleyball players. **PeerJ**, v. 10, e13216, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.13216>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- AREDE, J.; RADNOR, J. M.; GONZALO-SKOK, O.; LEITE, N. Chronological age-based vs. bio-banded friendly football tournament: effects on physical performance and spatial exploration behaviour in 7v7 match play. **Journal of Sports Sciences**, v. 42, n. 24, p. 2292-2300, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2328968>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Growth and maturation in adolescent track and field athletes. **Aspetar Sports Medicine Journal**, v. 13, p. 250-255, 2024a. Disponível em: <https://journal.aspetar.com/en/archive/volume-13-targeted-topic-sports-medicine-in-athletics/growth-and-maturation-in-adolescent-track-and-field-athletes>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; MONACO, M.; VARAMENTI, E.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Physical determinants of sprint and long jump performance in male youth track-and-field athletes with differing maturity statuses. **Pediatric Exercise Science**, v. 37, n. 4, p. 378-389, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2023-0150>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BARRETT, S.; SHORT, K.; LOWTHORPE, A.; SWINTON, P.; MAUGHAN, P.; HAMILTON, A.; HUNTER, F.; TOWLSON, C. Examination of differential ratings of perceived exertion (dRPE) during bio-banded small-sided games. **PLOS ONE**, v. 17, n. 7, e0270259, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270259>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BIRRENTO-AGUIAR, R. A.; AREDE, J.; LEITE, N.; GARCÍA-ANGULO, F. J.; PINO-ORTEGA, J.; ORTEGA-TORO, E. Influence of two different competition models on physical performance in under-13 basketball players: analysis considering maturity timing. **Applied Sciences**, v. 13, n. 22, 12125, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/app132212125>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BRADLEY, B.; JOHNSON, D.; HILL, M.; McGEE, D.; KANA-AH, A.; SHARPIN, C.; SHARP, P.; KELLY, A.; CUMMING, S. P.; MALINA, R. M. Bio-banding in academy football: player's perceptions of a maturity matched tournament. **Annals of Human Biology**, v. 46, n. 5, p. 400-408, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1640284>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- CRESWELL, J. W. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 3. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2009. Disponível em: https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf. Acesso em 02 dez. 2025.

CUMMING, S. P.; LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. **Strength and Conditioning Journal**, v. 39, n. 2, p. 34-47, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CUMMING, S. P.; BROWN, D. J.; MITCHELL, S.; BUNCE, J.; HUNT, D.; HEDGES, C.; CRANE, G.; GROSS, A.; SCOTT, S.; FRANKLIN, E.; BREAKSPEAR, D.; DENNISON, L.; WHITE, P.; CAIN, A.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 7, p. 757-765, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340656>. Acesso em: 02. dez. 2025

DE LA RUBIA, A.; LORENZO-CALVO, J.; ROJAS-VALVERDE, D.; MON-LÓPEZ, D.; RADNOR, J.; KELLY, A. L. Bio-banding in handball: academy players' perceptions based on maturity status and gender. **International Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 12, p. 871–881, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-2145-6454>. Acesso em: 02. dez. 2025.

GIUDICELLI, B. B.; LUZ, L. G. O.; SOGUT, M.; MASSART, A. G.; JÚNIOR, A. C.; FIGUEIREDO, A. J. Bio-banding in judo: the mediation role of anthropometric variables on the maturation effect. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 1, 361, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17010361>. Acesso em: 02. dez. 2025.

JYLHÄVÄ, J.; PEDERSEN, N. L.; HÄGG, S. Biological age predictors. **EBioMedicine**, v. 21, p. 29-36, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.03.046>. Acesso em: 02. dez. 2025.

LINDHOLM, O.; NIKLASSON, E.; LIND, J.; CARDINALE, D. A.; LUNDBERG, T. R. A pilot study on bio-banding in male youth ice hockey: players' perceptions and coaches' selection preferences. **PLOS ONE**, v. 19, n. 8, e0308676, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308676>. Acesso em: 02 dez. 2025.

LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L.; FAIGENBAUM, A. D.; HOWARD, R.; DE STE CROIX, M. B. A.; WILLIAMS, C. A.; BEST, T. M.; ALVAR, B. A.; MICHELI, L. J.; THOMAS, D. P.; HATFIELD, D. L.; CRONIN, J. B.; MYER, G. D. Long-term athletic development - Part 2: Barriers to success and potential solutions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1451-1464, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1519/01.JSC.0000465424.75389.56>. Acesso em: 02 dez. 2025.

LÜDIN, D.; DONATH, L.; COBLEY, S.; ROMANN, M. Effect of bio-banding on physiological and technical-tactical key performance indicators in youth elite soccer. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 11, p. 1659-1667, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1974100>. Acesso em: 02 dez. 2025

MACMASTER, C.; PORTAS, M.; PARKIN, G.; CUMMING, S.; WILCOX, C.; TOWLSON, C. The effect of bio-banding on the anthropometric, physical fitness and functional movement characteristics of academy soccer players. **PLOS ONE**, v. 16, n. 11, e0260136, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260136>. Acesso em: 02 dez. 2025.

MALINA, R. M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 85, n. 2, p. 157-173, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.897592>. Acesso em: 02 dez. 2025.

- MIRWALD, R. L.; BAXTER-JONES, A. D.; BAILEY, D. A.; BEUNEN, G. P. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- REEVES, M. J.; ENRIGHT, K. J.; DOWLING, J.; ROBERTS, S. J. Stakeholders' understanding and perceptions of bio-banding in junior-elite football training. **Soccer & Society**, v. 19, n. 8, p. 1166-1182, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/14660970.2018.1432384>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- ROMANN, M.; LÜDIN, D.; BORN, D. P. Bio-banding in junior soccer players: a pilot study. **BMC Research Notes**, v. 13, n. 1, 240, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05083-5>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SALTER, J.; BLACK, J.; MALLETT, J.; BARRETT, S.; TOWLSON, C.; HUGHES, J. D.; DE ST CROIX, M. Does biologically categorised training alter the perceived exertion and neuromuscular movement profile of academy soccer players compared to traditional age-group categorisation?. **European Journal of Sport Science**, v. 23, n. 8, p. 1490-1499, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2117090>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.
- SCHÜTZ, E. D. S.; MACHADO, J. M.; BRESCIANI, M. V. J.; GALVÃO DA COSTA, C.; RUSCHEL, C.; PEREIRA, S. M. Estado de madurez biológica y edad cronológica en jóvenes triatletas: una primera aproximación al bio-banding en triatlón. **Retos**, v. 68, p. 790-802, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v68.109869>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SINKOVIC, F.; NOVAK, D.; FORETIC, N.; ZEMKOVÁ, E. The effects of biological age on speed-explosive properties in young tennis players. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 8, n. 2, 48, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk8020048>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
- TORRES-UNDA, J.; ZARRAZQUIN, I.; GIL, J.; RUIZ, F.; IRAZUSTA, A.; KORTAJARENA, M.; SECO, J.; IRAZUSTA, J. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 2, p. 196-203, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.725133>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- TOWLSON, C.; COBLEY, S.; PARKIN, G.; LOVELL, R. When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside?. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 8, p. 1946-1955, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.13198>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; STRINGER, A.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on technical and tactical indicators of talent identification in academy soccer players. **Science & Medicine in Football**, v. 6, n. 3, p. 295-308, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.2013522>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on physical and psychological indicators of talent identification in academy soccer players. **Science & Medicine in Football**, v. 5, n. 4, p. 280-292, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1862419>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; ABT, G.; BARRETT, S.; CUMMING, S.; HUNTER, F.; HAMILTON, A.; LOWTHORPE, A.; GONCALVES, B.; CORSIE, M.; SWINTON, P. The effect of bio-banding on academy soccer player passing networks: Implications of relative pitch size. **PLOS ONE**, v. 16, n. 12, e0260867, 2021c. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260867>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WALTERS, S. R.; RENSHAW, I.; WHATMAN, C.; ZOELLNER, A.; HARRISON, C.; SPENCER, K.; MILLAR, S.-K.; PITHEY, R. Maturity status, relative age and bio-banding in youth cricket. **New Zealand Journal of Sports Medicine**, v. 48, p. 66-75, 2021. Disponível em: <https://www.sportsmedicine.co.nz/s/NZ-Journal-of-Sports-Medicine-2021-Vol-48-2.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WING, C. E.; TURNER, A. N.; BISHOP, C. J. Importance of strength and power on key performance indicators in elite youth soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 7, p. 2006-2014, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002446>. Acesso em: 02 dez. 2025.

**CAPÍTULO 3 - A MATURAÇÃO IMPORTA, MAS NÃO MANDA SOZINHA:
ANÁLISES SOBRE O DESEMPENHO INFANTOJUVENIL EM COMPETIÇÃO
MODIFICADA DE VELOCIDADE NO ATLETISMO FEMININO E IMPLICAÇÕES
PARA O BIO-BANDING**

Artigo a ser submetido

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre maturação biológica e desempenho competitivo infantojuvenil feminino em velocidade, comparando escolares e atletas treinados em provas de tiro de 50 metros, discutindo apontamentos aplicáveis ao uso do bio-banding (BB) no atletismo. Participaram do estudo 69 crianças e jovens de 10 a 14 anos de idade ($13,7 \pm 0,9$), que participaram de uma competição de atletismo entre um grupo de atletas e outra competição entre um grupo de escolares, em prova de tiro de 50 metros rasos. Foram verificadas as relações entre o tempo do tiro de 50 metros das crianças e jovens do sexo feminino com os indicadores maturacionais da distância do pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o Escore-Z (Z-PVC). Os resultados mostraram que idade e maturação apresentaram associação modesta com o desempenho nos 50 m rasos entre meninas, sem atingir significância estatística. Entre atletas, essas relações foram ainda mais fracas, sugerindo que o treinamento sistemático reduz a influência da maturação no resultado. Portanto, embora a maturação exerça algum efeito sobre o desempenho, seu impacto é limitado em contextos de prática estruturada, indicando que decisões competitivas e possíveis aplicações do bio-banding no atletismo feminino devem considerar múltiplos fatores além dos marcadores maturacionais.

Palavras-chave: Performance, Maturação Biológica, Velocidade, Competição, Atletismo.

