

**Universidade Federal do Maranhão
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Programa
de Pós-Graduação em Educação Física Mestrado
Acadêmico**

**FREQUÊNCIA DO POLIMORFISMO DO ACTN3
ASSOCIADA AO SALTO VERTICAL EM ATLETAS DA
SUPERLIGA FEMININA DE VOLEIBOL**

ANDRÉ FERNANDES DOS SANTOS

São Luís

2018

ANDRÉ FERNANDES DOS SANTOS

**FREQUÊNCIA DO POLIMORFISMO DO ACTN3
ASSOCIADA AO SALTO VERTICAL EM ATLETAS DA
SUPERLIGA FEMININA DE VOLEIBOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do Movimento Humano.

Linha de Pesquisa: Atividade Física relacionada a Saúde.

Orientador: Dr. Mario Norberto Sevilio de Oliveira Junior

Co-orientador: Dr. Christiano Eduardo Veneroso

São Luís
2018

ANDRÉ FERNANDES DOS SANTOS

**FREQUÊNCIA DO POLIMORFISMO DO ACTN3
ASSOCIADA AO SALTO VERTICAL EM ATLETAS DA
SUPERLIGA FEMININA DE VOLEIBOL**

Defesa apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do Título de Mestre em
Educação Física

Orientador Prof. Dr. Mario Norberto Sevilio de Oliveira Junior
Universidade Federal do Maranhão

Co-orientador: Prof. Dr. Christiano Eduardo Veneroso
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a. Suelen Rocha Botão Ferreira(examinadora externa)
Faculdade Pitágoras - São Luís

Prof. Dr. Christian Emmanuel Torres Cabido
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Janaina de Oliveira Brito Monzani
Universidade Federal do Maranhão

São Luís
2018

Em memória ao meu saudoso e amado pai, Pedro Fernandes dos Santos a quem devo os primeiros passos na vida dedicada ao esporte, homem que me educou com exemplo de humildade e honestidade. A minha querida mãe, Zélia Ferreira dos Santos, pelo amor e carinho com que educou a mim e a minha irmã Adriana Fernandes. À minha amada esposa, Luciany Barbosa da Silva Fernandes, pelo amor, companheirismo, paciência, incentivo e incansável doação na construção da nossa família. E por fim, a minha filha Maria Eduarda da Silva Fernandes, que é o sentido das nossas vidas, motivo de todo empenho e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Mário Norberto Sevilio de Oliveira Jr, pela oportunidade de tão honrosa parceria, e pela imensa contribuição na minha formação acadêmica, profissional e pessoal. Meu primeiro incentivador nos caminhos da ciência.

Ao professor Dr. Christiano Eduardo Veneroso, pela dedicação ao programa de mestrado em educação Física e pelos aconselhamentos dados no sentido de contribuir na concretização dos nossos sonhos.

Aos patrocinadores: Grupo Mateus, FAPEMA e CAPES

Ao professor Dr. Francisco Navarro, sua contribuição foi fundamental para entendermos a dinâmica e os macetes da sala de aula, tenho certeza que estarei fundamentado na ciência para as minhas práticas.

Ao professor Emerson Silami Garcia, nosso mentor a quem temos como grande exemplo de vida dedicado a ciência, pelo legado de profissionalismo e doação deixados no estado do maranhão através do grupo GENES e no PPGEF.

Agradecimento ao professor Dr. Christian Emmanuel Torres Cabido, pelos ensinamentos durante as disciplinas, buscando sempre a melhor estratégia para tirar o melhor de nós.

Professor Dr. Rodrigo Gonçalves Dias, pesquisador de referência em genética esportiva no Brasil. Obrigado pelo exemplo de vida, pela disponibilidade que nos recebe em sua mesa, sempre de maneira muito acolhedora nos dando atenção doando conhecimentos.

Agradecimentos a professora Dr^a Flavia Vidal e as suas alunas de iniciação científica Jéssica Maran e Ana Paula, pela grande parceria que possibilita ampliar o nosso campo de pesquisa.

Agradecimento pela parceria de todas as aulas e todas as horas a todos os meus colegas da primeira turma do Mestrado em Educação Física. Raphael Furtado, Leandro Moraes, Paulo Victor, Franklin Raniele, Hamilton Ferro, Levy Resende, Fernanda Moraes, Poliana e Laissa Costa.

A todos os colegas do grupo de pesquisa GENES, pela troca de conhecimento em nossas reuniões semanais, pelo empenho em fazer o melhor possível frente ao nervosismo das apresentações de artigos e indagações de colegas e professores, importantíssimo para nosso amadurecimento.

Agradeço ao meu compadre, mestre e companheiro de profissão, professor José Alves Siqueira Neto, a quem devo minha formação profissional no voleibol, onde pude aprender sob seu comando que o trabalho árduo é o único caminho para as pequenas e grandes conquistas. Sempre solícito a orientar e ensinar.

Ao mestre do voleibol brasileiro professor Josenildo José da Rocha Carvalho, a quem tenho muito mais do que admiração, muito obrigado pelo incentivo e apoio na minha vida profissional e acadêmica. Suas lições, sempre foram além do conhecimento técnico, por foram dadas com o brilhantismo de quem enxerga o homem na sua totalidade.

Agradecer aos clubes: Nestlé, SESI-SP, São Caetano, Pinheiros e Renata Valinhos, por permitirem a realização da pesquisa e desta forma contribuírem com o avanço científico nos esportes.

Ao Sr. Luizomar de Moura, técnico e dirigente da equipe Nestlé e as suas atletas e comissão técnica, pela atenção dada e gentileza prestada durante as coletas em dia de treinamento, estando a equipe nas disputas decisivas

Ao Sr. José Lino em nome da equipe do SESI-SP, ao Sr. André nascimento técnico da equipe Renta Valinho, ao Sr. Paulo de Tarso técnico da equipe Esporte Clube Pinheiros e finalmente ao Professor Airton José da equipe do São Caetano. A todos pela generosa doação de tempo durante as coletas tornando-se possível a realização desta pesquisa

RESUMO

Objetivo: verificar a frequência do polimorfismo do gene ACTN3 que apresentam dois alelos, R funcional e X não funcional. Bem como a relação dos genótipos com a performance de salto vertical em atletas da superliga feminina de voleibol. **Materiais e Métodos:** Fizeram parte do estudo 144 voluntárias, divididas em 2 grupos: Grupo Controle com 62 mulheres sedentárias e Grupo Experimental com 82 atletas da superliga feminina de voleibol. O material genético foi coletado através de amostras salivares para extração do DNA e analisadas através da reação em cadeia da polimerase (PCR) em tempo real. Quanto ao salto vertical, foram realizados testes de potência para membros inferiores através do salto agachado (SA) e salto com contra movimento (SCM) em tapete de contato *jump system pro*. **Resultados:** O grupo controle apresentou idade de $21 \pm 4,5$ anos, massa corporal de $57,19 \pm 9,90$ Kg e estatura de $1,60 \pm 0,05$ m. Já a frequência dos genótipos foi de 39,4% com genótipo RR, 45,95% com genótipo RX e 14,8% com genótipo XX. No mesmo grupo, as médias e desvio padrão do SA foram as seguintes: RR $19,3 \pm 4,6$ cm, RX $18,5 \pm 3,7$ cm e XX $17,5 \pm 2,1$ cm. Já no SCM foram: RR $21,1 \pm 5,6$ cm, RX $20,9 \pm 3,4$ cm e XX $19,6 \pm 3,1$ cm. Não foi encontrada diferença significativa entre os genótipos para os SA e o SCM. O grupo experimental apresentou idade de $26 \pm 4,8$ anos, massa corporal de $74,2 \pm 8,17$ Kg e estatura de $1,81 \pm 0,07$ m. Foi encontrada a frequência de 44% com genótipos RR, 51,2% com genótipos RX e 4,8% com genótipos XX. Na avaliação do SA foram encontradas as seguintes medianas e desvio padrão: genótipo RR $30 \pm 7,2$ cm, genótipo RX $31,2 \pm 6,3$ cm e genótipo XX $28,3 \pm 3,7$ cm. Para o SCM, encontramos: genótipos RR $35 \pm 8,05$ cm, RX $35,9 \pm 7,8$ cm e XX $31 \pm 5,4$ cm. A estimativa da frequência para o genótipo XX na população mundial é 20%, para o mesmo genótipo verificado no controle o percentual foi de 14,8%, o que estaria próximo da média mundial. Porém, no grupo Experimental a incidência do genótipo XX é quase três vezes menor (4,8%) do que a média da população mundial. Porém, na análise do salto vertical realizada entre as atletas não foi encontrada diferença significativa no SA e no SCM entre os genótipos RR, RX e XX. Portanto conclui-se que genótipos RR e RX são mais frequentes entre atletas da superliga feminina de voleibol e que o polimorfismo do ACTN3 não influencia na altura do salto vertical em atletas da superliga feminina de voleibol.

Palavras Chave: Polimorfismo do ACTN3, voleibol e salto vertical

ABSTRACT

Objective: to verify the frequency of the polymorphism of the ACTN3 gene which presents two alleles, R functional and X nonfunctional. As well as the relation of the genotypes with the vertical jump performance in athletes of the woman's volleyball super league. **Materials and methods:** were part of the study 144 volunteers, divided in two groups: Control Group with 62 sedentary women and Experimental group with 82 athletes of the women's volleyball super league. The genetic material was collect through salivary samples for DNA extraction and analyzed through the polymerase chain reaction (PCR) in real time. As for the vertical jump were realized power tests for lower limbs through the crouching jump (SA) and jumping with movement (SCM) in contact mat jump system pro. **Results:** the control group presented age of $21 \pm 4,5$ years, body mass of $57,19 \pm 9,90$ kg and stature of $1,60 \pm 0,05$ m. The frequency of the genotypes was of 39,4% with RR genotype, 45,95% with RX genotype and 14,8% with XX genotype. At the same group, the averages and standard deviation of the SA were the following ones: RR $19,3 \pm 4,6$ cm, RX $18,5 \pm 3,7$ cm and XX $17,5 \pm 2,1$ cm. At the SCM were: RR $21,1 \pm 5,6$ cm, RX $20,9 \pm 3,4$ cm and XX $19,6 \pm 3,1$ cm. No significant difference was found between the genotypes to the SA and the SCM. The experimental group presented ages of $26 \pm 4,8$ years, body mass of $74,2 \pm 8,17$ kg and stature of $1,81 \pm 0,07$ m. Was found the frequency of 44% with RR genotypes, 51,2% with RX genotypes and 4,8% with XX genotypes. In the evaluation of the SA were found the following median and standard deviation: RR genotype $30 \pm 7,2$ cm, RX genotype $31,2 \pm 6,3$ cm and XX genotype $28,3 \pm 3,7$ cm. To the SCM, we found: RR genotypes $35 \pm 8,05$ cm, RX $35,9 \pm 7,8$ cm and XX $31 \pm 5,4$ cm. The estimation of the frequency for the XX genotype in the world population is 20%, for the same verified genotype at the control the percentage was of 14,8%, which would be near of the world average. However, in the analysis of the vertical jump realized between the athletes wasn't found significant difference in the SA and in the SCM between the RR, RX and XX genotypes. Therefore, it is concluded that RR and RX genotypes are more frequently found between athletes of the women's volleyball super league and that the polymorphism of the ACTN-3 does not influence on the height of the vertical jump in athletes of the women's volleyball super league.

Key words: Polymorphism of the ACTN3, volleyball and vertical jump.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Soldados norte-americanos na 2ª Guerra Mundial	21
Figura 2.	Quadra de voleibol, passe com 5 jogadores.....	22
Figura 3.	Quadra de voleibol, passe com 3 jogadores.....	22
Figura 4.	Saque	24
Figura 5.	Fundamento recepção.....	25
Figura 6.	Levantamento	26
Figura 7.	Ataque.....	26
Figura 8.	Bloqueio	27
Figura 9.	Defesa.....	28
Figura 10.	Dados de alcance de ataque e impulsão.....	32
Figura 11.	Ancoramento da α -actinina nas miofibrilas	34
Figura 12.	Número amostral, (%) dos Genótipos e Frequências (%) dos alelos R e X em controles e atletas de Sprint e Endurance	36
Figura 13.	Distribuição dos participantes do estudo e controle por diferentes variantes do genótipo ACTN3 e diferentes esportes	37
Figura 14.	Sequência dos movimentos do salto agachado	43
Figura 15.	Sequência dos movimentos do salto com contramovimento.....	44

Figura 16. Coleta de material genético.....	45
--	-----------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Caracterização da amostra.....	48
Tabela 2.	Valor de p do Teste de Normalidade das variáveis numéricas....	49
Tabela 3.	Comparação do SA e SCM no GE.....	49
Tabela 4.	Comparação do SA e SCM no GC.....	50
Tabela 5.	Comparação do SA (GC vs GE)	50
Tabela 6.	Comparação do SCM (GC vs GE)	51
Tabela 7.	Associação dos genótipos com atletas de voleibol.....	51