Introdução

A compreensão do desempenho em provas curtas no atletismo feminino juvenil exige considerar tanto os processos de crescimento e maturação quanto à forma como esses fatores se relacionam com a idade cronológica. Em crianças e jovens atletas, no caso das meninas entre 10 e 14 anos, essa relação é ainda mais complexa devido à grande variabilidade no início e ritmo da puberdade. Assim, o uso de marcadores que expressem a idade biológica, conforme discutido por Jylhävä *et al.* (2017), torna-se uma estratégia mais precisa para caracterizar o estágio maturacional do que simplesmente utilizar a idade cronológica. No contexto específico do atletismo, Baker *et al.* (2024a) reforçam que os indicadores de maturação desempenham papel importante para explicar diferenças de desempenho em ambos os sexos, sobretudo nas provas de velocidade.

Apesar dessa aplicabilidade geral, há uma lacuna evidente quando o foco recai sobre o gênero feminino. Enquanto esportes masculinos dispõem de ampla documentação sobre o impacto da maturação no desempenho, muitos desses mesmos fenômenos permanecem pouco explorados nos esportes femininos, como exemplo em provas rápidas como o tiro de 50 m. Essa disparidade é frequentemente destacada quando se consulta pesquisas predominantemente realizadas com meninos, como as de Barrett *et al.* (2022), Salter *et al.* (2023), ou ainda os estudos de bio-banding (BB) no futebol conduzidos por Abbott *et al.* (2019). Embora esses trabalhos sejam valiosos para compreender tendências gerais, eles reforçam a assimetria da literatura de que há mais conhecimento consolidado sobre como a maturação influencia o desempenho masculino do que o feminino.

Nos esportes em que crianças e jovens do gênero feminino foram avaliadas, observam-se resultados importantes para contextualizar as provas de velocidade. Estudos recentes conduzidos por de la Rubia *et al.* (2023; 2025) demonstram que, em amostras femininas ou mistas, o estágio maturacional exerce influência considerável em habilidades físicas e motoras, indicando que meninas biologicamente mais avançadas tendem a apresentar desempenho superior em testes de potência e velocidade. Esses achados se alinham às discussões de Cumming *et al.* (2017), que argumentam que a maturação afeta a competitividade e a distribuição de talentos também no esporte feminino, ainda que tais efeitos sejam menos investigados quando comparados aos meninos.

Além disso, MacMaster *et al.* (2021) apresentam evidências de amostras mistas que reforçam a relação entre maturação, força e velocidade, destacando que os processos fisiológicos associados ao desenvolvimento, como modificações biomecânicas e aumentos graduais na massa magra, estão presentes em ambos os sexos, embora a magnitude e o ritmo

desses ganhos sejam distintos. No gênero feminino, tais alterações ocorrem de forma menos acentuada e não são acompanhadas pelo mesmo aumento expressivo de massa muscular observado no público masculino após o início da puberdade. De maneira complementar, Fernandez-Fernandez *et al.* (2023) enfatizam que essas diferenças sexuais na trajetória maturacional influenciam diretamente o desempenho físico durante a adolescência, ressaltando que a maturação feminina se inicia mais cedo, o que altera o momento e a intensidade dos ganhos de velocidade.

Diante desse cenário, torna-se evidente que, embora exista uma base teórica sólida sobre crescimento e maturação aplicável a ambos os sexos, as evidências específicas do gênero feminino, em especial em corridas curtas como o tiro de 50 metros, ainda são limitadas. Assim, a literatura disponível oferece mais respostas sobre o desenvolvimento masculino do que feminino, fazendo com que pesquisadores que estudam o público jovem do sexo feminino recorram tanto a estudos mistos quanto a evidências masculinas para construir paralelos conceituais. Isso reforça a necessidade de ampliar o corpo de pesquisas que investigam diretamente o impacto da maturação biológica no desempenho feminino, contribuindo para avaliações mais justas e interpretações mais precisas no contexto do atletismo juvenil.

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar as relações entre maturação e desempenho infantojuvenil feminino de escolares e atletas em competição modificada de atletismo de tiro de 50 metros, discutindo apontamentos aplicáveis ao uso do BB. Ao integrar evidência empírica sobre maturação e outros estudos de modalidades coletivas e individuais sobre BB, pretende-se oferecer embasamentos teóricos e práticos para avaliação e organização de faixas etárias e maturacionais no desenvolvimento de velocidade em jovens do sexo feminino.

Metodologia

Desenho da pesquisa

O estudo foi classificado como uma investigação de abordagem quantitativa, de caráter observacional, com delineamento transversal e natureza analítica comparativo-correlacional. Segundo Creswell (2009), pesquisas de abordagem quantitativa caracterizam-se pelo uso de dados numéricos e de procedimentos estatísticos para examinar relações entre variáveis. Ainda, conforme a classificação de Sampieri, Collado e Lucio (2013), o delineamento o caráter observacional se justifica pois não houve manipulação deliberada das condições de competição. Além disso, pode ser definido como um estudo transversal, pois considerando o recorte de

tempo da investigação, a coleta de dados foi realizada em um único momento (Creswell, 2009), e de natureza comparativo-correlacional, ao articular a comparação entre grupos (escolares e atletas treinados) com a análise das associações entre indicadores maturacionais e o desempenho em provas de velocidade (Thomas; Nelson; Silverman, 2012).

Realizou-se duas competições em prova de tiro de 50 metros rasos destinada a crianças e jovens do sexo feminino, primeiro exclusivamente entre escolares e depois apenas entre atletas. A largada era realizada de forma individual, e cada participante teve duas tentativas ao longo da competição, sendo considerado o melhor tempo para a classificação final. Foram verificadas as relações entre o tempo do tiro de 50 metros das crianças e jovens com indicadores maturacionais, como a distância do pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o escore-z (Z-PVC), com o público infantojuvenil feminino.

Participantes

Participaram do estudo 69 crianças e jovens de 10 a 14 anos de idade ($13,7 \pm 0,9$), sendo 34 delas escolares, regularmente praticantes nas aulas de educação física, e 35 atletas de algum esporte com treinamento regular sistematizado. Como critérios de inclusão: todas deveriam estar regularmente matriculadas na escola e dentro da faixa etária estabelecida no estudo; as escolares deviam estar praticando regularmente as aulas de educação sem nenhum treinamento esportivo de maneira sistematizada fora ou dentro do contexto escolar; as atletas precisavam estar em alguma escola/clube esportivo com treinamento sistematizado regular. Foram excluídas aquelas que se negaram a realizar ao menos um dos tiros de velocidade de 50 metros e aquelas lesionadas ou em processo de recuperação de lesão.

Coleta de dados

Para o cálculo do dPVC, utilizou-se a equação proposta por Mirwald *et al.* (2002), que requer as medidas de estatura total, altura sentada, comprimento de membros inferiores, massa corporal e idade centesimal. As medidas antropométricas foram obtidas por meio de estadiômetro e balança digital. Foram realizadas pelo menos duas medidas para cada variável, ou até que os valores coincidissem. O Quadro 1 apresenta a sintaxe da fórmula específica para o sexo feminino. Os sprints de 50 metros foram organizados por grupos (escolares e atletas), com largada individual e cronometragem eletrônica por fotocélulas (*Elite Speed System*).

Quadro 1. Fórmula para cálculo de distância do pico de velocidade de crescimento para o sexo feminino

$$dPVC = -9,376 + 0,0001882 * (CP * ES) + 0,0022 * (Idade * CP) + 0,005841 * (Idade * ES) - 0,002658 * (Idade * P) + 0,07693 * \left(\left(\frac{P}{A} \right) * 100 \right)$$

Onde:

- Idade = Anos decimais;
- ES = estatura sentada (cm);
- CP = Comprimento de pernas (cm);
- P= Peso (kg); A = Estatura em pé (cm)
- Sinal do PVC: Negativo = anos antes do pico; Positivo = anos depois do pico.

Fonte: Mirwald *et al.* (2002)

Análise dos Dados

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial, utilizando o software Jamovi (versão em português) para a verificação dos pressupostos estatísticos e das associações entre variáveis. Inicialmente, foram calculadas médias, desvios padrão e amplitudes das variáveis antropométricas e maturacionais: idade centesimal, distância ao pico de velocidade de crescimento (dPVC), distância do Pico de Velocidade de Crescimento relativa à idade (Z-PVC) e tempo (s) no tiro de 50 metros.

Etapas 1 – Caracterização da Amostra

A normalidade das distribuições foi avaliada pelo teste de Shapiro–Wilk para determinação de normalidade. Para comparar jovens escolares e jovens atletas quanto à idade centesimal, dPVC e desempenho no tiro de 50 m, utilizaram-se testes não paramétricos (Mann–Whitney U), uma vez que os pressupostos de normalidade foram violados. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

Etapas 2 – Relações entre Performance e Maturação

Para examinar possíveis relações no desempenho de velocidade em função do estágio maturacional dentro de cada grupo (jovens escolares e jovens atletas), foi conduzida uma análise intragrupo considerando o tempo (s) obtido no tiro de 50 metros como variável dependente por meio de correlações entre PVC, Idade Centesimal e Tempo.

Além das análises intragrupos, foram realizadas análises complementares com o objetivo de investigar de forma contínua a relação entre indicadores maturacionais e o

desempenho no tiro de velocidade com independência da faixa etária dos sujeitos, a fim de verificar se os padrões de associação se diferenciavam conforme o nível de prática esportiva.

Como não existem curvas normativas específicas para o perfil etário e esportivo da amostra, o *Score-Z* maturacional (Z-PVC) foi calculado com base nas referências internas desta pesquisa (valores da amostra). Primeiramente ajustou-se um modelo de regressão linear (PVC ~ idade). Para cada participante foi obtido o PVC esperado para sua idade ($b_0 + b_1 \cdot \text{idade}$). O Z-PVC foi então calculado como o resíduo padronizado do modelo, dividindo-se a diferença entre o PVC observado e o PVC esperado pelo desvio-padrão dos resíduos. Esse procedimento padroniza o estágio maturacional em unidades de desvio-padrão, indicando se o indivíduo se encontra em desenvolvimento maturacional tardio, pontual ou precoce em comparação aos pares da mesma idade.

Quadro 2. Cálculo do *Score-Z* (Z-PVC) a partir de referências internas da pesquisa

$$Z_{PVC} = \frac{(PVC_{\text{observado}} - (b_0 + b_1 * Idade))}{S_{\text{resíduo}}}$$

Onde:

- PVC Observado = PVC real da atleta
- $b_0 + b_1 \cdot Idade$ = PVC esperado para sua idade
- $S_{\text{resíduo}}$ = desvio-padrão dos resíduos do modelo PVC ~ idade

Fonte: O Autor (2025).

Por fim, para comparar o desempenho de velocidade entre atletas e escolares controlando a maturação somática, foi realizada uma análise de covariância (ANCOVA), tendo o tempo de 50 m como variável dependente, o grupo (atletas vs. escolares) como fator fixo e o Z-PVC como covariável. Foram verificados os pressupostos de homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e de homogeneidade das inclinações de regressão entre os grupos.

Aspectos éticos

O presente estudo, registrado sob CAAE 68245523.8.0000.5020, foi aprovado pelo parecer 6.064.129 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas. Todas as participantes, bem como seus responsáveis legais, foram devidamente informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (responsáveis, conforme Apêndice C) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (crianças e jovens, conforme Apêndice D).

Resultados

Associações entre variáveis maturacionais e desempenho

Inicialmente, buscou-se identificar as características gerais, bem como de cada grupo (Atletas e Escolares), a fim de obter explicações mais detalhadas sobre os sujeitos da amostra. Na análise geral da amostra feminina, a verificação inicial dos pressupostos estatísticos indicou que a variável idade centesimal ($W = 0,927$; $p < 0,001$) não atendeu ao critério de normalidade estabelecido pelo teste de Shapiro–Wilk, enquanto o PVC apresentou distribuição normal ($W = 0,969$; $p = 0,085$). Como ao menos uma variável violou o pressuposto de normalidade, optou-se pelo uso do coeficiente de Spearman.

Para comparação entre PVC e desempenho dos grupos, empregou-se o teste de Mann–Whitney U. O PVC apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($U = 295$; $p < 0,001$), com efeito moderado ($r = 0,504$), indicando que as escolares exibiram valores de PVC menos negativos, caracterizando um estado maturacional mais avançado em relação às atletas. A idade centesimal também diferiu significativamente entre os grupos ($U = 251$; $p < 0,001$), com efeito moderado ($r = 0,578$), mostrando que as escolares eram, em média, mais velhas que as atletas. Por outro lado, o desempenho nos 50 metros não apresentou diferença significativa entre os grupos ($U = 532$; $p = 0,450$), e a magnitude do efeito foi pequena ($r = -0,107$), indicando similaridade no tempo de tiro de velocidade entre escolares e atletas. Esses resultados mostram que as jovens atletas e escolares apresentam níveis maturacionais distintos, mas com desempenho semelhante.

Análises gerais

Considerando toda a amostra, as correlações de Spearman entre idade centesimal, PVC e o tempo no tiro de 50 metros para as meninas avaliadas indicaram uma forte correlação positiva entre idade centesimal e PVC ($\rho = 0,787$; $p < 0,001$), evidenciando que participantes mais velhas apresentaram, em média, estágios maturacionais mais avançados.

Em relação ao desempenho, tanto o PVC quanto a idade centesimal apresentaram correlações negativas, de baixa magnitude, porém estatisticamente significativas, com o tempo no tiro de 50 metros. Meninas com maturação mais avançada apresentaram tempos menores na corrida ($\rho = -0,289$; $p = 0,016$), assim como aquelas com maior idade centesimal ($\rho = -0,260$; $p = 0,031$). Esses resultados indicam que tanto a idade cronológica quanto a maturação biológica tiveram associação modesta, porém detectável, com o desempenho de velocidade entre as jovens avaliadas.

Após essas análises iniciais, as correlações negativas observadas entre idade centesimal, distanciamento ao pico de velocidade de crescimento (dPVC) e o tempo de tiro podem ser explicadas pelo forte vínculo entre idade cronológica e maturação somática. Como essas variáveis avançam de maneira paralela, ambas acabam apresentando associações semelhantes com o desempenho.

Com o objetivo de aprofundar a compreensão das relações entre idade centesimal, maturação somática e desempenho no tiro de 50 m, foram estimados modelos de regressão linear utilizando o tempo de corrida como variável dependente. No Modelo 1, que incluiu apenas a idade centesimal como preditor, observou-se um ajuste modesto ($R = 0,223$; $R^2 = 0,049$), indicando que aproximadamente 4,9% da variância do desempenho foi explicada pela idade. O coeficiente apresentou tendência negativa ($b = -0,198$; $p = 0,066$), consistente com a correlação de Spearman previamente observada, embora sem atingir significância estatística dentro do modelo paramétrico.

No Modelo 2, foram incluídos simultaneamente a idade centesimal e o PVC. O R^2 aumentou para 0,071 ($R = 0,267$), representando um ganho explicativo pequeno em relação ao Modelo 1 ($\Delta R^2 = 0,022$), o qual não alcançou significância ($F(1,66) = 1,557$; $p = 0,217$). Além disso, nenhum dos preditores apresentou efeito independente significativo sobre o tempo de corrida (idade: $b = -0,001$; $p = 0,994$; PVC: $b = -0,328$; $p = 0,217$). Esse padrão é compatível com a alta correlação entre idade centesimal e PVC nas meninas ($\rho = 0,787$), sugerindo colinearidade entre os preditores e indicando que ambos refletem essencialmente um mesmo componente de maturação biológica, dificultando a identificação de efeitos isolados.

No Modelo 3, buscou-se testar a possibilidade de uma relação curvilínea entre maturação e desempenho por meio da inclusão de um termo quadrático de PVC (PVC^2). No Modelo 3, o R^2 foi de 0,080, com incremento pequeno em relação ao Modelo 2 ($\Delta R^2 = 0,009$), e o aumento em relação ao Modelo 2 foi pequeno e não significativo ($\Delta R^2 = 0,009$; $F(1,65) = 0,672$; $p = 0,415$). Nenhum dos termos (idade, PVC ou PVC^2) demonstrou efeito significativo sobre o tempo do tiro de velocidade, reforçando a ausência de um padrão linear ou curvilíneo robusto entre maturação e desempenho.

Considerando os três modelos, as análises de regressão mostram que idade cronológica e maturação somática explicam apenas uma pequena fração da variabilidade no desempenho de velocidade entre as meninas avaliadas. As associações entre idade, maturação e desempenho são modestas e amplamente compartilhadas entre si, o que indica que indicadores maturacionais isolados não são suficientes para prever de maneira consistente o desempenho. Esses achados

reforçam a necessidade de se considerar um conjunto mais amplo de fatores técnicos, físicos e contextuais ao interpretar o rendimento de jovens do sexo feminino em tiros de velocidade.

Tabela 1. Modelos de regressão linear para o tempo de corrida (s) em função da idade centesimal e da distância ao pico de velocidade de crescimento (PVC)

Modelo	Preditores incluídos	R ²	R ² aj.	ΔR ²	F (Δ)	gl1	gl2	p (Δ)
1	Idade centesimal	0.049	0.035	—	—	—	—	—
2	Idade centesimal, PVC	0.071	0.043	0.021	1.557	1	66	0.217
3	Idade centesimal, PVC, PVC ²	0.080	0.038	0.009	0.672	1	65	0.415

Nota: N = 69. R = correlação múltipla; R² = coeficiente de determinação; ΔR² = mudança em R² em relação ao modelo anterior; PVC = distância ao pico de velocidade de crescimento.

Análise intergrupos

Embora os grupos apresentem diferenças significativas em termos maturacionais, mas desempenho semelhante, avançamos para uma análise comparativa entre Atletas e Escolares com finalidade de explorar com maior detalhamento os dados da pesquisa. A Tabela 2 apresenta os coeficientes de correlação de Spearman (ρ) entre o Tempo (s) e as variáveis maturacionais e idade centesimal.

Tabela 2. Correlações de Spearman (ρ) entre Tempo (s) x Idade e PVC.

Variável	Jovens Escolares		Jovens Atletas	
	ρ	p	ρ	p
Idade centesimal	-0.295	0.090	-0.094	0.592
PVC	-0.261	0.136	-0.294	0.086

Nota. ρ = coeficiente de Spearman; p = nível de significância; * = $p < 0,05$.

O tempo de corrida apresentou correlações negativas fracas com idade centesimal e PVC em ambos os grupos. Entre as jovens escolares, observou-se uma tendência de associação inversa com a idade centesimal ($\rho = -0,295$; $p = 0,090$) e com o PVC ($\rho = -0,261$; $p = 0,136$), embora nenhuma dessas correlações tenha alcançado significância estatística. Entre as jovens atletas, a correlação com a idade foi praticamente nula ($\rho = -0,094$; $p = 0,592$) e, com o PVC, fraca e próxima do limiar de significância ($\rho = -0,294$; $p = 0,086$), mas ainda assim não significativa. Esses resultados indicam que, nesta amostra, idade cronológica e maturação somática se relacionam de forma apenas modesta com o desempenho em velocidade, não atingindo significância estatística para nenhum dos grupos.

Análise de covariância a partir de Z-PVC

Considerando que encontramos diferenças entre o perfil maturacional das jovens atletas e escolares, mas ausência de diferença nos tempos do tiro de 50m, buscamos comparar o desempenho de velocidade controlando a maturação somática.

Foi conduzida uma análise de covariância (ANCOVA), tendo o tempo no tiro de 50 m como variável dependente, o grupo (Atletas e Escolares) como fator fixo e o Z-PVC relativo à idade como covariável. A utilização do Z-PVC se deu por ser uma forma de minimizar a colinearidade entre maturação e idade centesimal, permitindo uma análise focada em um indicador maturacional padronizado.