LISTA DE SIGLAS

ACM - Associação Cristã de Moços

CAE - Ciclo Alongamento Encurtamento

CBV - Confederação Brasileira de Voleibol

EPE - Energia Potencial Elástica

FIVB - Federação Internacional de Voleibol

GC- Grupo Controle

GE- Grupo Experimental

MHC-IIx- Cadeia Pesada de Miosina tipo IIx

PCR - Reação em Cadeia da Polimerase

SA - Salto Agachado

SCM- Salto com Contra Movimento

SP- Salto de Pico

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	JUSTIFICATIVA	20
3.	REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1	História do voleibol, evolução e <i>performance</i>	21
3.2	Fundamentos Técnicos e Táticos do Voleibol	25
3.3	Características físicas inerentes ao voleibol.....	31
3.4	Polimorfismo do ACTN3 e a frequência nos esportes.....	34
4	OBJETIVOS	41
4.1	Objetivo Geral.....	41
4.2	Objetivos Específicos	41
5.	HIPÓTESES	42
5.1	Hipótese alternativa	42
5.2	Hipótese Nula	42
6.	MATERIAIS E MÉTODOS	43
6.1	Tipo de estudo.....	43
6.2	Aspectos Éticos	43
6.3	Financiamento	43
6.4	Tamanho amostral.....	44
6.5	Amostra.....	44
6.6	Crítérios de Inclusão	44

6.7	Crêterios de Exclusão	45
6.8	Riscos e Benefícios	45
6.9	Experimento	45
6.9.1	Composição Corporal	45
6.9.2	Antropometria	46
6.9.3	Análise do Salto	46
6.9.4	Genotipagem das Atletas	48
6.9.4.1	Extração de DNA.....	48
6.9.4.2	Genotipagem PCR em tempo real.....	48
6.9.5	Análise Estatística	49
7.	RESULTADOS	51
8.	DISCUSSÃO	55
9.	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	60
	Apêndice	69
	ANEXO	72

1. INTRODUÇÃO

O voleibol surgiu no ano de 1895 na ACM, pelo então professor de Educação Física Willian George Morgan, seu objetivo era atender a uma prática esportiva com menor contato físico (WESTPHAL, 1990). O voleibol é um esporte disputado por duas equipes em uma quadra dividida por uma rede. O objetivo do jogo é enviar a bola passando por cima da rede para a quadra adversária, com o intuito de fazer a bola tocar na parte do solo que esteja compreendido dentro da quadra do oponente, ao passo que sua equipe deve impedir o adversário ao mesmo intento (FIVB, 2016). No Brasil esse esporte foi praticado pela primeira vez na cidade de Recife-PE, mas existem registros que teria acontecido na cidade de São Paulo (VALPORTO, 2007; MATIAS e GRECO, 2011).

O voleibol é o segundo esporte mais praticado no Brasil acontecendo das mais diversas formas, do lazer ao alto rendimento (JÚNIOR, 2005). No Brasil, a instituição de máxima representatividade é a Confederação Brasileira de Voleibol (CBV), dirigindo as seleções brasileiras e coordenando competições para clubes e seleções estaduais, da categoria de base até a adulto. A CBV dirige a competição de clubes com maior visibilidade do país e uma das mais importantes do mundo, a superliga de voleibol que é disputada nos gêneros masculino e feminino desde de 1994 (CBV, 2018)

Segundo Silva e Galdino (2003) e Yiannis *et al.* (2004), muitas modificações nas regras tiveram por finalidade gerar um melhor equilíbrio entre sistema de ataque e sistema de defesa, proporcionando um melhor espetáculo para quem assiste. Essas modificações incidem diretamente para melhorar o aspecto do jogo, possibilitando uma adequação para que os meios de comunicação pudessem televisionar os jogos, o que seria imprescindível para conquistar patrocinadores.

Apesar das adaptações para o equilíbrio ataque x defesa, o ataque ainda é a ação com maior incidência de pontos para vencer o rally, essa ação reduz a possibilidade em defender devido a velocidade que as bolas alcançam (SILVA e GALDINO, 2003).

Sobre o aspecto ataque, na década de 90 a brilhante equipe feminina de Cuba encantou o mundo pela potência de ataque de suas jogadoras quebrando novamente o paradigma de equilíbrio ataque x defesa. A equipe Cubana detinha os maiores alcances de ataque do mundo, com jogadoras alcançando marcas impressionantes de 3,39m de altura (FIVB, 2014).

Com esse grande potencial de ataque, Mireya Luis, uma das principais jogadoras da equipe cubana e considerada uma das maiores de todos os tempos, comandou a seleção de Cuba na década de 90 conquistando diversos títulos. Entre eles, as medalhas de ouro nas olimpíadas de Barcelona 1992, Sidney 1996 e Atenas 2000 (CARVAJAL, 2009). Com isso, baseado no desempenho da equipe cubana e as modificações na regra, as equipes passaram a treinar com foco específico no desempenho físico para aumentarem a capacidade de salto e força de ataque, trocando os levantamentos altos por bolas mais aceleradas, denominadas “bolas chutadas”

Portanto, o ataque parece ser um fator determinante para os bons resultados de uma equipe. Ainda sobre o ataque, segundo Powers (1996), a capacidade do salto vertical é fundamental para obter sucesso nesse fundamento, onde saltar, está relacionado com uma boa aptidão de potência muscular. A potência muscular é uma resultante da força x velocidade, logo um indivíduo não pode desenvolver potência muscular sem que antes seja relativamente forte (CORMIE, MCGUIGAN e NEWTON, 2011).

Tendo em vista que o voleibol de alto rendimento é demandado por suas especificidades, a detecção de atletas com característica físicas específicas é de grande relevância para os treinadores, sobre tudo para o alto rendimento (CABRAL, 2011). Nesse sentido, cientistas esportivos continuam a explorar diversos aspectos fisiológicos sobre o desempenho, de modo a melhorar a capacidade física do atleta nas suas especificidades através do treinamento adequado (BOMPA, 2012). A fisiologia do exercício e mais recentemente a biologia molecular integram o campo da pesquisa aplicada ao esporte, na perspectiva de auxiliar a detecção de talentos esportivos e melhorar o desempenho físico (MCARDLE, 2016).

Entretanto, o rendimento esportivo não está ligado apenas ao aspecto fisiológico do homem. De acordo com Dias (2011), o que determina o

rendimento excelente em atletas é um conjunto de fatores ambientais e genéticos que interagem. O treinamento físico, como a interação ambiental podem contribuir para melhorar o desempenho de um atleta e este tendo boa aptidão física influenciada pelo fator genético, pode ter boa resposta ao treinamento. A soma desses fatores, geram adaptações fisiológicas e fenotípicas, mas, a proporção dessas adaptações, estão ligadas as interações entre múltiplos genes, isto pode explicar porque atletas respondem de maneira diferente aos mesmos estímulos do treinamento.

Quanto a genética associada ao desempenho esportivo, um exemplo comumente pesquisado é o no gene ACTN3 (WEYERSTRAB *et al.*, 2017). O gene ACTN3, codifica a proteína α -actinina-3 no músculo estriado esquelético, presente exclusivamente nas fibras musculares de contração rápida. Indivíduos com genótipo RR e RX codificam a proteína α -actinina-3, enquanto os com genótipo XX não codificam a referida proteína. Esse gene tem sido estudado e associado ao desempenho atlético nos esportes com características de força e potência muscular (MILLS *et al.*, 2001; EYNON *et al.*, 2013).

Estudos genéticos nos esportes (YANG, 2003, EYNON, 2013; MA FANG, 2013; LEE, 2016 e GINSZT, 2018) investigaram a frequência do gene ACTN3 em atletas de diversas modalidades esportivas. Nos referidos estudos, os autores encontraram associação entre os atletas de genótipo RR e RX com os esportes de força e potência muscular, enquanto os atletas XX estão associados aos esportes de *endurance*.

Entretanto, o estudo de Ruiz *et al.* (2011) ao avaliarem atletas masculino e feminino da seleção espanhola de voleibol, não encontraram diferença na altura do salto SA e do SCM entre os voluntários de genótipos RR, RX e XX. Assim, concluíram que o ACTN3 não influencia no desempenho do salto vertical e nenhum dos genótipos está associado a atleta de elite do voleibol espanhol.

Porém, Orysiak *et al.* (2014) encontrou diferença significativa no salto vertical entre os atletas de elite da Polônia com genótipos RR, RX e XX quando avaliou as seguintes modalidades: vôlei, natação, hóquei no gelo, canoagem. Os atletas com genótipo RR, obtiveram os melhores desempenhos de salto

vertical comparado aos atletas de genótipo XX. No entanto, ao verificar a frequência do ACTN3 nos mesmos atletas distribuídos nos esportes, não houve nenhuma associação dos genótipos RR, RX e XX com os referidos esportes.

Portanto, Ruiz *et al.* (2011) e Orysiak *et al.* (2014) não encontraram associação dos genótipos com os atletas e seus respectivos esportes, não tendo a influência do ACTN3 sobre a distribuição dos atletas por modalidade esportiva. Porém, Orysiak *et al.* (2014), encontrou uma diferença significativa no desempenho de salto vertical entre os atletas de genótipo RR. Os estudos citados, são divergentes quanto a influência do ACTN3 e o desempenho do salto vertical. Assim, maiores investigações são necessárias para verificar a influência do polimorfismo genético nos esportes.

Quanto ao voleibol, poucos estudos (RUIZ *et al.*, 2011; EYNON *et al.*, 2013; ORYSIAK *et al.*, 2014) investigaram o ACTN3 e o desempenho do salto vertical. Nesse sentido, mais estudos precisam ser realizados para se ter mais clareza quanto a influência desse polimorfismo no desempenho esportivo.

2. JUSTIFICATIVA

Dada a importância dos achados na literatura sobre o polimorfismo do ACTN3 é que buscou-se estudar a frequência desse polimorfismo em atletas de elite do voleibol Brasileiro, a medida em que alguns estudos apontam associação dos genótipos RR e RX para esportes de força e potência, qualidades fundamentais para o voleibol jogado em alta *performance*.

Assim, é importante verificar não só a frequência destes genótipos, mas a existência de associação com o desempenho do salto vertical nas jogadoras, permitindo uma análise mais específica. Podendo auxiliar técnicos, preparadores físicos, fisiologistas e pesquisadores na compreensão do desempenho no salto vertical e sua característica quanto ao polimorfismo estudado.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRIA DO VOLEIBOL, EVOLUÇÃO E DESEMPENHO

No ano de 1895 na ACM de *Springfield*, no Estado de *Massachusetts*, nos Estados Unidos, surge uma modalidade esportiva com o objetivo de proporcionar aos idosos uma alternativa de atividade física em ginásio. Durante o inverno a modalidade esportiva mais praticada na época era o basquete e este possuía intenso contato corporal, o que não era tão interessante para os idosos.

Então, atendendo a pedidos do pastor Lawrence Rinder, o Sr. Willian G. Morgan elaborou uma prática com a junção do basquete e do tênis, utilizando a câmara ar da bola de basquete e dividindo a quadra com uma rede de tênis, para que as duas equipes pudessem enviar a bola por cima da rede, e esta tocasse a quadra do adversário para conquistar o ponto, essa disputa de pontos é denominada rali (WESTPHAL, 1990). Assim, as pessoas de meia idade poderiam praticar atividade física com risco mais baixo de lesões.

De acordo com Bizzocchi (2013), desde o seu início em 1895, o voleibol passou por diversas modificações em suas regras. Inicialmente, a quadra media 15,24m de comprimento por 7,62m de largura, e a altura da rede era de 1,98m possibilitando a participação de jogadores de baixa estatura.

Em 1918, a ACM, juntamente com a *National Collegiate Athletic Association* (NCAA), realizou algumas modificações e entre elas as dimensões da área de jogo, aumentando o tamanho da quadra de jogo que passou a medir 18m de comprimento por 9m de largura e a altura da rede foi padronizada para 2,43m. As mulheres tiveram as regulamentações para sua prática em 1924, quando foram publicadas as primeiras regras oficiais para competições femininas, adaptadas pelo Departamento de Moças Atletas dos Estados Unidos (BIZZOCCHI, 2013).

No tocante a propagação e evolução, segundo Baacke (1978) e Westphal (1990), a modalidade passa a ser difundida pelos soldados norte-americanos durante a primeira guerra mundial devido a facilidade para a sua

prática, já que a modalidade se adequava a vários tipos de terreno. O aumento do número de países praticantes fortaleceu a modalidade que em 1947 ganha a sua Federação Internacional de Voleibol (FIVB), que estabelece regras para a modalidade uniformizando sua prática em todo mundo.



Figura 1. Soldados norte-americanos na 2ª Guerra Mundial. Fonte: Shewman (1995).

No ano de 1964, vem a consagração para a modalidade com a primeira participação nos jogos olímpicos, os jogos aconteceram no Japão na cidade de Tóquio, a partir deste período diversos países sobre tudo da Europa tinham ingressos para os jogos esgotados rapidamente, tamanha popularidade que foi se tornado cada vez maior pelo advento dos jogos televisionados (BIZZOCCHI, 2013).

Nos jogos olímpicos seguintes surgiram novas forças, da Europa surgia a Itália, Holanda e Iugoslávia. Da América do Sul, Brasil e Argentina e da América do Norte Estados Unidos (MARQUES JUNIOR, 2012). A seleção masculina norte americana, nas olimpíadas de 84 e 88 marcou a história com a revolucionária maneira de jogar, reduziu o número de jogadores para 2 ou 3 passadores, o que possibilitava mais eficiência e velocidade aos demais atacantes não passadores de acordo com a (MATIAS e GRECO, 2011).