O efeito principal de grupo não foi significativo ($F(1,66) = 0,004$; $p = 0,952$), indicando ausência de diferenças no tempo de corrida entre atletas (M ajustada = 9,03 s; $EP = 0,148$; $IC95\% = 8,74-9,33$) e escolares (M ajustada = 9,02 s; $EP = 0,150$; $IC95\% = 8,72-9,32$) após o ajuste para a maturação por Z-PVC. A covariável Z-PVC também não apresentou efeito significativo sobre o desempenho ($F(1,66) = 0,888$; $p = 0,349$), sugerindo que, nesta amostra, a maturação somática explica apenas uma pequena parcela da variabilidade do tempo do tiro de 50m.

O teste de Levene indicou violação da homogeneidade das variâncias entre os grupos ($F(1,67) = 4,83$; $p = 0,032$), o que deve ser considerado como limitação da análise. Ainda assim, a combinação de valores de F muito baixos, valores de p elevados e médias ajustadas praticamente idênticas aponta para a inexistência de diferenças relevantes de desempenho em velocidade entre atletas e escolares, mesmo na presença de perfis maturacionais distintos.

Discussão

À primeira vista, pode parecer contraditório que as escolares sejam significativamente mais velhas e apresentem um perfil maturacional mais avançado, mas não se diferenciem das atletas no tempo do tiro de 50 m. No entanto, os próprios resultados estatísticos ajudam a esclarecer essa aparente contradição. As correlações entre idade, maturação e desempenho foram negativas, porém de baixa magnitude, e os modelos de regressão explicaram apenas uma pequena fração da variabilidade no tempo de corrida. Esses achados indicam que, embora a idade cronológica e a maturidade somática exerçam alguma influência sobre a velocidade, esse efeito é limitado e facilmente compensado por outros fatores. No contexto deste estudo, é plausível supor que a experiência sistemática de treino das atletas, mesmo que mais jovens e menos maturadas, contribua para equilibrar o desempenho em relação às escolares, que são biologicamente mais velhas, mas possivelmente menos expostas a ambientes de prática

estruturada e contínua. A combinação de diferenças moderadas em idade e PVC, a ausência de diferenças significativas no desempenho e os baixos valores de R^2 reforça que marcadores maturacionais isolados não são suficientes para explicar o rendimento em velocidade. Em outras palavras, os dados indicam a inexistência de diferenças relevantes de desempenho entre atletas e escolares, apesar de perfis maturacionais distintos, o que destaca o papel de fatores técnicos, físicos e contextuais na formação do desempenho.

A lógica de que diferenças biológicas podem ser neutralizadas, reduzidas ou moduladas pela experiência, pelo ambiente e pela forma como o treinamento é organizado aparece de modo consistente na literatura sobre BB. Embora a maior parte desses estudos tenha sido conduzida com meninos, especialmente no futebol e em outros esportes coletivos, os padrões observados contribuem para interpretar fenômenos semelhantes em populações femininas. Esses trabalhos demonstram que, quando a vantagem física dos jovens mais maturados é controlada por agrupamento segundo o distanciamento ao pico de velocidade de crescimento (dPVC) ou por manipulações contextuais, diferenças que parecem naturais em categorias etárias tradicionais frequentemente diminuem ou se transformam.

Em estudos com meninos, por exemplo, há evidências de que o BB permite que atletas menos maturados expressem melhor seus recursos técnicos e táticos, o que reduz desigualdades associadas ao desenvolvimento biológico (Cumming *et al.*, 2017; Cumming *et al.*, 2018b; Abbott *et al.*, 2019). De forma semelhante, Arede *et al.* (2024), ao investigarem competições organizadas conforme o nível maturacional, observaram mudanças significativas no desempenho físico e no comportamento espacial em jogos de 7v7. Esses achados mostram que a configuração do ambiente competitivo influencia diretamente o desempenho manifestado. Resultados convergentes também foram reportados por Bradley *et al.* (2019) e por Towlson *et al.* (2021a, 2021b, 2021c), que documentaram ajustes técnicos, perceptuais e comportamentais em jovens do sexo masculino quando critérios maturacionais são utilizados para organizar o processo competitivo.

No caso do sexo feminino, as evidências diretas ainda são limitadas, mas sugerem que a relação entre maturação e desempenho não é tão linear quanto geralmente se pressupõe. Trabalhos com amostras mistas ou exclusivamente femininas indicam que mudanças antropométricas e de composição corporal associadas à puberdade podem alterar a mecânica do movimento, mas nem sempre se traduzem em ganhos imediatos de desempenho (Macmaster *et al.*, 2021; Fernandez-Fernandez *et al.*, 2023).

Pesquisas em modalidades como badminton, handebol e triatlo reforçam que coordenação, técnica e histórico de treinamento desempenham papel central na expressão da

velocidade e da potência em jovens do sexo feminino. No badminton, por exemplo, Fernandez-Fernandez *et al.* (2023) identificaram que diferenças de força, tiro de velocidade e habilidade estão mais associadas ao perfil técnico e ao acúmulo de prática do que a marcadores maturacionais isolados. Resultados semelhantes foram observados em handebol com amostras mistas (de la Rubia *et al.*, 2023) e em estudos recentes sobre triatlo juvenil (Schütz *et al.*, 2025), que mostram que a maturação é um componente relevante, mas não determinante, e que seus efeitos dependem do contexto competitivo, da experiência acumulada e das demandas específicas de cada modalidade.

Os achados do presente estudo, nos quais atletas mais jovens e menos maturadas apresentam desempenho equivalente ao de escolares mais velhas, convergem com essas evidências e reforçam a hipótese de que o treino sistemático e a experiência técnica podem compensar desvantagens maturacionais temporárias em meninas.

É importante reconhecer que grande parte da literatura sobre maturação e desempenho ainda se baseia predominantemente em amostras masculinas ou mistas, o que exige cautela ao extrapolar conclusões para populações femininas. Estudos robustos conduzidos com meninos (Albaladejo-Saura *et al.*, 2022; Baker *et al.*, 2024a; Baker *et al.*, 2024b) demonstram efeitos marcantes da maturação sobre variáveis antropométricas e de potência, mas esses padrões não se replicam necessariamente no sexo feminino. Trabalhos que analisam diferenças entre sexo e estágio maturacional (Macmaster *et al.*, 2021; Towlson *et al.*, 2018) mostram trajetórias desenvolvimentais distintas, o que reforça a necessidade de investigações específicas em meninas. Essa lacuna de evidências aumenta a relevância do presente estudo, que documenta uma associação fraca entre maturação e desempenho de velocidade em uma amostra exclusivamente feminina e evidencia a importância de ampliar a produção científica voltada para jovens atletas do sexo feminino.

A literatura sobre BB e categorização por maturação também oferece implicações práticas relevantes para o contexto esportivo. Políticas de seleção, treinamento e avaliação não devem se apoiar exclusivamente em marcadores maturacionais como preditores de desempenho em jovens, especialmente em meninas. Intervenções que considerem experiência de treino, qualidade técnica, carga e contexto competitivo, associadas aos indicadores biológicos, são mais adequadas para compreender e promover o rendimento. Estudos que investigaram efeitos do BB sobre carga percebida, variáveis técnicas e redes de passe (Barrett *et al.*, 2022; Lüdin *et al.*, 2022; Johnson *et al.*, 2022; Salter *et al.*, 2023) mostram abordagens promissoras para programas de desenvolvimento que incentivem a equidade, a diversificação de estímulos e o

aperfeiçoamento de habilidades, em vez de concentrarem oportunidades com base somente na vantagem física momentânea.

O presente estudo acrescenta evidência empírica relevante ao demonstrar que, no contexto feminino, a maturação exerce influência limitada sobre o desempenho em velocidade e não explica diferenças entre atletas e escolares quando há experiência sistemática de treino. Esses achados reforçam a importância de perspectivas abrangentes e sensíveis ao contexto para avaliar e formar jovens atletas. Além disso, destacam a necessidade de ampliar investigações com amostras femininas, utilizar métodos longitudinais, explorar interações entre maturação, técnica e carga de treino e analisar como diferentes modalidades modulam essas relações ao longo do desenvolvimento. Essas direções podem contribuir para modelos mais equitativos de avaliação e desenvolvimento esportivo, além de favorecer decisões mais precisas em processos de detecção e promoção de talentos no esporte feminino.

Conclusão

O presente estudo examinou a relação entre maturação biológica e desempenho em competições de tiro de 50 metros em meninas, comparando atletas e escolares. Apesar de diferenças claras em idade e nível maturacional, não foram observadas diferenças de desempenho entre os grupos, e os modelos estatísticos mostraram que idade centesimal e PVC explicam apenas uma parcela muito pequena da variabilidade no tempo de corrida. Esses achados indicam que, no contexto feminino, a maturação exerce influência limitada sobre a velocidade e que fatores associados ao treinamento sistemático podem compensar vantagens maturacionais temporárias.

Os resultados convergem com evidências recentes que apontam para trajetórias mais heterogêneas no gênero feminino e destacam o papel central da técnica, coordenação e experiência de prática no desempenho físico durante a adolescência. Do ponto de vista aplicado, reforçam a importância de evitar decisões de seleção baseadas exclusivamente em indicadores maturacionais e de adotar modelos de avaliação multifatoriais que integrem marcadores biológicos, características contextuais e histórico de treino.

Apesar de ser um estudo transversal e contar com uma amostra moderada que limita generalizações, o estudo contribui para ampliar as evidências sobre desenvolvimento esportivo feminino e sugere que futuras pesquisas devem empregar métodos longitudinais e incluir variáveis técnicas e neuromusculares para compreender de forma mais abrangente a interação entre maturação e desempenho no público feminino.

Referências

- ABBOTT, W.; WILLIAMS, S.; BRICKLEY, G.; SMEETON, N. J. Effects of bio-banding upon physical and technical performance during soccer competition: a preliminary analysis. **Sports**, v. 7, n. 8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7080193>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- ALBALADEJO-SAURA, M.; VAQUERO-CRISTÓBAL, R.; GARCÍA-ROCA, J. A.; ESPARZA-ROS, F. Influence of biological maturation status on selected anthropometric and physical fitness variables in adolescent male volleyball players. **PeerJ**, v. 10, e13216, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.13216>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- AREDE, J.; RADNOR, J. M.; GONZALO-SKOK, O.; LEITE, N. Chronological age-based vs. bio-banded friendly football tournament: effects on physical performance and spatial exploration behaviour in 7v7 match play. **Journal of Sports Sciences**, v. 42, n. 24, p. 2292-2300, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2328968>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Growth and maturation in adolescent track and field athletes. **Aspetar Sports Medicine Journal**, v. 13, p. 250-255, 2024a. Disponível em: <https://journal.aspetar.com/en/archive/volume-13-targeted-topic-sports-medicine-in-athletics/growth-and-maturation-in-adolescent-track-and-field-athletes>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; MONACO, M.; VARAMENTI, E.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Physical determinants of sprint and long jump performance in male youth track-and-field athletes with differing maturity statuses. **Pediatric Exercise Science**, v. 37, n. 4, p. 378-389, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2023-0150>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BARRETT, S.; SHORT, K.; LOWTHORPE, A.; SWINTON, P.; MAUGHAN, P.; HAMILTON, A.; HUNTER, F.; TOWLSON, C. Examination of differential ratings of perceived exertion (dRPE) during bio-banded small-sided games. **PLOS ONE**, v. 17, n. 7, e0270259, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270259>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BRADLEY, B.; JOHNSON, D.; HILL, M.; McGEE, D.; KANA-AH, A.; SHARPIN, C.; SHARP, P.; KELLY, A.; CUMMING, S. P.; MALINA, R. M. Bio-banding in academy football: player's perceptions of a maturity matched tournament. **Annals of Human Biology**, v. 46, n. 5, p. 400-408, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1640284>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- CRESWELL, J. W. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 3. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2009. Disponível em: https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf. Acesso em 02 dez. 2025.
- CUMMING, S. P.; LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. **Strength and Conditioning Journal**, v. 39, n. 2, p. 34-47, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- CUMMING, S. P.; BROWN, D. J.; MITCHELL, S.; BUNCE, J.; HUNT, D.; HEDGES, C.; CRANE, G.; GROSS, A.; SCOTT, S.; FRANKLIN, E.; BREAKSPEAR, D.; DENNISON, L.;

- WHITE, P.; CAIN, A.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 7, p. 757-765, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340656>. Acesso em: 02. dez. 2025
- DE LA RUBIA, A.; LORENZO-CALVO, J.; ROJAS-VALVERDE, D.; MON-LÓPEZ, D.; RADNOR, J.; KELLY, A. L. Bio-banding in handball: academy players' perceptions based on maturity status and gender. **International Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 12, p. 871–881, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-2145-6454>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- DE LA RUBIA, A.; GARCÍA-SÁNCHEZ, C.; MARQUINA, M.; MARTÍN-CASTELLANOS, A.; LINO-SAMANIEGO, Á.; TANNION, K. Exploring the role of sex and maturation in a bio-banding competition: insights into pre-competition anxiety in youth handball. **Science & Sports**, v. 40, n. 7, p. 513-524, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2025.02.012>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; HERRERO-MOLLEDA, A.; ÁLVAREZ-DACAL, F.; HERNANDEZ-DAVÓ, J. L.; GRANACHER, U. The impact of sex and biological maturation on physical fitness in adolescent badminton players. **Sports**, v. 11, n. 10, 191, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports11100191>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- JOHNSON, D.; BRADLEY, B.; WILLIAMS, S.; WHITESIDE, E.; CUMMING, S. The effect of bio-banding on between-player variance in size and speed in male academy soccer players. **Sport Performance & Science Reports**, 2022. Disponível em: <https://sportperfsci.com/the-effect-of-bio-banding-on-between-player-variance-in-size-and-speed-in-male-academy-soccer-players/>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- JYLHÄVÄ, J.; PEDERSEN, N. L.; HÄGG, S. Biological age predictors. **EBioMedicine**, v. 21, p. 29-36, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.03.046>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- LÜDIN, D.; DONATH, L.; COBLEY, S.; ROMANN, M. Effect of bio-banding on physiological and technical-tactical key performance indicators in youth elite soccer. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 11, p. 1659-1667, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1974100>. Acesso em: 02 dez. 2025
- MACMASTER, C.; PORTAS, M.; PARKIN, G.; CUMMING, S.; WILCOX, C.; TOWLSON, C. The effect of bio-banding on the anthropometric, physical fitness and functional movement characteristics of academy soccer players. **PLOS ONE**, v. 16, n. 11, e0260136, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260136>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MIRWALD, R. L.; BAXTER-JONES, A. D.; BAILEY, D. A.; BEUNEN, G. P. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SALTER, J.; BLACK, J.; MALLETT, J.; BARRETT, S.; TOWLSON, C.; HUGHES, J. D.; DE ST CROIX, M. Does biologically categorised training alter the perceived exertion and neuromuscular movement profile of academy soccer players compared to traditional age-group categorisation?. **European Journal of Sport Science**, v. 23, n. 8, p. 1490-1499, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2117090>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SCHÜTZ, E. D. S.; MACHADO, J. M.; BRESCIANI, M. V. J.; GALVÃO DA COSTA, C.; RUSCHEL, C.; PEREIRA, S. M. Estado de madurez biológica y edad cronológica en jóvenes triatletas: una primera aproximación al bio-banding en triatlón. **Retos**, v. 68, p. 790-802, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v68.109869>. Acesso em: 02 dez. 2025.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TOWLSON, C.; COBLEY, S.; PARKIN, G.; LOVELL, R. When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside?. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 8, p. 1946-1955, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.13198>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; STRINGER, A.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on technical and tactical indicators of talent identification in academy soccer players. **Science & Medicine in Football**, v. 6, n. 3, p. 295-308, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.2013522>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on physical and psychological indicators of talent identification in academy soccer players. **Science & Medicine in Football**, v. 5, n. 4, p. 280-292, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1862419>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; ABT, G.; BARRETT, S.; CUMMING, S.; HUNTER, F.; HAMILTON, A.; LOWTHORPE, A.; GONCALVES, B.; CORSIE, M.; SWINTON, P. The effect of bio-banding on academy soccer player passing networks: Implications of relative pitch size. **PLOS ONE**, v. 16, n. 12, e0260867, 2021c. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260867>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação investigou de forma abrangente o papel da maturação biológica no desempenho infantojuvenil em provas de velocidade no atletismo, articulando evidências teóricas e empíricas por meio de três estudos complementares. A revisão de literatura apresentada no Capítulo 1 permitiu identificar que, embora o BB tenha recebido grande atenção em modalidades coletivas, especialmente no futebol, suas aplicações, benefícios e limitações ainda são pouco explorados em esportes individuais, como o atletismo. Os resultados da revisão mostraram que o BB pode reduzir desigualdades derivadas da maturação, ampliar oportunidades técnico-táticas e favorecer ambientes competitivos mais equitativos. Ao mesmo tempo, evidenciaram lacunas metodológicas e a necessidade de adaptações quando aplicado a modalidades com desempenho medido de forma mais objetiva e dependente de capacidades neuromusculares.

Os estudos empíricos realizados com o gênero masculino e feminino competições modificadas compostas por provas de 50 metros rasos trouxeram contribuições importantes e específicas. Em ambos os sexos, observou-se que escolares apresentaram maiores associações entre marcadores de maturação e desempenho, enquanto entre atletas essas relações foram fracas ou inexistentes, o que sugere que o treinamento sistemático tende a reduzir vantagens maturacionais iniciais. Esses achados reforçam que a maturação influencia o desempenho, mas não determina resultados quando há exposição contínua a práticas de treino estruturadas. Além disso, a ausência de diferenças de desempenho entre escolares mais maturados e maturadas em comparação a atletas menos maturadas ou menos maturados aponta para a importância de fatores técnicos, experienciais e contextuais, que podem compensar parcialmente diferenças biológicas temporárias.

Os três estudos oferecem uma perspectiva abrangente sobre a maturação como variável relevante para interpretação do desempenho juvenil, mas insuficiente para explicar de forma isolada, o rendimento em provas de velocidade em contextos em que haja forte associação entre idade cronológica e dados maturacionais, como no caso desta pesquisa. Essa conclusão fortalece a necessidade de abordagens avaliativas mais amplas, que combinem indicadores biológicos com experiência esportiva, perfil técnico, contexto de prática e características da modalidade.

Do ponto de vista prático, os resultados sugerem que políticas de seleção, categorização competitiva e processos de detecção de talentos no atletismo infantojuvenil não devem se apoiar

exclusivamente em marcadores maturacionais, mas considerar estratégias complementares, como o BB, desde que adaptadas às especificidades das provas de velocidade.

A dissertação também evidencia uma lacuna persistente na literatura, relacionada à escassez de estudos dedicados exclusivamente ao público feminino, especialmente em modalidades individuais. As análises conduzidas reforçam a urgência de ampliar investigações com meninas e de desenvolver metodologias que respeitem suas trajetórias maturacionais, que são distintas daquelas observadas entre meninos. Futuras pesquisas devem incorporar delineamentos longitudinais, análises multivariadas e comparações entre diferentes provas de velocidade a fim de fortalecer recomendações e auxiliar treinadores, professores e gestores na tomada de decisões sensíveis ao desenvolvimento humano.