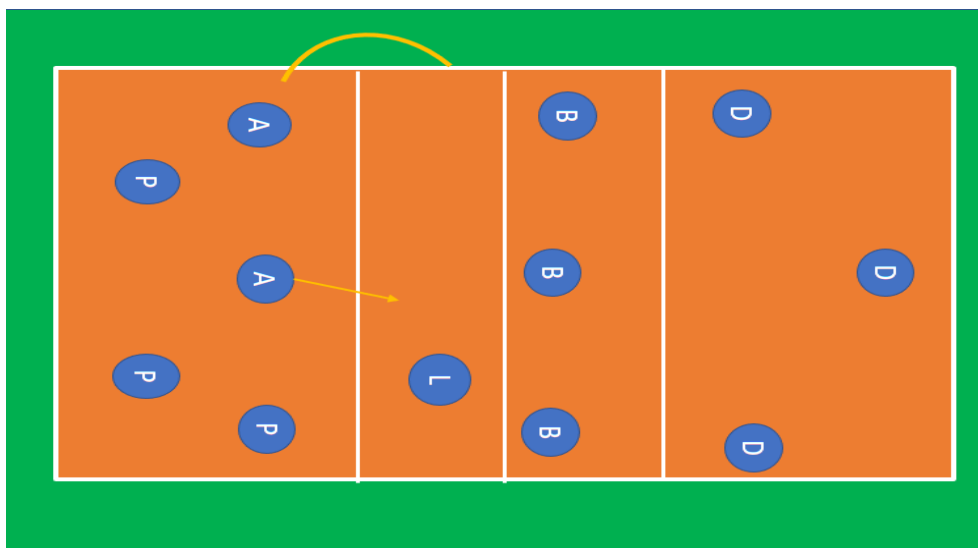


Figura 2: Quadra de vôlei, passe com 5 jogadores. Fonte: Arquivo pessoal

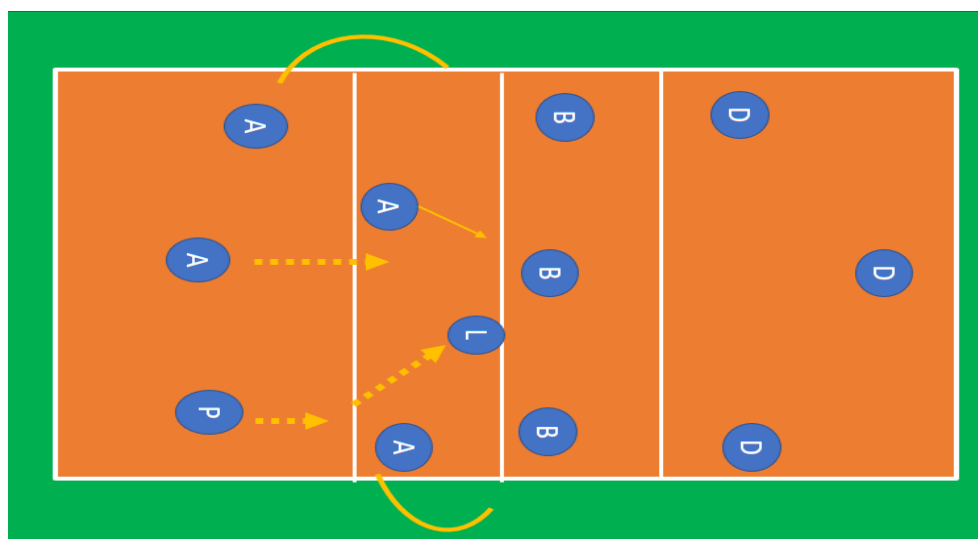


Figura 3: quadra de vôlei, formação do sistema de passe com 3 jogadores. Fonte: Arquivo pessoal.

O sistema de recepção com 4 ou 5 jogadores (Figura 2) inviabilizavam as jogadas com maior velocidade visto que mais jogadores estavam posicionados para a recepção. No modelo atual de recepção as equipes se posicionam (Figura 3) com 3 jogadores e dentre eles um libero, portanto maiores são as possibilidades de ataque que podem acontecer, isto por que haverá a facilitação para alguns jogadores que não participarão da recepção do saque (MATIAS e GRECO, 2011).

Outra modificação importante aconteceu em 1998 – quando começou a ser testado um outro sistema de pontuação, o atual sistema de pontos direto. Anteriormente a essa data os jogos eram disputados em até cinco sets de 15

pontos. Nesse sistema haviam duas possibilidades: a conquista do ponto ou a “vantagem” ao final do rali.

A vantagem aconteceria quando a equipe vencedora do rali não houvesse realizado o saque inicial do mesmo, conquistando apenas o direito ao saque. Já o ponto aconteceria com a conquista do rali tendo a equipe realizado o saque inicial do mesmo. Isso acarretava em jogos com maior duração chegando a quatro horas e meia de partida, o que inviabilizava a transmissão dos jogos para os meios de comunicação, impactando no patrocínio a modalidade (JÚNIOR, 2005)

O sistema atual não difere quanto ao número de sets, mas difere quanto a conquista do ponto, onde para conquistá-lo basta vencer o rali independente quem tenha sacado (JÚNIOR, 2005; MATIAS e GRECO, 2011). Estrategicamente jogar com maior velocidade foi a filosofia adotada para conquistar o ponto, visto que não havia mais a vantagem para ser disputada. Na atualidade os Jogos continuam sendo disputados em 5 sets, mas em cada set são disputados 25 pontos ou quando empatam em 24x24 vence a equipe que conquistar 2 pontos de diferença (26x24, 27x25 e etc.). O jogo será vencido pela equipe que conseguir vencer 3 sets, exemplo: 3x0, 3x1 ou 3x2.

Essa mudança impactou na preparação física das equipes que anteriormente precisariam de bom condicionamento aeróbio (NUNES *et al.*, 2000) por causa da duração das partidas. Na atualidade, as equipes buscam priorizar o aumento da força explosiva para obterem melhores condições de jogo, visto que os fundamentos que pontuam diretamente (saque, ataque e bloqueio) dependem dessa capacidade bem desenvolvida (SHEPPARD, GABBETT e STANGANELLI, 2012). Essa disputa pelo ponto ou o rali, tem duração média de 6 a 10 segundos (ARRUDA e HESPANHOL, 2008). Portanto, o rali se caracteriza por exercícios de curta duração e alta intensidade, no qual a energia para contração muscular é fornecida predominantemente pela via metabólica anaeróbia alática (POWERS e HOWLEY, 2014).

Ante, dadas as características, é fundamental que o atleta tenha boa capacidade de potência muscular, visto que os esforços durante uma partida

constituem em saltar, correr e frear, frequentes mudanças de direções seguidas por 10-15 segundos de descanso (HESPANHOL e ARRUDA, 2008).

3.2 FUNDAMENTOS TÉCNICOS E TÁTICOS DO VOLEIBOL.

Segundo Bojikian (2012), o voleibol, é composto por um conjunto de habilidades específicas que facilitam as ações de atacar e defender, em conformidade com regras da modalidade. Essas habilidades específicas são chamadas de fundamentos: saque por baixo, saque por cima, movimentação, toque de bola por cima, manchete, cortada, bloqueio e defesa.

De acordo com o objetivo situacional, os fundamentos estão divididos entre ofensivos (saque, levantamento e ataque) e defensivos (recepção, bloqueio e defesa). Os fundamentos que culminam em pontos direto são: saque, ataque e bloqueio. Já a recepção, levantamento e defesa são fundamentos que não resultam diretamente em ponto (RIBEIRO, 2008).



Figura 4. Fundamento saque. Fonte: Arquivo pessoal

O saque é definido como o ato de colocar a bola em jogo. Ao executar o saque, o atleta opta por uma das técnicas tais como: saque por baixo, por cima ou tipo tênis, japonês, em suspensão ou viagem (RIBEIRO, 2008). Para efetuar

o saque, deve posicionar-se atrás da linha de fundo de sua quadra e golpear a bola após autorização do árbitro (FIVB, 2016).

A recepção do saque ou passe, é realizado basicamente pelos elementos técnicos toque ou manchete, é o primeiro fundamento do complexo 1 de jogo (BOJIKIAN, 2012).



Figura 5. Fundamento recepção. Fonte: CBV (2016)

Na equipe, duas jogadoras são as principais responsáveis pela recepção. A jogadora líbero, que foi introduzida a partir de 1998 para melhorar o sistema de recepção do saque, bem como o sistema defensivo e a jogadora ponteira, juntando-se a líbero para compor a linha de recepção (MARQUES JUNIOR, 2014).

O toque por cima é realizado na frente do rosto mais a cima da cabeça, normalmente os cotovelos flexionam um pouco acima da linha dos ombros e as mãos estendidas para trás posicionadas de modo que forme um triângulo entre os dedos polegares e indicadores, e é mais utilizado na recepção de bolas altas e com menos potência (BIZZOCCHI, 2008).



Figura 6. Fundamento levantamento. Fonte: FIVB (2012)

A ação do toque por cima ou levantamento é a ação de posicionar a bola favorecendo boa condição para o ataque, normalmente é o segundo contato do time com a bola após o mesmo a receber do adversário (RIBEIRO, 2008).

Na atualidade, as características do levantamento e sobre tudo da levantadora, tem outro significado substancial para o jogo. Não se trata de apenas de concluir o levantamento para um atacante, mas de organizar jogadas com velocidade e possibilitar ataques com a mínima marcação de bloqueadores possíveis, dificultando as ações defensivas da equipe adversária (QUEIROGA, 2005; MATIAS e GRECO, 2009).

O ataque é o fundamento que apresenta maior correlação com sucesso, independente da fase de jogo. Tem o objetivo de fazer a bola tocar na quadra adversária para definir o ponto para sua equipe (BELLENDIER, 2002).



Figura 7. Fundamento ataque. Fonte: FIVB (2013)

A ação que se opõe ao ataque é o bloqueio, portanto quanto maior a condição do alcance de ataque e a sua força, maiores as chances de sucesso em vencer o bloqueio e a defesa (POWER,1996).



Figura 8. Fundamento bloqueio. Fonte: Arquivo pessoal

O bloqueio tem objetivo de interceptar a bola atacada pelo adversário agindo como a primeira linha de defesa (BOJIKIAN, 2012). Para efetivar o bloqueio, a jogadora deve invadir o espaço aéreo do adversário com braços estendidos e mão espalmadas a fim de interceptar o ataque da sua oponente (MARQUES JUNIOR, 2015). Esse é o tipo de bloqueio ofensivo, pois sua ação objetiva o ponto direto (BIZZOCCHI, 2013)



Figura 9. Fundamento defesa. Fonte: FIVB (2015)

A defesa é o ato de impedir que o ataque adversário tenha êxito em colocar a bola na sua quadra. Essa ação motora, está entre as ações que requerem do atleta uma excelente percepção espaço temporal e velocidade de reação para as bolas que mudam de trajetória (MARQUES JUNIOR, 2014).

No voleibol, a equipe é formada por atletas com funções definidas assumindo posicionamentos estratégicos em quadra, ocupando as seguintes funções:

- Levantadoras.
- Atacantes centrais
- Atacantes opostas
- Atacantes ponteiros
- Jogadoras líbero

As levantadoras, dentre as posições do jogo de voleibol, assumem uma função principal para o desenvolvimento estratégico e tático do jogo, portanto é considerada o “cérebro” da equipe (RESENDE, 1995; GRECO, 2010; QUEIROGA *et al.*, 2010). A levantadora, entre todas as jogadoras de uma equipe, é a que tem de processar uma maior quantidade e variedade de

informação, além de tomar as decisões mais críticas e ofensivas (MESQUITA, 2002).

Atacantes centrais, se destacam nas equipes de elite sendo classificadas como as jogadoras de maior estatura com médias em torno de 1,87m, como visto nas seleções nacionais e nas principais ligas de elite (CARVAJAL *et al.*, 2009; CABRAL *et al.*, 2011; CARVAJAL *et al.*, 2012). Dentre suas ações, estão a marcação da bola de primeiro tempo para bloquear a adversária, bloqueio em toda dimensão da rede, e contra-ataques com levantamentos em direções variadas (“bola china”, “bola chutada no meio” e “primeiros tempos positivo e negativo”) todos ataques com alta velocidade afim de prender o bloqueio adversário. Portanto, é uma das jogadoras mais exigidas durante uma partida quanto ao salto vertical (CORDEIRO, 2001; ESPER, 2001).

A especialidade fundamental da jogadora de ponta é a recepção/defesa e o ataque de bolas em diferentes velocidades (MATIAS e GRECO, 2011). Quanto ao ataque, também são chamadas jogadoras de força da equipe, isso ocorre quando o nível de recepção da equipe não é o adequado, assim a opção mais viável para o levantamento são as ponteiras.

A atacante oposta, tem duas funções primordiais dentro da equipe, marcar o ataque da ponteira adversária e o contra-ataque, no contra-ataque torna-se uma opção de finta para as levantadoras. Assim como as centrais, também são jogadoras de elevada estatura (CARVAJAL *et al.*, 2012)

O líbero, foi idealizado para melhorar o sistema estratégico na construção do ataque e contra-ataques a partir da recepção do saque e da defesa, por meio da substituição das jogadoras em quadra, especialmente as centrais (JOÃO *et al.*, 2007; MATIAS *et al.*, 2006). Ao líbero, é proibido de executar o saque, o ataque e o bloqueio. É permitido ao líbero atuar apenas em substituição a um dos jogadores em quadra antes do início do rally (GUILHERME, 2001; MATIAS *et al.*, 2008).

3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS INERENTES AO VOLEIBOL

O voleibol sob o ponto de vista físico, se caracteriza por esforços intensos de curta duração, sendo exigidas várias capacidades físicas, dentre elas a força (NOYES *et al.*, 2011). A força, é capacidade física de superar uma dada resistência externa, por meio dos esforços musculares (ZAKHAROV, 1992). Vários estudos mostraram relações moderadas a fortes entre o desempenho do salto e a força medidas em jogadores de vôlei (POLGAZE, 1992; STANGANELLI, 1998; SHEPPARD, 2009).