Assim, esta dissertação avança o conhecimento sobre maturação e desempenho no atletismo juvenil, fornece evidências aplicáveis à prática pedagógica e competitiva e aponta caminhos promissores para pesquisas futuras, contribuindo para ambientes formativos e esportivos mais justos, completos e sustentados por evidências científicas.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.; WILLIAMS, S.; BRICKLEY, G.; SMEETON, N. J. Effects of bio-banding upon physical and technical performance during soccer competition: a preliminary analysis. **Sports**, v. 7, n. 8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports7080193>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- ALBALADEJO-SAURA, M.; VAQUERO-CRISTÓBAL, R.; GARCÍA-ROCA, J. A.; ESPARZA-ROS, F. Influence of biological maturation status on selected anthropometric and physical fitness variables in adolescent male volleyball players. **PeerJ**, v. 10, e13216, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.13216>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- AREDE, J.; RADNOR, J. M.; GONZALO-SKOK, O.; LEITE, N. Chronological age-based vs. bio-banded friendly football tournament: effects on physical performance and spatial exploration behaviour in 7v7 match play. **Journal of Sports Sciences**, v. 42, n. 24, p. 2292-2300, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2328968>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Growth and maturation in adolescent track and field athletes. **Aspetar Sports Medicine Journal**, v. 13, p. 250-255, 2024a. Disponível em: <https://journal.aspetar.com/en/archive/volume-13-targeted-topic-sports-medicine-in-athletics/growth-and-maturation-in-adolescent-track-and-field-athletes>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAKER, J.; READ, P.; GRAHAM-SMITH, P.; MONACO, M.; VARAMENTI, E.; CARDINALE, M.; JONES, T. W. Physical determinants of sprint and long jump performance in male youth track-and-field athletes with differing maturity statuses. **Pediatric Exercise Science**, v. 37, n. 4, p. 378-389, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2023-0150>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BARRETT, S.; SHORT, K.; LOWTHORPE, A.; SWINTON, P.; MAUGHAN, P.; HAMILTON, A.; HUNTER, F.; TOWLSON, C. Examination of differential ratings of perceived exertion (dRPE) during bio-banded small-sided games. **PLOS ONE**, v. 17, n. 7, e0270259, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270259>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BAXTER-JONES, A. D. G.; BARBOUR-TUCK, E. N.; DALE, D.; SHERAR, L. B.; KNIGHT, C. J.; CUMMING, S. P.; FERGUSON, L. J.; KOWALSKI, K. C.; HUMBERT, M. L. The role of growth and maturation during adolescence on team-selection and short-term sports participation. **Annals of Human Biology**, v. 47, n. 4, p. 316-323, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1707870>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BEZUGLOV, E.; SHOSHORINA, M.; EMANOV, A.; SEMENYUK, N.; SHAGIAKHMETOVA, L.; CHERKASHIN, A.; PIRMAKHANOV, B.; MORGANS, R. The Relative Age Effect in the Best Track and Field Athletes Aged 10 to 15 Years Old. **Sports**, v. 10, n. 7, 101, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports10070101>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- BIRRENTA-AGUIAR, R. A.; AREDE, J.; LEITE, N.; GARCÍA-ANGULO, F. J.; PINO-ORTEGA, J.; ORTEGA-TORO, E. Influence of two different competition models on physical performance in under-13 basketball players: analysis considering maturity timing. **Applied Sciences**, v. 13, n. 22, 12125, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/app132212125>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- BRADLEY, B.; JOHNSON, D.; HILL, M.; MCGEE, D.; KANA-AH, A.; SHARPIN, C.; SHARP, P.; KELLY, A.; CUMMING, S. P.; MALINA, R. M. Bio-banding in academy

football: player's perceptions of a maturity matched tournament. **Annals of Human Biology**, v. 46, n. 5, p. 400-408, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1640284>. Acesso em: 02. dez. 2025.

COBLEY, S.; BAKER, J.; WATTIE, N.; McKENNA, J. Annual age-grouping and athlete development: a meta-analytical review of relative age effects in sport. **Sports Medicine**, v. 39, n. 3, p. 235-256, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2165/00007256-200939030-00005>. Acesso em: 02. dez. 2025.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO (CBAat). **Modelo de Programa de Desenvolvimento do Atleta em Atletismo**. 2022. Disponível em: <https://cbat.org.br/atletismo/265/desenvolvimento>. Acesso em 12 dez. 2025.

CRESWELL, J. W. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 3. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2009. Disponível em: https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf. Acesso em 02 dez. 2025.

CUMMING, S. P.; LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. **Strength and Conditioning Journal**, v. 39, n. 2, p. 34-47, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>. Acesso em: 02 dez. 2025.

CUMMING, S. P.; SEARLE, C.; HEMSLEY, J. K.; HASWELL, F.; EDWARDS, H.; SCOTT, S.; GROSS, A.; RYAN, D.; LEWIS, J.; WHITE, P.; CAIN, A.; MITCHELL, S. B.; MALINA, R. M. Biological maturation, relative age and self-regulation in male professional academy soccer players: a test of the underdog hypothesis. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 39, p. 147-153, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.08.007>. Acesso em: 02. dez. 2025.

CUMMING, S. P.; BROWN, D. J.; MITCHELL, S.; BUNCE, J.; HUNT, D.; HEDGES, C.; CRANE, G.; GROSS, A.; SCOTT, S.; FRANKLIN, E.; BREAKSPEAR, D.; DENNISON, L.; WHITE, P.; CAIN, A.; EISENMANN, J. C.; MALINA, R. M. Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 7, p. 757-765, 2018b. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340656>. Acesso em: 02. dez. 2025

DE LA RUBIA, A.; LORENZO-CALVO, J.; ROJAS-VALVERDE, D.; MON-LÓPEZ, D.; RADNOR, J.; KELLY, A. L. Bio-banding in handball: academy players' perceptions based on maturity status and gender. **International Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 12, p. 871–881, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-2145-6454>. Acesso em: 02. dez. 2025.

DE LA RUBIA, A.; GARCÍA-SÁNCHEZ, C.; MARQUINA, M.; MARTÍN-CASTELLANOS, A.; LINO-SAMANIEGO, Á.; TANNION, K. Exploring the role of sex and maturation in a bio-banding competition: insights into pre-competition anxiety in youth handball. **Science & Sports**, v. 40, n. 7, p. 513-524, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2025.02.012>. Acesso em: 02. dez. 2025.

DE MACEDO, J. F. S.; LAERTE LOPES RIBEIRO, B.; DE MORAIS FERREIRA, A. B.; OLIVEIRA, R. S.; MORTATTI, A. L. Effects of biobanding on training loads and technical performance of young football players. **PLOS ONE**, v. 20, n. 2, e0317432, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317432>. Acesso em: 02 dez. 2025.

- DI CREDICO, A.; GAGGI, G.; GHINASSI, B.; MASCHERINI, G.; PETRI, C.; DI GIMINIANI, R.; DI BALDASSARRE, A.; IZZICUPO, P. The influence of maturity status on anthropometric profile and body composition of youth goalkeepers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, 8247, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17218247>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; HERRERO-MOLLEDA, A.; ÁLVAREZ-DACAL, F.; HERNANDEZ-DAVÓ, J. L.; GRANACHER, U. The impact of sex and biological maturation on physical fitness in adolescent badminton players. **Sports**, v. 11, n. 10, 191, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports11100191>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- FIGUEIREDO, A. J.; GONÇALVES, C. E.; COELHO E SILVA, M. J.; MALINA, R. M. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. **Annals of Human Biology**, v. 36, n. 1, p. 60-73, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014460802570584>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- FIGUEIREDO, P.; SEABRA, A.; BRITO, M.; GALVÃO, M.; BRITO, J. Are soccer and futsal affected by the relative age effect? the Portuguese Football Association case. **Frontiers in Psychology**, v. 12, 679476, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.679476>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- FORD, P. R.; CARLING, C.; GARCES, M.; MARQUES, M.; MIGUEL, C.; FARRANT, A.; STENLING, A.; MORENO, J.; LE GALL, F.; HOLMSTRÖM, S.; SALMELA, J. H.; WILLIAMS, M. The developmental activities of elite soccer players aged under-16 years from Brazil, England, France, Ghana, Mexico, Portugal and Sweden. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 15, p. 1653-1663, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.701762>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- FRANSEN, J.; BUSH, S.; WOODCOCK, S.; NOVAK, A.; DEPREZ, D.; BAXTER-JONES, A. D. G.; VAEYENS, R.; LENOIR, M. Improving the prediction of maturity from anthropometric variables using a maturity ratio. **Pediatric Exercise Science**, v. 30, n. 2, p. 296-307, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1123/pes.2017-0009>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- GIUDICELLI, B. B.; LUZ, L. G. O.; SOGUT, M.; MASSART, A. G.; JÚNIOR, A. C.; FIGUEIREDO, A. J. Bio-banding in judo: the mediation role of anthropometric variables on the maturation effect. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 1, 361, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17010361>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- GONAUS, C.; BIRKLBAUER, J.; LINDINGER, S. J.; STÖGGL, T. L.; MÜLLER, E. Changes over a decade in anthropometry and fitness of elite Austrian youth soccer players. **Frontiers in Physiology**, v. 10, 333, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00333>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- GONAUS, C.; MÜLLER, E.; STÖGGL, T.; BIRKLBAUER, J. Determining the effect of one decade on fitness of elite Austrian youth soccer players using propensity score matching. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 5, 1186199, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1186199>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- HELSEN, W. F.; BAKER, J.; MICHIELS, S.; SCHORER, J.; VAN WINCKEL, J.; WILLIAMS, A. M. The relative age effect in European professional soccer: did ten years of research make any difference? **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 15, p. 1665-1671, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.721929>. Acesso em: 02. dez. 2025.

- JOHNSON, D.; BRADLEY, B.; WILLIAMS, S.; WHITESIDE, E.; CUMMING, S. The effect of bio-banding on between-player variance in size and speed in male academy soccer players. **Sport Performance & Science Reports**, 2022. Disponível em: <https://sportperfsci.com/the-effect-of-bio-banding-on-between-player-variance-in-size-and-speed-in-male-academy-soccer-players/>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- JYLHÄVÄ, J.; PEDERSEN, N. L.; HÄGG, S. Biological age predictors. **EBioMedicine**, v. 21, p. 29-36, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2017.03.046>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- KHAMIS, H. J.; ROCHE, A. F. Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. **Pediatrics**, v. 94, n. 4, p. 504-507, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1542/peds.94.4.504>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- KING, M.; BARRETT, S.; MCLELLAN, R.; COX, J.; BROWN, M.; MACKENZIE, S.; TOWLSON, C. Does team size affect Scottish male academy soccer player technical, locomotor and psychosocial outcomes during age and maturity bio-banded small-sided games? **Journal of Sports Sciences**, p. 1-11, 2025. Advance online publication. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2025.2456408>. Acesso em: 02. dez. 2025.
- KUNG, J.; WHATMAN, C.; MCGUIGAN, M.; HARRISON, C.; BIRD, S. Maturation and Physical Performance in National Level Youth Basketball: Implications for Strength and Conditioning Coaches. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 5, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47206/ijsc.v5i1.389>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- LAHTI, J. A multifactorial and individualized approach to reduce hamstring muscle injuries in professional football players. **Santé publique et épidémiologie**, Université Côte d'Azur, 2021. Disponível em: <https://theses.hal.science/tel-03625705>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- LI, A.; KOCH, Z.; IDEKER, T. Epigenetic aging: biological age prediction and informing a mechanistic theory of aging. **Journal of Internal Medicine**, v. 292, n. 5, p. 733-744, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/joim.13533>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- LINDHOLM, O.; NIKLASSON, E.; LIND, J.; CARDINALE, D. A.; LUNDBERG, T. R. A pilot study on bio-banding in male youth ice hockey: players' perceptions and coaches' selection preferences. **PLOS ONE**, v. 19, n. 8, e0308676, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308676>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- LLOYD, R. S.; OLIVER, J. L.; FAIGENBAUM, A. D.; HOWARD, R.; DE STE CROIX, M. B. A.; WILLIAMS, C. A.; BEST, T. M.; ALVAR, B. A.; MICHELI, L. J.; THOMAS, D. P.; HATFIELD, D. L.; CRONIN, J. B.; MYER, G. D. Long-term athletic development - Part 2: Barriers to success and potential solutions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 5, p. 1451-1464, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1519/01.JSC.0000465424.75389.56>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- LÜDIN, D.; DONATH, L.; COBLEY, S.; ROMANN, M. Effect of bio-banding on physiological and technical-tactical key performance indicators in youth elite soccer. **European Journal of Sport Science**, v. 22, n. 11, p. 1659-1667, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1974100>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MACMASTER, C.; PORTAS, M.; PARKIN, G.; CUMMING, S.; WILCOX, C.; TOWLSON, C. The effect of bio-banding on the anthropometric, physical fitness and functional movement characteristics of academy soccer players. **PLOS ONE**, v. 16, n. 11, e0260136, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260136>. Acesso em: 02 dez. 2025.

- MALINA, R. M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 85, n. 2, p. 157-173, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/02701367.2014.897592>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. Growth, maturation, and physical activity. 2. ed. Champaign, IL: **Human Kinetics**, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5040/9781492596837>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MIRWALD, R. L.; BAXTER-JONES, A. D.; BAILEY, D. A.; BEUNEN, G. P. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MODRIC, T.; JELICIC, M.; SEKULIC, D. Relative training load and match outcome: are professional soccer players actually undertrained during the in-season? **Sports**, v. 9, n. 10, 139, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports9100139>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MOORE, S. A.; McKAY, H. A.; MACDONALD, H.; NETTLEFOLD, L.; BAXTER-JONES, A. D.; CAMERON, N.; BRASHER, P. M. Enhancing a somatic maturity prediction model. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1755-1764, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000588>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MÜLLER, L.; MÜLLER, E.; HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C. Biological maturity status strongly intensifies the relative age effect in alpine ski racing. **PLOS ONE**, v. 11, n. 8, e0160969, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160969>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- MYBURGH, G. K.; CUMMING, S. P.; COELHO E SILVA, M.; COOKE, K.; MALINA, R. M. Growth and maturity status of elite British junior tennis players. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 20, p. 1957-1964, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1149213>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- REEVES, M. J.; ENRIGHT, K. J.; DOWLING, J.; ROBERTS, S. J. Stakeholders' understanding and perceptions of bio-banding in junior-elite football training. **Soccer & Society**, v. 19, n. 8, p. 1166-1182, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/14660970.2018.1432384>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- ROMANN, M.; LÜDIN, D.; BORN, D. P. Bio-banding in junior soccer players: a pilot study. **BMC Research Notes**, v. 13, n. 1, 240, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05083-5>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SALTER, J.; BLACK, J.; MALLETT, J.; BARRETT, S.; TOWLSON, C.; HUGHES, J. D.; DE ST CROIX, M. Does biologically categorised training alter the perceived exertion and neuromuscular movement profile of academy soccer players compared to traditional age-group categorisation?. **European Journal of Sport Science**, v. 23, n. 8, p. 1490-1499, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2117090>. Acesso em: 02 dez. 2025.
- SALTER, J.; FORSDYKE, D.; ARENAS, L.; DAWSON, Z.; KING, M.; MYHILL, N.; ROBINSON, J.; TOWLSON, C.; SPRINGHAM, M.; WALSH, L.; MALLINSON-HOWARD, S.; BARRETT, S. Differences in physical and technical performance characteristics between 11v11 chronological and bio-banded soccer match-play format in youth soccer. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Advance online publication, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2025.09.006>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SCHÜTZ, E. D. S.; MACHADO, J. M.; BRESCIANI, M. V. J.; GALVÃO DA COSTA, C.; RUSCHEL, C.; PEREIRA, S. M. Estado de madurez biológica y edad cronológica en jóvenes triatletas: una primera aproximación al bio-banding en triatlón. **Retos**, v. 68, p. 790-802, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v68.109869>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SAMPAIO, R. C. SABBATINI, R. **Diretrizes para o uso ético e responsável da inteligência artificial generativa: um guia prático para pesquisadores** [livro eletrônico]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação - Intercom, 2024. Disponível em: <https://portcom.intercom.org.br/ebooks/detalheEbook.php?id=57203>. Acesso em 10 ago. 2025.

SEGUEIDA-LORCA, A.; BARRERA, J.; VALENZUELA-CONTRERAS, L.; HERRERA-VALENZUELA, T. Comparing body composition in young footballers categorized by bio-banding. **Apunts Educación Física y Deportes**, n. 149, p. 45-52, 2022. DOI: [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/3\).149.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/3).149.05). Acesso em: 02 dez. 2025.

SHAHIDI, S. H.; ÇETINER, A.; GÜNEŞ, F.; ESFORMES, J. I.; KARAKAŞ, S. Maturation and bio-banding in youth soccer players: insights from Turkish male academy across U-10 to U-15 age. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 4, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.47206/ijsc.v4i1.302>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SHERAR, L.; MIRWALD, R.; BAXTER-JONES, A.; THOMIS, M. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. **The Journal of Pediatrics**, v. 147, n. 4, p. 508-514, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.04.041>. Acesso em: 02 dez. 2025.

SINKOVIC, F.; NOVAK, D.; FORETIC, N.; ZEMKOVÁ, E. The effects of biological age on speed-explosive properties in young tennis players. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 8, n. 2, 48, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfmk8020048>. Acesso em: 02 dez. 2025.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TORRES-UNDA, J.; ZARRAZQUIN, I.; GIL, J.; RUIZ, F.; IRAZUSTA, A.; KORTAJARENA, M.; SECO, J.; IRAZUSTA, J. Anthropometric, physiological and maturational characteristics in selected elite and non-elite male adolescent basketball players. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 2, p. 196-203, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.725133>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; COBLEY, S.; PARKIN, G.; LOVELL, R. When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside?. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 8, p. 1946-1955, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.13198>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; STRINGER, A.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on technical and tactical indicators of talent identification in academy soccer players. *Science & Medicine in Football*, v. 6, n. 3, p. 295-308, 2022a. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.2013522>. Acesso em: 02 dez. 2025.

TOWLSON, C.; MACMASTER, C.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J.; TONER, J.; MACFARLANE, N.; BARRETT, S.; HAMILTON, A.; JACK, R.; HUNTER, F.; MYERS, T.; ABT, G. The effect of bio-banding on physical and psychological indicators of talent identification in academy soccer players. **Science & Medicine in Football**, v. 5, n. 4, p. 280-292, 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1080/24733938.2020.1862419>. Acesso em: 02 dez. 2025.

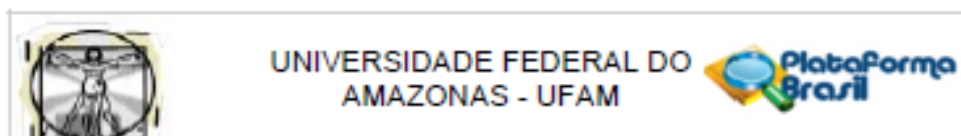
TOWLSON, C.; ABT, G.; BARRETT, S.; CUMMING, S.; HUNTER, F.; HAMILTON, A.; LOWTHORPE, A.; GONCALVES, B.; CORSIE, M.; SWINTON, P. The effect of bio-banding on academy soccer player passing networks: Implications of relative pitch size. **PLOS ONE**, v. 16, n. 12, e0260867, 2021c. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260867>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WALTERS, S. R.; RENSHAW, I.; WHATMAN, C.; ZOELLNER, A.; HARRISON, C.; SPENCER, K.; MILLAR, S.-K.; PITHEY, R. Maturity status, relative age and bio-banding in youth cricket. **New Zealand Journal of Sports Medicine**, v. 48, p. 66-75, 2021. Disponível em: <https://www.sportsmedicine.co.nz/s/NZ-Journal-of-Sports-Medicine-2021-Vol-48-2.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WILLIAMS, A. M.; REILLY, T. Talent identification and development in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 657–667, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1080/02640410050120041>. Acesso em: 02 dez. 2025.

WING, C. E.; TURNER, A. N.; BISHOP, C. J. Importance of strength and power on key performance indicators in elite youth soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 7, p. 2006-2014, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002446>. Acesso em: 02 dez. 2025.

APÊNDICE A – Projeto de Pesquisa aprovado no CEP/UFAM



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo das competições Infanto-juvenis do estado do Amazonas: implicações à pedagogia do esporte

Pesquisador: LUCAS LEONARDO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 68245523.8.0000.5020

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física e Fisioterapia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.064.129

Apresentação do Projeto:

Resumo

Os programas esportivos voltados para crianças e jovens são estruturados de forma a manter uma relação indissociável com a participação em competições. Esse ambiente pode ser compreendido como potencial para a aprendizagem esportiva, desde que o ato de competir seja entendido como o ato de jogar, e uma partida seja vista como um ambiente que, por ser centrado no jogo, possui potencialidade pedagógica para o ensino e treinamento do esporte. Partindo da premissa de que competir também é aprender esportes, a literatura especializada em pedagogia do esporte tem defendido a necessidade de se elaborar adaptações competitivas com o intuito de promover um ambiente competitivo mais adequado às necessidades de crianças e jovens. Considerando esses aspectos, é imperativo estudar a realidade das competições infanto-juvenis no contexto amazônico, uma vez que essas informações ainda não estão organizadas. Além de um diagnóstico local, é necessário apresentar propostas que possam coadunar as preocupações apresentadas pela literatura com a realidade do estado do Amazonas, visando oportunizar avanços acerca da temática. Nesse sentido, o objetivo desta investigação é apresentar um panorama geral sobre como as competições infanto-juvenis são organizadas e estruturadas no Amazonas, bem como buscar informações junto a dirigentes, treinadores e as próprias crianças e jovens envolvidos, de modo a levantar evidências que possam fomentar propostas alinhadas com os atuais debates em pedagogia do esporte sobre o tema competição na infância e juventude.