No voleibol, a força muscular está presente nas habilidades técnicas específicas e são particularmente importantes para as jogadoras (NOYES, 2011), assim os indivíduos que geneticamente possuam favorecimentos musculares para propagação da força poderão ter melhores aproveitamentos com os treinamentos para aumentar a capacidade de salto (POWERS, 1996).

O salto vertical é uma inerência ao jogo de voleibol, como exemplo podemos citar as ações de saque viagem e do levantamento em suspensão para dar mais velocidade as jogadas. Essas ações, tem o desempenho melhorado com o treinamento da força muscular (GALDI e BANKOFF, 2001; MARQUES JUNIOR, 2017).

A literatura mostra que o sucesso nessa modalidade depende da potência de membros inferiores, observando que juntamente com a estatura, passa a ser fundamental para prática de alto nível, pois os alcances de ataque e de bloqueio tornaram-se fatores determinantes para se obter melhores resultados (BERRIEL, FONTOURA e FOPPA, 2004; SATTLER *et al.*, 2015; MILIĆ *et al.*, 2017). Em geral, muitos esportes apresentam o salto vertical como componente de seus gestos técnicos. Mas, para o voleibol o salto é a parte mais complexa, a exemplo dos ataques após a recepção do saque e realização de saltos consecutivos em bloqueios e contra-ataques (DANTAS, 1988; GHELLER *et al.*, 2014).

Essas ações de saltar, se repetem constantemente durante toda a partida (BERRIEL, FONTOURA e FOPPA, 2004), portanto é preciso que a atleta consiga manter seu rendimento de salto até o final, do primeiro até o último set do jogo (BOSCO, *et al.* 1981; HESPANHOL, 2004). Assim, conseguir

manter a capacidade de força é fundamental para retardar o aparecimento da fadiga, possibilitando a sustentação das ações de saltos verticais no ataque e no bloqueio com altura máxima de alcance durante uma partida (HESPANHOL, 2004).

Com exceção da posição líbero, o salto é uma inerência ao atleta de voleibol que precisa realiza-lo diversas vezes chegando a saltar mais de 500 saltos numa partida. Entre as atacantes, as jogadoras centrais e ponteiros são as que mais efetuam essas ações, são em médias 117 vezes por set e 469 por partida (CORDEIRO, 2001; ESPER, 2001; BERRIEL, FONTOURA e FOPPA, 2004). A maior ação de salto foi notada para o fundamento bloqueio e entre as jogadoras de ataque as centrais, são as mais são exigidas nesse fundamento. A jogadora central, é a principal bloqueadora da equipe por que deslocar-se para as outras posições. Além de bloquear, realiza várias ações, por exemplo: fintas puxando a bolas de 1º tempo tanto no ataque quanto no contra-ataque. Observado que esta é substituída pela libero na zona de defesa e não participa da linha de recepção do saque (ESPER, 2001; COSTA *et al*, 2017).

Em outra posição, as jogadoras ponteiros diferem das centrais e opostas porque tem função de recepcionar o saque adversário, colocando a bola na mão da levantadora e em seguida realizam ataques na extremidade da rede, com a maior velocidade possível (CASTRO, 2012; COSTA *et al*, 2017). Embora, as ponteiros saltem menos, permanecem maior tempo em quadra realizando uma quantidade maior de deslocamentos, tendo que recepcionar o saque e atacar, defender e contra-atacar (COSTA *et al*, 2017).

Nesse sentido, testes são aplicados e estudos realizados para avaliar e compreender o salto vertical nos esportes. Dois tipos de salto são amplamente aplicados: o salto agachado (SA) e salto com contra contramovimento (SCM) (KOMI e BOSCO, 1978). O SA inicia semi-agachado e vigorosamente realiza uma extensão rápida dos joelhos e quadris, saltando verticalmente sobre a superfície do solo, sem que haja movimento descendente antes do impulso. O SA, é realizado com maior participação da capacidade dos grupos musculares esqueléticos de gerar força (GOUBEL, 1997; KOMI e BOSCO, 1978) onde o recrutamento neural e número de fibras ativadas na fase estática para

produção de força, tem maior influência para o desempenho do salto (ROGOL, ROEMMICH e CLARK, 2002).

O SCM, é iniciado em pé e sequencialmente é realizado um movimento para baixo por meio da flexão do quadril, joelhos e tornozelos. Em seguida é realizada uma extensão completa e vigorosa dos tornozelos, joelhos e quadril para saltar verticalmente (KOMI e BOSCO, 1978; LINTHORNE, 2001; GHELLER *et al.*, 2014). No SCM, as fases descendente e ascendente transitam rapidamente, sendo exigida uma alta produção de força, resultando na utilização de um mecanismo conhecido como ciclo alongamento-encurtamento (CAE) ((UGRINOWITSCH e BARBANTI, 1998).

Segundo Farley (1997), o CAE ocorre quando uma ação muscular concêntrica é precedida por uma ação muscular excêntrica. Durante essas ações musculares há a produção de um trabalho negativo, o qual parte de sua energia mecânica é absorvida e armazenada na forma de energia potencial elástica (EPE). Essa energia, acumula no tecido muscular durante a fase excêntrica da ação muscular e que pode vir a ser utilizada na contribuição do encurtamento do músculo durante a fase concêntrica da contração (UGRINOWITSCH e BARBANTI, 1998; VERKHOSHANSKY & SIFF, 2000).

Outros fatores como composição corporal com percentuais adequados de gordura e antropometria das atletas também contribuem para bons resultados no salto vertical (CABRAL *et al.*, 2011), como exemplo de tais características a única equipe tri campeã olímpica consecutiva da história dos jogos, tinham ao seu favor o conjunto desses fatores associados a condições adequadas de treinamento (CARVAJAL, 2012).

Portanto, as cubanas tinham ao seu favor características antropométricas favoráveis e boa composição corporal para o perfil de jogadoras de voleibol (CABRAL *et al.*, 2011), além de possuírem uma incrível capacidade de salto vertical, visto que oito atletas da equipe estavam entre as maiores saltadoras da *World Ligue* (FIVB, 2014) conforme figura 10.

Nº	Nome	Alcance/ Ataque	Alcance s/rede	Alcance s/vareta	FIVB 2014-05- 18
1	Mireya Luis (KÜB) —	339 cm	115 cm	35 cm	
2	Magaly Carvajal (KÜB) –	331 cm	107 cm	27 cm	
3	Regla Torres (KÜB) –	331 cm	107 cm	27 cm	
4	Rosir Calderon (KÜB) —	330 cm	106 cm	26 cm	
5	Yumilka Ruiz (KÜB) -	329 cm	105 cm	25 cm	
6	Zoila Barros (KÜB) –	328 cm	104 cm	24 cm	
7	Regla Bell (KÜB) —	326 cm	102 cm	22 cm	
8	Yaima Ortiz (KÜB) –	326 cm	102 cm	22 cm	

Figura 10. Dados de alcance de ataque e impulsão. Fonte: FIVB (2014)

Diante das características físicas inerentes as jogadoras de voleibol, demandadas por ações motoras com alta exigência de força muscular, verifica-se então, que em alguns estudos (YANG *et al.* 2003; EYNON *et al.*, 2014; ORISIAK *et al.*, 2014) o polimorfismo do ACTN3 parece influenciar o desempenho físico. Possivelmente, porque as características musculares de indivíduos homozigotos e heterozigotos para o alelo R, expressam α -actinina-3, conferindo maior estabilidade ao aparelho contrátil, tendo em vista que a proteína em questão está presente apenas em fibras musculares do tipo II (NORTH *et al.*, 1999; MILLS *et al.*, 2001).

3.4 POLIMORFISMO DO ACTN3 E A FREQUÊNCIA NOS ESPORTES

Conhecer as características físicas e o potencial genético do indivíduo possibilita o direcionamento inicial para a realização de treinamentos específicos, preconizado pelo princípio da individualidade biológica (SILVA, 1988; DANTAS, 2009) que podem proporcionar adaptações aos componentes físicos mais fortes e criar métodos para desenvolver os componentes físicos que são menos assegurados pela constituição genética do indivíduo (CABRAL, 2007).

Através da biologia molecular, avanços significativos foram dados no campo da genética. O desenvolvimento de métodos bem-sucedido nas últimas décadas, tornou-se possível aplicar abordagens moleculares nas análises em larga escala (WATSON, 2015). A técnica de (PCR), da qual é possível o

isolamento do segmento de DNA, sendo um método eficaz para amplificação de segmentos específicos (WATSON, 2015).

O esporte tem utilizado a biologia molecular visando melhorar o rendimento físico dos atletas. Assim, estudos em genética (YANG *et al.*, 2003; EYNON *et al.*, 2013; MA FANG *et al.*, 2013; LEE *et al.*, 2016) estão sendo incorporadas aos esportes na expectativa de contribuírem na detecção de talentos esportivos, verificando a relação entre determinados genes e o desempenho nos esportes.

Atualmente, sabe-se que o gene R577 codifica a proteína α -actinina-3 (ACTN3) é um dos mais estudados relacionados ao desempenho físico em atletas (GARTON *et al.*, 2018). Este gene apresenta uma variação comum, que resulta em dois alelos variantes: um alelo R funcional e um outro X não funcional, onde indivíduos homozigotos para o alelo X expressam uma proteína truncada a α -actinina-3 (COELHO *et al.*, 2015; MAGI *et al.*, 2016; SETO *et al.*, 2013; MASSIDA *et al.*, 2015; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2018). A expressão homozigota do gene R577X ocorre em aproximadamente 20% da população mundial (LEE *et al.*, 2016; HOGARTH *et al.*, 2016; BROOS *et al.*, 2016; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2018), e diversos estudos demonstram uma alta frequência dessa expressão em atletas de elite que desempenham boa capacidade atlética de *endurance* aeróbica (COELHO *et al.*, 2015; COELHO *et al.*, 2016; MAGI *et al.*, 2016; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2018). Enquanto isso, a expressão R do alelo (R577RX e R577RR) se encontra elevada em atletas de elite que realizam bom desempenho atléticos de força, potência e velocidade (COELHO *et al.*, 2015; BROOS, *et al.*, 2016; LEE *et al.*, 2016; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2016), mas não há unanimidade quanto a esses resultados (HOGARTH *et al.*, 2016).

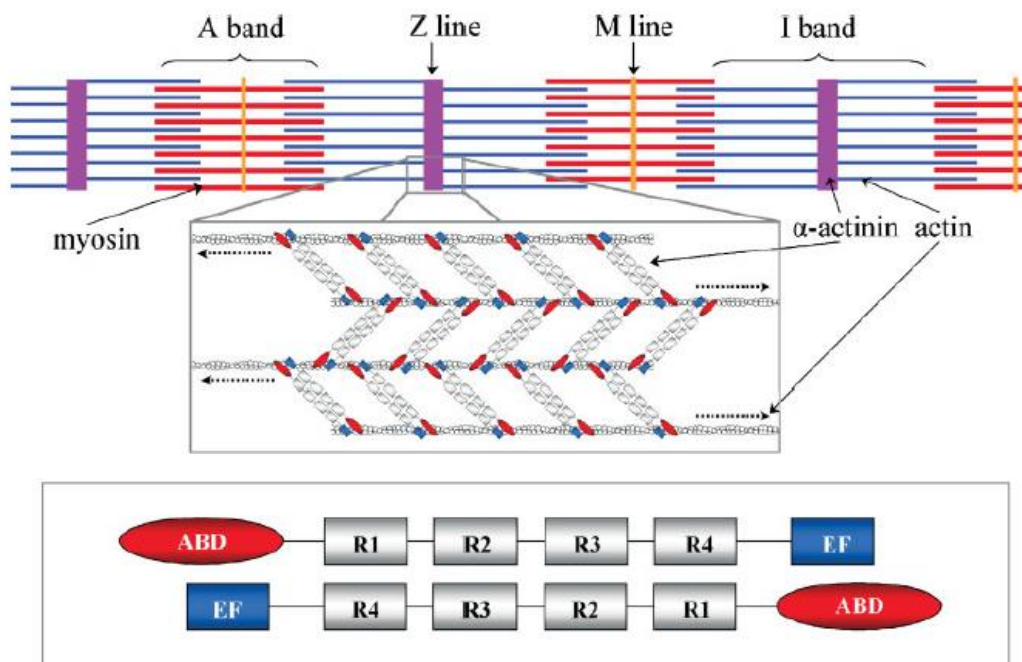


Figura 11. Ancoramento da α -actinina-3 nas miofibrilas. Fonte: MacArthur e North (2003).

Conforme demonstrado na figura 11, a α -actinina-3 está ancorada na linha Z do sarcômero, conferindo estabilidade para a estrutura contrátil (SETO *et al.*, 2015). Porém, algumas pessoas não produzem α -actinina-3 devido a uma mutação, identificada na troca de nucleotídeo C $\rightarrow$ T na posição 1.747 do éxon 16, resultante em um códon de parada (X) substituindo a arginina (R) no aminoácido 577 (NORTH *et al.*, 1999).

Apesar da deficiência na produção de α -actinina-3 essa mutação não acomete doenças (NORTH, 1999), embora altere a função muscular (VINCENT *et al.*, 2007), podendo influenciar no desempenho físico e esportivo (YANG *et al.*, 2003). Estima-se que algo em torno de 20% da população mundial seja de genótipo XX (LEE *et al.*, 2016).