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrienópolis

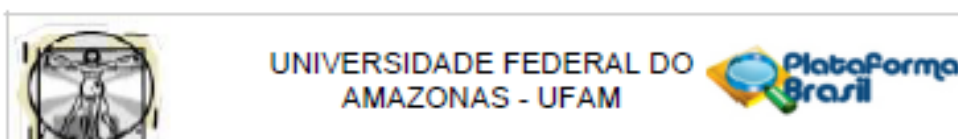
UF: AM

Telefone: (92)3305-1181

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 6.064.129

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_crianças_jovens.pdf	25/02/2023 11:50:15	LUCAS LEONARDO	Aceito
---	--------------------------	------------------------	----------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 17 de Maio de 2023

Assinado por:

Elana Maria Perreira da Fonseca
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Teresina, 4950
Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070
UF: AM Município: MANAUS
Telefone: (92)3305-1181 E-mail: cep.ufam@gmail.com

Página 10 de 10

APÊNDICE B – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS LEGAIS

O(A) seu(sua) filho(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa “**Estudo das competições infanto-juvenis do estado do Amazonas: implicações à pedagogia do esporte**”, cujo pesquisador responsável é o professor Lucas Leonardo, docente da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Manaus. Nós estamos estudando como as competições esportivas oferecidas para crianças e adolescentes do Amazonas são promovidas e temos como objetivo entender quais as relações que estas competições possuem com as oportunidades de aprendizagem esportiva para auxiliar na tentativa de melhoria das condições competitivas ofertadas para o público infanto-juvenil. O(A) seu(sua) filho(a) está sendo convidado por que faz parte de nosso universo estudado que envolve competições ofertadas para crianças entre nove e 14 anos de idade.

O(A) Sr(a). tem de plena liberdade de recusar a participação do seu(sua) filho(a) ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que ele(a) recebe neste serviço. A pesquisa será realizada nos locais de jogos e treinamento em que seu(sua) filho(a) está envolvido(a), bem como na própria Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da UFAM, quando convidado a ali comparecer.

Caso aceite participar a participação do seu(sua) filho(a) consiste em responder a um questionário que será aplicado após a participação de algum jogo ou competição. Também vamos precisar da data de nascimento, que será solicitada mediante apresentação de documento oficial com foto, e das medidas de estatura, estatura sentada e seu peso, que serão medidos em local seguro, sem exposição de seu(sua) filho(a) e cujo processo poderá ser totalmente acompanhado por você. Não serão necessário registro de imagem e som de seu(sua) filho(a).

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os riscos para o seu(sua) filho(a) podem ser: a) ele(a) sentir desconforto para responder ao questionário que vamos lhe apresentar. Caso isso aconteça para uma ou mais questões, seu(sua) filho(a) poderá optar por não a(s) responder sem nenhum prejuízo; 2) sentir desconforto em ter suas medidas físicas coletadas. Da mesma forma, se isso ocorrer ele(a) poderá recusar-se a participar desta etapa sem nenhum problema e, como já descrito, você poderá acompanhar estes procedimentos.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: ajudar no desenvolvimento de ambientes competitivos seguros e que respeitem a criança e o adolescente.

Se julgar necessário, o(a) Sr(a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre a participação do seu filho(a), consultando, caso queira, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida.

Garantimos ao seu(sua) filho(a), e seu acompanhante quando necessário, o ressarcimento das despesas devido sua participação na pesquisa, ainda que não previstas inicialmente. Tal ressarcimento será por via financeira ou alimentação caso estes gastos tenham direta relação com a disponibilidade solicitada de seu(sua) filho(a) e acompanhante para esta pesquisa.

Também estão assegurados ao(à) Sr(a) o direito a pedir indenizações e cobertura material para reparação a dano, causado pela pesquisa ao participante da pesquisa, seu filho(a).

Asseguramos ao seu(sua) filho(a) o direito de assistência integral gratuita devido a danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes da participação no estudo, pelo tempo que for necessário.

Garantimos ao(à) Sr(a) a manutenção do sigilo e da privacidade da participação do seu filho(a) e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O(A) Sr(a). pode entrar em contato com o pesquisador responsável, Lucas Leonardo, a qualquer tempo para informação adicional no endereço da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da UFAM, que fica na Avenida Rodrigo Otávio, 6200, no Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Coroado, CEP 69067-005, no telefone (92) 3305-4091 ou e-mail lucasleonardo@ufam.edu.br.

O(A) Sr(a). também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo(a) Sr(a)., e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

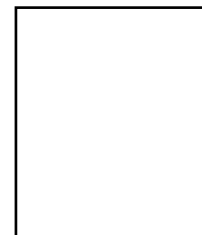
Declaro que concordo que meu(minha) filho(a)

(nome completo do menor de 18
anos) participe desta pesquisa.

Manaus , ____ / ____ / ____

Assinatura do Responsável Legal

Assinatura do Pesquisador Responsável



IMPRESSÃO
DACTILOSCÓPICA

APÊNDICE C – TALE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 18 ANOS

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “**Estudo das competições infanto-juvenis do estado do Amazonas: implicações à pedagogia do esporte**”, cujo pesquisador responsável é o professor Lucas Leonardo, docente da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal do Amazonas. Nós estamos estudando como as competições esportivas oferecidas para crianças e adolescentes do Amazonas são promovidas e temos como objetivo entender quais as relações que estas competições possuem com as oportunidades de aprendizagem esportiva para auxiliar na tentativa de melhoria das condições competitivas ofertadas para você e seus(suas) colegas. Você está sendo convidado(a) por que faz parte de nosso universo estudado que envolve competições ofertadas para crianças entre nove e 14 anos de idade.

Sua participação está condicionada também à autorização de seus pais ou responsáveis, por isso, você levará para sua casa uma versão deste termo que está destinada a seus pais e/ou responsáveis realizarem a leitura e assinarem em caso de aceite de sua participação na pesquisa. Você e sua família poderão recusar que você participe ou retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para a forma como você será tratado(a). A pesquisa será realizada nos locais em que você joga e compete, bem como na própria Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da UFAM, quando você for convidado a(a) ali comparecer.

Caso seus pais e/ou responsáveis autorizem e você aceite participar, você responderá a um questionário que será aplicada após a participação de algum jogo ou competição. Também vamos precisar da sua data de nascimento, que será solicitada mediante apresentação de documento oficial com foto, e das suas medidas de estatura, estatura sentada e seu peso, que serão medidos em local seguro e cujo processo poderá ser totalmente acompanhado por seus pai, mãe e/ou responsável. Não será necessário tirar fotos, realizar filmagens ou gravar sua voz.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os riscos que você poderá são a) sentir desconforto para responder ao questionário que vamos lhe apresentar. Caso isso aconteça para uma ou mais questões, você não precisará responder, fique tranquilo(a); 2) sentir desconforto em ter suas medidas físicas coletadas. Da mesma forma, se isso ocorrer você poderá não participar desta etapa sem nenhum problema e, como já descrito, você poderá pedir para que seu pai, mãe ou responsável acompanhe você.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: ajudar no desenvolvimento de ambientes competitivos seguros e que respeitem você.

Podemos esperar que pense se quer ou não participar. E sugerimos que você consulte seus familiares e/ou responsáveis que possam ajudar a tomar esta decisão de forma livre e consciente.-

Caso seja necessário, garantimos a você a seu acompanhante o ressarcimento das despesas devido sua participação na pesquisa, ainda que não previstas inicialmente com ajuda financeira ou alimentação caso estes gastos tenham direta relação nosso pedido para que participe da pesquisa.

Se você participou de uma pesquisa e algo deu errado, você ou seus pais têm direito a receber dinheiro ou ajuda para consertar ou tratar o que foi afetado. Isso é importante para garantir que os pesquisadores levem a segurança dos participantes da pesquisa a sério. Se você tiver dúvidas, pode perguntar a um adulto de confiança ou profissional capacitado.

Além disso, sua participação no estudo e seus dados serão mantidos em segredo e protegidos durante todas as fases da pesquisa e mesmo depois que ela terminar. É muito importante para nós garantir que você esteja seguro e protegido. Você ou seus pais e/ou responsáveis podem entrar em contato com o pesquisador responsável, Lucas Leonardo, a qualquer tempo para informação adicional no endereço da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da UFAM, que fica na Avenida Rodrigo Otávio, 6200, no Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Coroado, CEP 69067-005, no telefone (92) 3305-4091 ou e-mail lucasleonardo@ufam.edu.br.

Você ou seus pais e/ou responsáveis também podem entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 - Adrianópolis - Manaus - AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os

interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento importante chamado TALE será feito em duas cópias. Em cada uma delas, todas as páginas, exceto a última que você vai assinar, você e o pesquisador responsável vão marcar com as suas iniciais na parte indicada. Ao final, ambas as cópias serão assinadas por você e pelo pesquisador responsável. Cada um ficará com uma cópia.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____ (nome completo do menor de 18 anos), declaro que concordo em participar desta pesquisa.

Manaus, ____ de _____ de ____.

Assinatura do menor de 18 anos

Assinatura do Pesquisador Responsável



IMPRESSÃO
DACTILOSCÓPICA

APÊNDICE D – Lista de logs dos prompts – IA generativa

- Proposta inicial de procedimentos analíticos a partir dos objetivos da pesquisa:
 - <https://chatgpt.com/share/692ef653-5b68-8000-8c41-1558569592d6>
- Usar regressão linear?
 - <https://chatgpt.com/share/692ef2b9-ef30-8000-bd9d-1a34d81ebc85>
- Calcular de Z-Score
 - <https://chatgpt.com/share/691769fc-ff34-8000-97c7-bff7ed31e5dd>