Nesse sentido, Vincent *et al.* (2007) verificou que os indivíduos que expressam α -actinina-3 no caso os de genótipos RR, diferiram significativamente dos XX quanto a força e distribuição do tipo de fibra muscular. Foram avaliados vinte e dois homens de genótipo XX e vinte e dois de genótipo RR, submetidos à biópsia do músculo vasto lateral direito. Também foi avaliada a força dos extensores do joelho, medida isometricamente. Ao final, foi possível verificar que os de genótipo RR

mostraram significativamente maiores torques em comparação com os de genótipo XX. Além disso, a porcentagem do número do tipo de fibra II X, foram maiores em RR que em XX.

Corroborando com o estudo citado anteriormente, Kumagai *et al.*, (2018) observaram recentemente sobre a composição da fibra muscular em mulheres e homens japoneses. Os homens japoneses com os genótipos RR e RX tiveram uma proporção significativamente maior de cadeia pesada de miosina (MHC-IIx) do que os homens com o genótipo ACTN3 XX. Assim os achados indicam que os genótipos o RR e RX tiveram uma maior proporção de MHC-IIx em comparação com indivíduos com Genótipo XX em homens, mas não em mulheres.

A primeira pesquisa com o ACNT3 associado ao desempenho esportivo foi estudada inicialmente por Yang *et al.* (2003), em seu estudo *ACTN3 Genotype Is Associated with Human Elite Athletic Performance*, verificaram evidências da influência genética no desempenho atlético nos esportes de velocidade e resistência. Foram comparados os genótipos e a frequência dos alelos de 107 atletas de *sprint* de elite, no qual 72 eram homens e 35 mulheres.

Para provas de resistência, 194 atletas também foram comparados sendo, 122 homens e 72 mulheres, todos atletas de elite e 436 indivíduos saudáveis não atletas, 134 homens e 292 mulheres, genotipados para o ACTN3.

GROUP (n)	NO. (%) WITH GENOTYPE			ALLELE FREQUENCY (%)	
	RR	RX	XX	R	X
Male:					
Controls (134)	40 (30)	73 (54)	21 (16)	57	43
Sprint (72)	38 (53)	28 (39)	6 (8)	72	28
Endurance (122)	34 (28)	63 (52)	25 (20)	54	46
Female:					
Controls (292)	88 (30)	147 (50)	57 (20)	55	45
Sprint (35)	15 (43)	20 (57)	0 (0)	71	29
Endurance (72)	26 (36)	25 (35)	21 (29)	53	47
Total:					
Controls (436)	130 (30)	226 (52)	80 (18)	56	44
Sprint (107)	53 (50)	48 (45)	6 (6)	72	28
Endurance (194)	60 (31)	88 (45)	46 (24)	54	46

Figura 12. Número amostral, (%) dos Genótipos e Frequências (%) dos alelos R e X em controles e atletas de Sprint e Endurance. Fonte: Yang *et al.* (2003)

Ao observarmos a figura 12, quando são comparadas a frequência dos genótipos em atletas de *sprint* e atletas de resistência, verifica-se que os alelos estão em direções distintas, com os valores diferentes significativamente (Em que R está associado aos atletas de *sprint* e X associados aos atletas de resistência. Quando os atletas masculinos de *sprint* e resistência foi verificado uma frequência de 8% para genótipo XX em atletas velocistas e 20% em atletas de resistência para o mesmo genótipo. Já entre atletas femininas de resistência 29% eram de genótipos XX e 0% para atletas velocistas. a presença do alelo 577R parece beneficiar os atletas velocistas/força devido a presença da α -actinina-3 em fibras da musculatura esquelética de rápida contração (DIAS *et al.*, 2007).

Em face as informações supracitadas na figura 12, parte-se do pressuposto que para os esportes de força e potência, os genótipos RR e RX tendem a ter uma maior frequência do que genótipos XX.

Em um estudo de coorte, Orysiak *et al.* (2014), reuniram atletas de vários esportes tanto com características de potência, quanto de resistência, tanto individuais quanto coletivos. O principal objetivo deste estudo foi examinar a associação entre o polimorfismo ACTN3 e a capacidade de produzir pico de potência em atletas masculinos independente do esporte. Os voluntários foram avaliados através de plataforma de força em três tipos de salto, salto agachado (SA), salto com contra movimento (SCM), Pico de Salto (PS). O estudo foi realizado com 554 jovens poloneses nas seguintes modalidades: voleibol, natação, hóquei no gelo e canoagem. Dos quais, 200 eram atletas e 354 controles não atletas, distribuídos da seguinte forma:

Table 2 – Distribution of study and control participants by different variants of the ACTN3 genotype and different sports [20].

	All	RR	RX	XX	R	X
Canoe	87	30 (34.5)	42 (48.3)	15 (17.2)	102 (58.6)	72 (41.4)
Ice hockey	39	15 (38.5)	19 (48.7)	5 (12.8)	49 (62.8)	29 (37.2)
Swimming	43	21 (48.8)	20 (46.5)	2 (4.7)	62 (72.1)	24 (27.9)
Volleyball	31	14 (45.2)	15 (48.4)	2 (6.4)	43 (69.4)	19 (30.6)
All	200	80 (40.0)	96 (48.0)	24 (12.0)	256 (64.0)	144 (36.0)
Control	354	140 (39.0)	176 (50.0)	38 (11.0)	456 (64.4)	252 (35.6)

Values are number (percentage).

Figura 13 - Distribuição dos participantes do estudo e controle por diferentes variantes do genótipo ACTN3 e diferentes esportes. Fonte: Orysiak *et al.* (2014)

De acordo com a figura 13, não houve diferença significativa entre os grupos quanto a distribuição genotípica por esportes. Já o genótipo RR foi associado com altura de salto e potência em todos os três testes de salto e os atletas com genótipo XX apresentaram os menores valores de potência saída e altura de salto (ORYSIAK *et al.*, 2014).

Eynon *et al.* (2014), investigou um total de 888 atletas (305 atletas de *endurance*, 378 atletas de *sprint / power*, e 205 atletas de equipes esportivas) além de mais 568 controles, dos seguintes países: Polônia, Rússia e Espanha. Das equipes esportivas, 50 jogadores de elite do futebol, dos quais, 11 conquistaram o campeonato europeu e campeonato mundial da modalidade. Dos 119 atletas de *sprint/power* de elite estão inclusos os saltadores (n=13), velocistas de pista e campo (n=40) e jogadores de vôlei (n=66), todos os jogadores de voleibol pertenciam a seleção espanhola.

No estudo anterior, os autores concluem que o ACNT3 não está associado aos atletas de equipes. No entanto, o genótipo RR teve uma frequência mais alta entre os atletas praticante dos esportes com características de força/velocidade e baixa frequência nos esportes de resistência (EYNON *et al.*, 2014).

Já outros estudos envolvendo ACTN3 nos esportes (YANG *et al.*, 2003; EYNON *et al.*, 2014; ORYSIAK *et al.*, 2014; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2016) possuem um ponto em comum, sobre tudo na associação do genótipo RR e RX para os esportes de força/potência, principalmente de modalidades individuais. Porém, quando buscam (EYNON *et al.*, 2014; ORYSIAK *et al.*, 2014;) verificar se há uma associação entre o genótipo RR e RX nas modalidades coletivas, não há uma convergência dos achados, sugerindo que o ACTN3 pode ter maior influência nos esportes individuais que nos esportes coletivos.

Estudos relacionados a genética e desempenho nos esportes de alto rendimento, vem progredindo nas últimas duas décadas, com estudos sugerindo um efeito significativo da genética no desempenho de salto e *sprint*, associando o ACTN3 as modalidades esportivas que envolvem força e potência muscular (YANG *et al.*, 2003; ORYSIAK *et al.*, 2014; PICKERING e KIELY, 2017; KUMAGAI *et al.*, 2018).

Embora alguns estudos apontem a relação do ACTN3 com o desenvolvimento de força e bons resultados no esporte (SCOTT *et al.*, 2009; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2016; JACOB *et al.*, 2018) existem algumas controvérsias. Por exemplo Ruiz *et al.*, (2011) não encontrou associação entre o ACTN3 e ser atleta de voleibol de alto rendimento na Espanha, como citado anteriormente.

Assim, diante das evidências na literatura sobre o ACNT3 no desenvolvimento da força muscular, busca-se por mais resultados no campo do alto rendimento esportivo, sobre tudo com o voleibol brasileiro que é uma referência da modalidade, figurando no topo entre as melhores equipes do mundo nas três últimas décadas.

4. OBJETIVOS

4.1 GERAL

O presente estudo, teve como objetivo verificar a frequência e distribuição do polimorfismo do gene ACTN3 e a relação com desempenho de salto vertical entre mulheres sedentárias e atletas da superliga feminina de voleibol.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a frequência do ACTN3 em atletas de voleibol feminino de alto rendimento e a existência de associação entre as frequências.
- Avaliar o desempenho do SA tanto em mulheres sedentárias quanto em atletas e a existência de associação com os genótipos RR, RX e XX.
- Avaliar o desempenho do SCM tanto em mulheres sedentárias quanto em atletas e a existência de associação com os genótipos RR, RX e XX.

5. HIPÓTESES

5.1 HIPÓTESE NULA

O genótipo XX, não terá diferença na frequência em comparação com a estimativa na população mundial, bem como os genótipo RR e RX não estarão associados aos maiores escores da altura do salto vertical decorrentes da força e potências muscular dos membros inferiores.

5.2 HIPÓTESE ALTERNATIVA

O genótipo XX, terá uma menor frequência no grupo experimental do que a estimativa desse genótipo na população mundial, bem como os genótipo RR e RX estarão associados aos maiores escores da altura do salto vertical decorrentes da força e potências muscular dos membros inferiores

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 TIPO DE ESTUDO

Esse estudo é do tipo descritivo analítico, pois foi capaz de observar e analisar os aspectos que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipular os mesmos (GIL, 2008).

6.2 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal do Maranhão (CEP/UFMA) para atender as determinações contidas na Resolução CSN nº 466/12. Foi emitido parecer nº 2.710.602 aprovando a realização da pesquisa CAAE: 81313517.8.0000.5087.

Os sujeitos da pesquisa foram esclarecidos quanto sua finalidade, riscos e benefícios, sendo posteriormente convidadas a participar. Aquelas que aceitaram em voluntariar-se, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Este procedimento é adotado para garantir que as informações sejam confidenciais, utilizadas apenas com finalidade científica. Com objetivo de informar e da cobertura aos sujeitos participantes dessa pesquisa. Garantir que o pesquisador estará resguardado quanto aos aspectos éticos.

6.3 FINANCIAMENTO

O projeto, teve patrocínio parcial do grupo Mateus através da lei de incentivo ao esporte do Estado do Maranhão, FAPEMA e CAPES. Os equipamentos utilizados para análise foram da Universidade Federal do Maranhão, Faculdade Pitágoras e dos clubes visitados. A análise dos genótipos aconteceu em parceria com o laboratório do banco de tumores do Hospital Universitário da UFMA.

6.4 TAMANHO AMOSTRAL

O cálculo do tamanho amostral foi feito utilizando-se o programa estatístico PASS 11 (2011) e os seguintes parâmetros: População de atletas da Superliga Feminina de Voleibol 2017/18 180, frequência do alelo 577X na população mundial 20% (LEE *et al.* 2016), nível de significância (α) de 5%, erro tolerável de 9%, poder de teste de 80%, assim o N de atletas a serem amostrados foi de no mínimo 85.

6.5 AMOSTRA

A amostra foi composta por 148 mulheres divididas em dois grupos, experimental (GE) e controle (GC). O GE foi constituído por 86 atletas profissionais de voleibol atuantes em clubes que participaram da superliga feminina de voleibol, nas temporadas 2017/2018 e 2018/2019. Do total das voluntárias do GE, três atletas foram excluídas devido a uma falha na realização da análise do material genético, outra voluntária foi excluída durante a análise do SA e SCM devido um movimento incorreto que alterou os resultados, analisados posteriormente por vídeo. Assim, do total de 86 voluntárias do GE, 82 foram classificadas para o estudo. Todos os clubes participantes estão situados nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. O GC foi composto por 62 mulheres sedentárias todas alunas de uma instituição de ensino superior da cidade de São Luís-Maranhão, nesse grupo não houve exclusão de amostras.

6.6 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Ser atleta profissional de voleibol inscrita na competição superliga feminina de voleibol nas temporadas 2017/2018 ou 2018/2019. E que durante essas temporadas, a atleta tenha participado regularmente dos treinamentos

6.7 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Os critérios de exclusão do estudo atenderam aos seguintes itens: a) afastamento dos treinamentos por motivos de lesão; b) atletas que no momento da coleta estivessem indisponíveis por enfermidades diversas, como viroses e etc; c) atletas que não conseguiram realizar o movimento dos saltos escolhidos na metodologia com o mínimo critério de padrão de movimento.

6.8 RISCOS E BENEFÍCIOS

Quanto aos riscos os sujeitos foram submetidos a testes que exigem força máxima, tarefa motora inerente a modalidade, que por consequência, podem levar a lesões na execução dos testes.

Quanto aos benefícios os sujeitos foram identificados geneticamente o que pode vir a auxiliar na prescrição dos treinamentos de forma individualizada, podendo melhorar a desempenho e prevenir lesões.

6.9 EXPERIMENTOS

As voluntárias foram submetidas à avaliação física para a caracterização da amostra, na qual foram mensurados massa corporal, estatura e impulsão vertical.

6.9.1 COMPOSIÇÃO CORPORAL

A massa corporal foi medida em Kg com as voluntárias descalças trajando short e camiseta, utilizou-se uma balança digital (Filizola®) com precisão de 0,02 kg, calibrada previamente. As voluntárias subiram na balança ficando de pé com o tronco ereto e os braços estendidos ao longo do corpo, os pés ligeiramente afastados e o olhar fixo na linha do horizonte até a conferência do peso e posterior anotação. Diante dos dados de composição corporal e antropométricos, foi calculado o índice de massa corporal (IMC)

verificada em Kg/m², usando a fórmula $IMC = (\text{peso}) \div (\text{estatura})^2$ (MUST *et al.*, 1991)

6.9.2 ANTROPOMETRIA

A estatura (m) foi medida utilizando-se um estadiômetro com precisão de 0,5 cm acoplado a uma balança (Filizola®). O procedimento de medir a estatura foi realizado no momento da verificação massa corporal, devido a acoplagem do estadiômetro junto a balança. As voluntárias subiram na balança ficando de pé com o tronco ereto e os braços estendidos ao longo do corpo, a nuca, nádegas e calcanhares permaneceram encostados no estadiômetro até a conferência e posterior anotação.

6.9.3 ANÁLISE DO SALTO

Os testes utilizados para verificação da altura do salto foram: Salto agachado (SA) e salto com contramovimento (SCM) medidos em tapete de contato da marca Cefise, medindo 1m x 0,60m x 8 mm e os dados (altura de salto) foram analisados pelo *software Jump System 1.0* apresentando à altura do salto em centímetros. Para o SA, cada voluntária subiu no tapete preparando-se para saltar colocando as mãos na cintura, com pés ligeiramente afastados lateralmente mantendo todo solado do tênis em contato com o tapete em posição semi-agachada com os joelhos em ângulos próximos de 90°. Após 3 segundos na posição inicial, um sinal sonoro indicava o momento do salto, realizando o salto máximo permanecendo com os joelhos completamente estendidos durante a fase aérea, finalizando com a aterrissagem tocando o tapete inicialmente com a ponta dos pés. As voluntárias foram orientadas que a partir posição inicial não houvesse fase descendente, apenas propulsão para fase ascendente (KOMI e BOSCO, 1978).

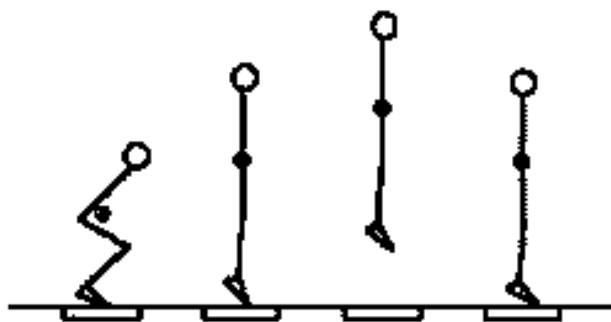


Figura 14. Sequência dos movimentos do salto agachado **fonte:** Linthorne (2001).

Para o SCM, as voluntárias subiram no tapete da mesma forma preparando-se para saltar colocando as mãos na cintura, os pés ligeiramente afastados lateralmente e todo solado do tênis em contato com o tapete. Porém, a posição inicial foi em pé e após o sinal sonoro foi realizado um contramovimento (fase descendente) seguido de uma rápida propulsão estendendo os membros inferiores na fase aérea (fase ascendente), finalizando com a aterrissagem tocando o tapete inicialmente com a ponta dos pés (KOMI e BOSCO, 1978).

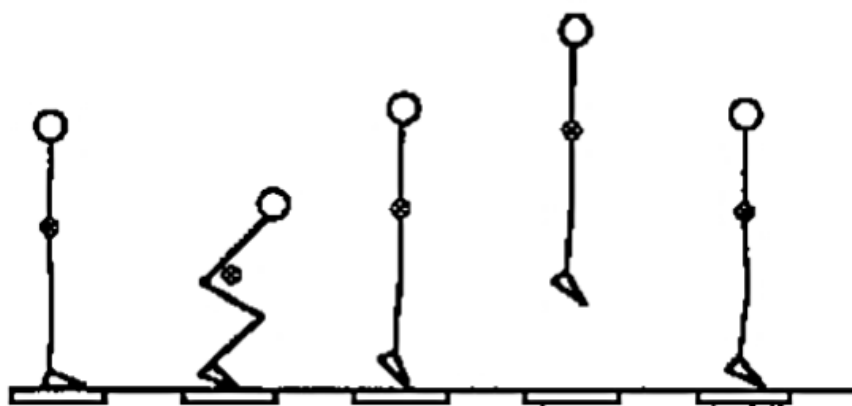


Figura 15. Sequência dos movimentos do salto com contramovimento, Fonte: Linthorne (2001).

Essa avaliação também ocorreu via análise de vídeo realizada posteriormente à coleta de dados para observação de possíveis erros cometidos e não observados durante a coleta. Assim, uma análise de salto vertical foi excluída.

6.9.4 GENOTIPAGEM DAS ATLETAS

6.9.4.1 COLETA E EXTRAÇÃO DO DNA



Figura 16. Coleta de material genético, Fonte: arquivo pessoal

A extração de DNA foi realizada a partir de swab de células orais utilizando-se o kit digene® HC2 DNA Collection Device. Inicialmente transferiu-se o conteúdo (saliva) do tubo da coleta de DNA para um tubo de 1,5/2,0 ml já identificado. Os tubos, foram centrifugados com velocidade máxima por 1minuto, em sequência retirado o sobrenadante deixando o pellet de células e adicionados 100µl da solução de lise em cada amostra.

Posteriormente, as amostras foram agitadas em vórtex e incubadas por 3 minutos no thermomixer a 95°C. Adicionou-se 100µl da solução estabilizadora e agitadas em vórtex novamente. As amostras foram armazenadas a 4°C até o seu uso.

6.9.4.2 GENOTIPAGEM POR PCR EM TEMPO REAL

Para a realização de PCR em Tempo Real, utilizou-se o kit TaqMan GTXpress (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachusetts, EUA) utilizando-se o equipamento StepOne Real Time PCR System (Applied Biosystems). Esta técnica consiste no uso de sondas que emitem fluorescência capaz de ser detectada pelo aparelho.

Cada sonda é capaz de identificar um alelo diferente de polimorfismo através da complementaridade de bases, sendo elas: forward (GCACGATCAGTTCAAGGCAAC) e reverse (GCTGAGGGTGATGTAGGGATTG).

Para a identificação do polimorfismo do gene ACTN3 (rs1815739, C1747T) utilizou-se as sondas do tipo Taqman com fluorescências com diferentes comprimentos de onda, sendo elas: forward (VIC: CGAGGCTGACCGAGAG) na cor verde para identificação alelo X e o reverse (FAM: CCGAGGCTGACTGAGAG) na cor azul para identificação do alelo R. Dessa forma, cada sonda é capaz de identificar um alelo específico associado ao gene analisado.

O cálculo foi feito de acordo com o número de reações realizadas, incluindo uma reação extra para cada 10 reações. Para uma placa cheia de 48 poços realizamos a conta para 53 reações. Sempre 1 controle negativo para cada polimorfismo analisado. O preparo do Mix deve ser realizado no escuro e preparado o Mix em um tubo para depois distribuí-lo na placa. O GTX Press foi Homogeneizado antes de utiliza-lo adicionados nos tubos e ajustados para o volume final de 10µl, sendo 8µl de Mix e 2µl de DNA.

As seguintes medidas foram utilizadas: TaqMan GTX Press - 5 µl x 53 = 26,5µl; Sonda (20x). 0,5µl x 53 = 26µl; Água ultra pura; 2,5µl x 53 = 132,5µl. A temperatura o tempo de utilizado para cada ciclo de reação foram adaptados de acordo com as instruções do fabricante, sendo: holding a 95° C por 20 segundos, 40 ciclos de desnaturação a 95°C por 3 segundos e 1 ciclo de anelamento/extensão a 60° C por 20 segundos.

6.9.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados pelo programa *IBM SPSS Statistics 2.0* (2011). Inicialmente, foi feito aplicado a estatística descritiva, ou seja, tabelas de frequência de todas as variáveis para se ter um perfil da amostra das jogadoras de vôlei. Todas as variáveis numéricas (Idade, massa corporal, estatura, IMC, Salto Agachado e Salto com contramovimento) foram avaliadas quanto a normalidade através do teste de Lilliefors. Para avaliar o efeito entre

os dois grupos (experimental e controle) nas variáveis numéricas com distribuição normal fez o teste paramétrico Teste t de student independente. Aquelas sem normalidade foi avaliada pelo teste não paramétrico de Mann Whitney. E para a diferença entre os 3 genótipos (RR, RX e XX) nas variáveis numéricas sem normalidade pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis e o *post hoc* de Dunn. Para avaliação da associação das variáveis classificatórias com os grupos ou com os genótipos foi feito pelo teste de Qui-quadrado de independência (χ^2). Em todos os testes o nível de significância para se rejeitar a hipótese de nulidade será de 5%, ou seja, considerar-se-á como estatisticamente significativo um valor de $p < 0,05$.

7. RESULTADOS

Foram coletados dados de 148 voluntárias que atenderam aos critérios de inclusão, no entanto, os dados de 4 voluntárias foram excluídos conforme critério definido previamente. Assim, foram analisados os dados de 82 atletas pertencentes ao grupo experimental (GE) e 62 mulheres sedentárias participantes do grupo controle (GC), somando os dois grupos o total da mostra foi de 144 voluntária. Conforme tabela 1, foi verificado a massa corporal, estatura, idade e IMC, onde no GC, a média da idade foi de $22 \pm 4,71$ anos, a estatura média foi de $1,61 \pm 0,06$ m, quando analisada a massa corporal, a média foi de $57,80 \pm 9,95$ Kg e o IMC foi de $22,34 \pm 3,24$ Kg/m².

No GE, foi verificado uma idade média de idade $26 \pm 4,8$ anos, a estatura apresentou a média de $1,81 \pm 0,07$ m, na análise da massa corporal foi encontrada a média de $74,46 \pm 8,20$ Kg e o IMC foi de $22,62 \pm 2,09$ (Kg/m²). De acordo com a classificação para o IMC ambos os grupos estão caracterizados como indivíduos normais. Nos dados de estatura, massa corporal e idade o GE apresentou médias superiores ao GC.

Tabela 1. Caracterização da amostra

Grupo	Variáveis	Média	DP
GC	Idade (anos)	22	4,71
	Estatura (m)	1,61	0,06
	Peso (Kg)	57,80	9,95
	IMC (Kg/m ²)	22,34	3,24
GE	Idade (anos)	26	4,78
	Estatura (m)	1,81	0,07
	Peso (Kg)	74,46	8,20
	IMC (Kg/m ²)	22,62	2,09

Os dados representam, média e desvio padrão das variáveis idade, peso, estatura e IMC do GC e do GE

Para que uma variável tenha distribuição normal em ambos os grupos o valor de $p > 0,05$. Assim, foram analisados os dados do SA e SCM no GC e no GE, verificando que esses dados não têm normalidade e por isso foram avaliados por testes não paramétricos (teste de MannWhitney e Kruskal Wallis).

Tabela 2. Valor de p do Teste de Normalidade das variáveis numéricas

Variáveis	Controle	Experimental
N	68	82
SA (cm)	0,062	< 0,0001
SCM (cm)	0,004	< 0,0001

Teste de normalidade para variáveis SA e SCM no GC e no GE.

Como observados na tabela 3, na comparação do SA e SCM não foi encontrando diferença significativa com o $p > 0,05$. Assim, foram analisados o desempenho dos genótipos RR, RX e XX do GE.

Tabela 3. Comparação do SA e SCM no GE

Grupo	Genótipo	Frequência/N (%)	SA (cm)	SCM (cm)
GE	RR	36 (44)	30,9	35,0
	RX	42 (51,2)	31,2	35,9
	XX	4(4.8)	28,4	31,3
	Valor de p		0,454	0,364

Diferença nas mediana do SA e SCM com o valor $p > 0,05$ entre os genótipos RR, RX e XX no GE

Como observados na tabela 4, na comparação do SA e SCM não foi encontrando diferença significativa com o $p > 0,05$. Assim, foram analisados o desempenho dos genótipos RR, RX e XX do GC.

Tabela 4. Comparação do SA e SCM no GC

Grupo	Genótipo	Frequência/N (%)	SA (cm)	SCM (cm)
GC	RR	26 (42)	19,6	21,6
	RX	28 (45)	18,1	20,9
	XX	8 (13)	17,3	19,0
Valor de p			0,475	0,268

Diferença nas medianas do SA e SCM com o valor $p > 0,05$ entre os genótipos RR, RX e XX no GC

Conforme a tabela 5, é possível identificar uma diferença significativa nas medianas do SA com o valor de ($p < 0,05$). A análise foi realizada comparando o desempenho entre os mesmos genótipos RR de grupos diferentes (GC vs GE), a mesma diferença foi notada quando comparada a diferença entre os genótipos RX e XX.

Tabela 5. Comparação do SA (GC vs GE)

Variáveis	Grupos	Genótipo	N	Mediana	P
SA	GC	RR	68	19,6	< 0,001
	GE	RR	82	30,9*	
SA	GC	RX	68	18,1	< 0,001
	GE	RX	82	31,2*	
SA	GC	XX	68	17,3	< 0,001
	GE	XX	82	28,4*	

Comparação entre as medianas do SA dos grupos GC vs GE, com (*) diferença significativa.

Observando a tabela 6, é possível identificar uma diferença significativa nas medianas do SCM com o valor de ($p < 0,05$). A análise foi realizada comparando o desempenho entre os mesmos genótipos RR de grupos diferentes (GC vs GE), a mesma diferença foi notada quando comparada a diferença entre os genótipos RX e XX.

Tabela 6. Comparação do SCM (GC vs GE)

Variáveis	Grupos	N	Mediana	P
SCM	Genótipo RR GC	68	21,6	< 0,001
	Genótipo RR GE	82	*35,0	
SCM	Genótipo RX GC	68	20,9	< 0,001
	Genótipo RX GE	82	*35,9	
SCM	Genótipo XX GC	68	19	< 0,001
	Genótipo XX GE	82	*31	

Comparação entre as medianas do SCM dos grupos GC vs GE, com (*) diferença significativa.

De acordo com a tabela 7, foi verificada a associação do genótipo com atletas de voleibol de elite, mas não foi encontrada diferença significativa entre os genótipos.

Tabela 7. Associação dos genótipos com atletas de voleibol

Grupo	Genótipo	N, %	Valor de p
GE	RR	36 (44)	0,086
	RX	42 (51,2)	
	XX	4(4,8)	

Verificação para associação dos genótipos RR, RX e XX. Não houve diferença significativa. Portanto nenhum genótipo foi associado a atleta de voleibol.

10. DISCUSSÃO

O presente estudo, teve como objetivo verificar a frequência do polimorfismo do gene ACTN3 e a relação com desempenho de salto vertical tanto em mulheres sedentárias quanto em atletas da superliga feminina de voleibol.

Os achados nesse estudo, verificaram no GE (atletas de voleibol) uma frequência de 44% com genótipo RR, 51,2% com genótipo RX e 4,8% com genótipo XX. Enquanto no GC, foram encontrados 42% com genótipos RR, 45% com genótipos RX e 13% com genótipos XX. Na literatura, encontramos a estimativa para indivíduos com o genótipo XX na população mundial com uma média de 20% (LEE, *et al.*, 2016), o que pode explicar em parte a baixa frequência desse genótipo entre atletas de voleibol de alto rendimento, é o menor desempenho de força associado ao XX, quando comparados aos genótipos RR e RX (YANG *et al.*, 2003; VINCENT *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2018; GUILHERME *et al.*, 2018).

O presente estudo vem a corroborar com outros achados (YANG *et al.*, 2003; SCOTT *et al.*, 2009) em que os genótipos RR e RX tiveram maior frequência para os esportes de força e potência, porém, o estudo de (RUIZ *et al.*, 2011) difere dos estudos citados, quanto a frequência do ACTN3.

Na Espanha, (RUIZ *et al.*, 2011) verificaram duas variáveis, a frequência dos genótipos e o desempenho do SA e SCM entre atletas de voleibol de elite, nesse estudo não foi encontrado a diferença significativa entre os genótipos RR, RX e XX. Os percentuais encontrados pelos autores foram de 20% com genótipo RR, 66% com RX e 14,3% com genótipos XX entre as atletas. O referido estudo, teve um N amostral de 126 voluntárias, sendo 35 atletas das seleções nacionais e 91 mulheres saudáveis. Assim, indivíduos de genótipo RR nesse estudo correspondem a mesma estimativa da frequência na população mundial para o genótipo XX.

Observando o desempenho da seleção espanhola feminina no cenário mundial, houve uma ascensão do 42^o para o 35^o lugar no ranking da FIVB (FIVB, 2018) contudo, não há histórico de conquistas olímpicas ou mundiais. A posição no *ranking* internacional, não ter pódios olímpicos e mundiais na

categoria adulto feminino, não está relacionada exclusivamente com a genética das atletas, embora os dados genotípicos encontrados sejam muito relevantes e nos chamem a atenção para uma maior frequência dos genótipos XX nas atletas espanholas.

De acordo com o cenário do presente estudo, quando comparado ao estudo espanhol, (RUIZ *et al.*, 2011), que envolvem apenas atletas de voleibol no grupo experimental, encontra-se 70% menos indivíduos com genótipo XX entre atletas brasileiras do que as espanholas. Ao que parece, ter uma menor frequência de indivíduos XX aumentam a possibilidade em encontrar diferença significativa no desempenho de esportivo (DIAS, *et al.*, 2011)

Em contraponto ao estudo espanhol, outros estudos (YANG, 2003, EYNON, 2013; MA FANG, 2013; LEE, 2016 e GINSZT, 2018) apontam uma maior frequência dos genótipos RR e RX entre atletas campeões mundiais e ou olímpicos, como verificado por (SCOTT *et al.*, 2009) que do total de 116 atletas velocistas de elite da Jamaica, 46 atletas eram medalhistas mundiais e ou olímpicos e apenas 3% eram XX, percentual próximo do nosso estudo. Segundo o mesmo autor, nas olimpíadas de Pequim 2008, das 12 medalhas de ouro em disputa 7 foram conquistadas pelos jamaicanos nas provas de velocidade, que exigem potência muscular dos atletas, o que ressalta ainda mais a consistência desse achado, tendo em vista que tais características musculares presentes em indivíduos portadores do alelo R pode influenciar o desempenho da força muscular (SCOTT *et al.*, 2009; AHMETOV *et al.*, 2014).

Neste ponto, leva-se ao entendimento que os indivíduos de genótipos RR e RX, serão comumente mais frequentes nas equipes de alto rendimento. Isso implica numa sugestiva detecção de atletas baseados nessa frequência para RR e RX, embora não se exclua a possibilidade de termos indivíduos XX, visto que os resultados nos esportes são multifatoriais.

Em outro estudo genético, ao compararem o desempenho atlético entre genótipos, Orisiak *et al.* (2014) investigaram jovens polacos masculinos representando cinco modalidades esportivas e a distribuição genotípica do ACTN3 não diferiu significativamente entre grupos de atletas, não encontrando associações dos genótipos RR e RX com o status de atleta. Porém, no mesmo estudo quando observado apenas a modalidade voleibol com o número

amostral de 31 voluntários, a frequência foi de 14 atletas com genótipo RR, 15 com RX e apenas 2 com XX correspondendo a 6,5% da amostra. Concluíram que o genótipo RR foi associado a maior potência muscular e altura de salto em atletas jovens do sexo masculino entre todas as modalidades. Porém, como descritos, a frequência para RR e RX foram maiores que XX observando apenas o Voleibol.

Alguns fatores são relevantes para justificar a associação desses genótipos com uma maior produção de força: A correlação do alelo R com fibras musculares do tipo II (VINCENT *et al.*, 2007), níveis médios de testosterona significativamente mais elevados tanto em homens como em mulheres (AHMETOV *et al.*, 2014) e a codificação para α -actinina-3 (MILLS *et al.*, 2001)

A fibra muscular do tipo II é responsável por contrações musculares vigorosas (PASQUA *et al.*, 2011) presente em maior quantidade nos genótipos RR (VINCENT *et al.*, 2007). Contrações musculares vigorosas são inerentes a prática do voleibol que requerem agilidade, força e potência nas habilidades específicas (NOYES *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2015).

Já a testosterona é um importante hormônio para síntese proteica contribuindo com a hipertrofia muscular (KRAEMER e RATAMESS, 2005), como visto por (PIMENTA *et al.*, 2012) que verificaram um aumento da testosterona após o exercício excêntrico nos atletas RR e RX com diferença significativa para os de genótipo XX.

A principal diferença entre os genótipos está na codificação da α -actinina-3 presente nas linhas Z do sarcômero, conferindo maior estabilidade ao aparelho contrátil, presente exclusivamente nas fibras do tipo II (MILLS *et al.*, 2001). Portanto, os genótipos RR e RX parecem ser favorecidos pelo melhor desempenho de força muscular, quando comparado ao genótipo XX, esses com menor desempenho de força muscular.

Essas características, genótípicas e fenotípicas dos indivíduos portadores do alelo R, podem influenciar o desempenho atlético o que pode levar a uma maior frequência desses indivíduos nos esportes, visto que alguns estudos já apontam nesse sentido (SCOTT *et al.*, 2009; EYNON *et al.*, 2013; MA FANG *et al.*, 2103; BROOS *et al.*, 2016)

Alguns estudos verificaram apenas a frequência dos genótipos em atletas e encontraram associação para os genótipos RR e RX (YANG *et al.*, 2003; SCOTT *et al.*, 2009; EYNON *et al.*, 2013; GUILHERME *et al.*, 2017) outros estudos (RUIZ *et al.*, 2011; PAPADIMITRIOU *et al.*, 2016) verificaram a frequência e compararam o desempenho atlético aos genótipos.

Todavia, ao observarmos a frequência dos genótipos distribuídos em cada grupo e ao avaliarmos as médias dos SA e SCM, não houve diferença significativa entre os genótipos no SA e no SCM, com os respectivos valores de $p=0,475$ e $p=0,268$, o mesmo aconteceu para grupo experimental com os valores para o SA e SCM respectivamente $p=0,454$ e $p=0,364$.

Aparentemente, a condição genética isoladamente sem treinamento não é determinante para o desempenho esportivo (DIAS *et al.*, 2011), visto que as diferenças do SA e SCM no grupo controle (mulheres sedentárias) não foram significativas entre os genótipos, desse ponto de vista como não houve influência do treinamento, apenas a constituição genética das avaliadas genotipadas para os alelos R e X não foram suficientes para expressar diferenças no SA e SCM.

Ainda conforme nossos achados, conseguimos notar evidências da influência do treinamento quando comparamos indivíduos com o mesmo genótipo entre os grupos experimental e controle, o que é uma obviedade encontrarmos diferença significativa no SA e no SCM entre os grupos de atletas e sedentários. Porém, a mesma diferença não foi encontrada entre grupo controle e experimental por (RUIZ *et al.*, 2011), possivelmente por que seu grupo controle não eram mulheres sedentárias e sim atletas amadoras.

Outras variáveis devem ser analisadas para compreendermos a relação entre a genética e o desempenho esportivo como: agilidade, força de membros superiores e velocidade de ataque, o possibilitaria uma compreensão mais ampla do desempenho esportivo. Porém, a rotina intensa de treinamentos e jogos sejam fatores limitantes para a coleta de dados, esse fator também impactou no presente estudo para uma análise mais ampla.

11. CONCLUSÃO

Frequência: Diante da pesquisa realizada, conclui-se que os genótipos RR e RX são mais frequentes entre atletas da superliga feminina de voleibol. Porém, não houve associação entre os genótipos e atletas de voleibol de elite.

Desempenho do SA e SCM: Não foi encontrada diferença significativa nos saltos verticais. Assim, o devido polimorfismo do ACTN3 não influencia na altura dos saltos em atletas da superliga feminina de voleibol.

Os estudos em genética no esporte, são relativamente recentes, necessitando de maiores investigações para que outras possibilidades venham a enriquecer e contribuir para evolução do desempenho esportivo no alto rendimento.

REFERÊNCIAS

AHMETOV, I.I.; DONNIKOV A.E.; TROFIMOV D.Y. Actn3 genotype is associated with testosterone levels of athletes **Biology of Sport**, v. 31, n. 2, p.105-108, 2014.

ARRUDA, M.; HESPANHOL, J. E., **Fisiologia Do Voleibol** São Paulo: Ed. Phorte, p. 35-38, 2008.

BAACKE, M. B.; MATSUDAIRA, Y.; TOYODA, H. **MANUAL DO TREINADOR DA CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEIBOL**. Rio de Janeiro: Palestra Edições, p. 101-107. 1978

BELLENDIER, J. Ataque de rotación en el Voleibol, un enfoque actualizado Rotation's attack in volleyball, an updated approach. **Efdeportes: Digital Journal**, v. 8, n. 51 p. 68-70, 2002.

BERGELES, N.; BARZOUKA, K. e NIKOLAIDOU, M. Performance Of Male And Female Setters And Attackers On Olympic-Level Volleyball Teams. **International Journal Of Performance Analysis In Sport**, v. 9, n. 40, p. 141-148, 2009.

BERRIEL, G. P.; FONTOURA, A.; FOPPA, G. Avaliação quantitativa de saltos verticais em atletas de voleibol masculino na Superliga, **ED.Esportes Revista Digital** - Buenos Aires - Año 10 – n. 40, 2004.

BIZZOCCHI, C. **O Voleibol de Alto Nível**. São Paulo: Fazenda Arte Editorial, 2000. p. 18-40.

BIZZOCCHI, C. **O Voleibol De Alto Nível: da iniciação à competição / 4a ed. rev. e ampl.** – Barueri, SP: Manole, 2013, P. 52, 60.

BOJIKIAN, J. C. M.; BOJIKIAN L. C., **Ensinando voleibol**. 5ª edição-São Paulo, edito'ra forte 2012. P. 103,35.

BOMPA, TUDOR O. **Periodização: Teoria E Metodologia Do Treinamento** - São Paulo: Phorte, 2012. P. 28

BOSCO, C. *et al.* New tests for measurement of anaerobic capacity in jumping and leg extensor muscle elasticity. Volleyball, I.F.V.B. **Official Magazine**, v.1, p.22-30, 1981.

BRAY, M. S. Genomics, genes, and environmental interaction: the role of exercise. **Jornal Appl Physiol** v. 41, n. 88, p. 788-792, 2000.

BRAY, M. *et al.* The human gene map for performance and health related fitness phenotypes: 2006-2007 update. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 45, n. 41, p. 35-73, 2009.

BROOS, S. *et al.* Evidence for ACTN3 as a Speed Gene in Isolated Human Muscle Fibers. **Plos one**. V. 11, n. 3, p. 1-11, 2016.

CABRAL, BRENO G. Voleibol infanto-juvenil brasileiro: somatotipia, qualidades físicas e marcadores genéticos dos atletas em diferentes níveis de qualificação esportiva. **Dissertação – UFRN**, 2008.

CABRAL, B. *et al.* fatores determinantes na seleção de atletas no voleibol brasileiro. **Revista Brasileira Ciência do Esporte**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 733-746, 2011.

CARVAJAL, W. *et al.* Kinanthropometric Profile of Cuban Women Olympic Volleyball Champions. **Medicc Review**, v. 14, n 2. P. 28-29, 2012.

CARVAJAL, W. *et al.* somatotipo de la voleibolista cubana de alto nivel de actuacion: **apunts med esport**. V. 32, p.127-129, 2009.

CASTRO, J. M.; MESQUITA I. Analysis of the Attack Tempo Determinants in Volleyball's Complex II - a Study on Elite Male Teams, **International Journal of Performance Analysis in Sport**. v. 10, n 3, p. 197-206, 2010.

COELHO, D. *et al.* The alpha-actinin-3 R577X polymorphism and physical performance in soccer players. **The journal of sports medicine and physical fitness**. V. 56, n. 3, p. 241, 2016.

COELHO, D. *et al.* Limiar anaeróbico de 4,0mM é capaz de estimar a máxima fase estável de lactato de jogadores de futebol em testes de campo. **Revista brasileira de ciência e movimento**. v. 23, n. 2, p. 32-39, 2015.

COELHO, D. *et al.* Exercise intensity during official 77 soccer Matches. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**. v. 18, n. 6, p. 621-628, 2016.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEIBOL (CBV, 2018). www.cbv.com.br/históriadasuperliga. Acesso em: março de 2018

CORDEIRO, C. Apostila do curso de treinamento de técnicos de voleibol: Curso nacional para técnicos de voleibol nível I. Canoas: Confederação Brasileira de Voleibol, 2001.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, MICHAEL R. e NEWTON, ROBERT U. Developing Maximal Neuromuscular Power, Part 2 – Training Considerations for Improving Maximal Power Production, **Sports Medicine**. v. 41, n. 2, p. 125-146, 2011.

DANTAS, E. H. **A Prática da Preparação Física**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Shape, 1995. P.78-83.

DANTAS, SILVIO P. M. Comparação dos valores de aptidão física da seleção brasileira masculina de voleibol no ano de 1986 por posição de jogo através da estratégia "Z" CELAFISIC, **revista brasileira de ciência e movimento** v.2, n. 3, p. 28, 1988.

DIAS, R. G. *et al.* Polimorfismos genéticos determinantes da performance física em atletas de elite. **Rev Bras Med Esporte**. v. 13, n. 3, p. 209-216, 2007.

DIAS, R. G. Genética, Performance Física Humana E Doping Genético: O Senso Comum Versus A Realidade Científica. **Revista Brasileira de Medicina Esporte**. v. 17, n 1, p. 62-70, 2011.

ESPER, A. Cantidad y tipos de saltos que realizan las jugadoras de voleibol en un partido. Buenos Aires: revista digital. <http://www.efdeportes.com> . n. 58, 2003.

EYNON, N. *et al.* ACTN3 R577X ACTN3 R577X polymorphism and team-sport performance: A study involving three European cohorts, **Journal of Science and Medicine in Sport** v.17, n. 43, p. 803–817 (2014).

FARLEY, C. Role of the stretch-shortening in jumping. **Journal of Applied Biomechanics**, v.3, n. 4, p.436-9, 1997.

FEDERATION INTERNATIONALE DE VOLLEYBALL (FIVB), Official Volleyball Rules 2017-2020, - www.fivb.com, 2016.

FIVB, VOLLEYBALL WORLD GRAND PRIX MEDIA **guide**.www.fivb.org 2015.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Designing resistance training programs**. 2. ed. Nova Iorque: Human Kinetics, 1997. p-15.

FOX, E. L.; BOWERS, R. W. AND FOSS, M. L., **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 518p.1991.

GALDI, E. H. G.; BANKOFF A. D. P. eficiência de saltos verticais de atletas de voleibol, analisada no teste de 60 segundos, em quatro intervalos de **tempo** **Revista Brasileira de Ciencias do Esporte**, v. 22, n. 2, p. 85-97, jan. 2001.

GARTON, F.C *et al.* The Effect of ACTN3 Gene Doping on Skeletal Muscle Performance, **The American Journal of Human Genetics** v. 102, n. 3, p. 1–13, 2018.

GHELLER, R. G. *et al.* Effect of squat depth on performance and biomechanical parameters of countermovement vertical jump. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 16, n. 6, p. 658 - 668, 2014.

GINSZT, M. ACTN3 Genotype In Professional Sport, **Journal of Strength and Conditioning Research**. V. 32, n. 5, p. 1311-1315, 2018.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo**: Estruturação E Periodização. – 2.ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre : Artmed, 2009, p.88-92.

GOUBEL, F. Series elastic behavior during the stretchshortening cycle. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 3, n. 4, p. 439-43, 1997.

GUEDES, JR., D. P. **Musculação**: estética e saúde feminina. São Paulo: Phorte, 2003.p.47-54.

GUILHERME, J. P. *et al.* Analysis of sports-relevant polymorphisms in a large Brazilian cohort of top-level athletes **Annal Human Genetic**. v. 12, n.16, p.1–11, 2018.

HEDRICK, A. Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part I training requirements. **Journal of Strength and Conditioning Research**. V. 29, n. 6, p. 50–53, 2007.

HESPANHOL, J.E. **Avaliação da resistência de força explosiva através de testes de saltos verticais**. 2004, 133p, Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

HESPANHOL, J. E. *et al.* Avaliação da resistência de força explosiva em voleibolistas através de testes de saltos verticais. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte**. v. 13, n. 3, p.181-184, 2007.

HOGARTH, M.W. *et al.* ACTN3 genotype influences muscle performance through the regulation of calcineurin signaling. **The journal of clinical investigation**. v.123, n. 10, p. 4255-4263, 2013.

IBM SPSS Statistics 20.0. 2011.

JACOB, Y., SPITERI T, HART N. H. e ANDERTON A.S The Potential Role of Genetic Markers in Talent Identification and Athlete Assessment in Elite Sport. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 21, n. 88, p. 213–220, 2018.

JOÃO, P. V. *et al.* Análise comparativa entre o jogador líbero e os recebedores prioritários na organização ofensiva, a partir da recepção ao serviço, em voleibol. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 6, n. 3, p. 318-328. 2007.

JUNIOR, W. M., O processo de ressignificação do voleibol a partir da inserção datelevisão no campo esportivo **Rev. Bras. Cienc. Esporte, Campinas**, v. 26, n. 2, p. 149-162, jan. 2005.

KITAMURA, K.; PEREIRA L. A.; KOBAL R. Loaded and unloaded jump performance of top-level volleyball players from different age categories. **Biol Sport**. v. 34, n. 3, p. 273–278, 2017.

KOMI, P.V e BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Med. Sci. Sports**.v.10, n.4, p.261-265,1978.

KRAEMER, W. J. e RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med. Sci. Sports Exerc.** v.36, n.4, p.674-688, 2004.

KUMAGAI, H. *et al.* Role of selected polymorphisms in determining muscle fiber composition in Japanese men and women. **Jornal Appl Physiol** v. 124 p. 1377–1384, 2018.

LEE, F. X. *et al.* How does α -actinin-3 deficiency alter muscle function? Mechanistic insights into ACTN3, the gene for speed'. **Biochimica et Biophysica Acta** v.1863, n. 4, p. 686–693, 2016.

LINTHORNE, N. P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **School of Exercise and Sport Science**. v. 69, n. 11, p.1198-1204, 2001.

MA, FANG *et al.* The Association of Sport Performance with ACE and ACTN3 Genetic Polymorphisms: A Systematic Review and Meta-Analysis, *. **PLOS ONE**. v. 8, n. 1, p. 1- 9, 2013.

MAGI, A. *et al.* The Association Analysis between ACE and ACTN3 Genes Polymorphisms and Endurance Capacity in Young Cross-Country Skiers: Longitudinal Study. **Journal of sports science & medicine**. v. 15, n. 2, p. 287-94, 2016.

MARQUES, JUNIOR, jump test to evaluate the volleyball player. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. v.11, n. 67, p. 504-508, 2017.

MARQUES, JUNIOR, N. K., História do voleibol, parte 1, **EFDeportes.com, Revista Digital**. v. 17, n. 169, p. 1-13, 2012.

MARQUES, JUNIOR, N. K., O líbero do voleibol de alto nível melhora a recepção?, **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 22, n. 3: 133-138, 2014.

MARQUES, JUNIOR, N.K., Fundamentos que fazem ponto durante o jogo de voleibol: um estudo de correlação. **Revista Observatorio**. Vol. 1. Num. 3. p.134-145. 2015.

MARQUES, JUNIOR. O processo de ressignificação do voleibol a partir da inserção da televisão no campo esportivo. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. v. 26, n. 2, p. 149-162, 2005

MASSIDA, M. *et al.* ACTN3 R577X polymorphism is not associated with team sport athletic status in Italians. **Sports medicine - open**. v. 1, n. 1, p. 1-6, 2015.

MATIAS, C. J. *et al.* A qualidade do primeiro toque na tomada de decisão tática do levantador de voleibol. **Brazilian Journal of Physical Education and Sport**, v. 20, n. 5, p. 484-484, 2006.

MATIAS, C. J.; GRECO, P. J. Análise de jogo nos jogos esportivos coletivos: a exemplo do voleibol. **Pensar a Prática**, v. 12, n. 3, p. 1-16, 2009.

MCARDLE, WILLIAM D; FRANK I. KATCH; VICTOR L. KATCH. **FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO**: Nutrição, energia e desempenho humano 8. ed.— Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. p. 513, 911 e 1041.

MESQUITA, I.; GRAÇA, A. Conhecimento estratégico de um levantador de alto nível. **Revista Treino Esportivo**, v. 17, p. 15-20, mar. 2002a.

MILLS, M. A. *et al.* Developing Maximal Neuromuscular Power. **Human Molecular Genetics**. v. 10, n. 13, p. 1335-1346, 2001.

MUST, A.; DALLAL, G.E.; DIETZ, W.H. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, n.4, p.839-46, 1991

NORTH, K. N. A common nonsense mutation results in α -actinin-3 deficiency in the general population. **nature genetics**. v. 21, n. 4, p. 353-354, 1999.

NOYES, FRANK R. *et al.* A Training Program to Improve Neuromuscular Indices in Female High School Volleyball Players, **Journal of Strength and Conditioning** v. 25, n. 8, p. 2151-2160, 2011.

NUNES, N. *et al.* efeito do treinamento físico, baseado em avaliação ergoespirométrica, na capacidade aeróbia de atletas de voleibol -treinamento físico em voleibolistas **Revista da Educação Física/UEM** Maringá, v. 11, n. 1, p. 27-32, 2000.

ORYSIAK, J. *et al.* ACTN3 R577X polymorphism and maximal power output in elite Polish athletes. **Medicina**. n. 50, n. 5, p. 303-308, 2014.

PAPADIMITRIOU, L. D. *et al.* ACTN3 R577X and ACE I/D gene variants influence performance in elite sprinters: a multi-cohort study **BMC Genomics**. v. 17, n. 285, p. 2-8, 2017.

PASQUA, L. *et al.* ACTN3 gene and sports performance: a candidate gene to success in short and long duration events. **Revista Brasileira de Cineantropometria & amp; Desempenho Humano**. v. 13, n. 6, p. 477, 2011.

PEREIRA, A. Training strategy of explosive strength in young female volleyball players, **Jornal Medici**. v. 72, p. 1- 8, 2015.

PIMENTA, E. M. *et al.* The ACTN3 genotype in soccer players in response to acute eccentric training. **Eur. J. Appl. Physiol.** v. 112, n. 4, p.1495-1503, 2012.

POLGAZE, T. and DAWSON, B. The physiological requirements of the positions in state league volleyball. **Sports Coach** v.15, n. p. 32–37, 1992.

POWERS, M.E. Vertical jump training for volleyball. **Strength Cond.** v. 18, n. 1, 18-23, 1996.

QUEIROGA, M. A.; MATIAS C. J.; MESQUITA I. M.; GRECO J.P. A dimensão do conhecimento tático-estratégico do levantador de alto nível: um estudo realizado com levantadores da seleção brasileira de voleibol. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 13, n. 2, p. 111-119, 2005.

QUEIROGA, M. A. *et al.* O conhecimento tático-estratégico dos levantadores integrantes das seleções brasileiras de voleibol. **Fitness & Performance Journal**, v. 9, n. 1, p. 78-92, 2010.

REBBECK, T. R.; SPITZ, M.; WU, X. Assessing the function of genetic variants in candidate gene association studies. **Nature Revis Genet.** v. 5, p. 589-597, 2004.

RIBEIRO, J. L. S. **Conhecendo o Voleibol**. 2. Rio de Janeiro: Sprint, 2008. p.175.

RESENDE, B. Levantador, uma simples questão de personalidade. **Revista Vôlei Técnico**, v. 1, n. 3, p. 5-11, 1995.

RIZOLA, A. N. (2003). Uma proposta de preparação para equipes jovens de voleibol feminino. 113 F. **Dissertação (Mestrado, Unicamp, Campinas)**.

RIZOLA, A. N. *et al.* treinamento da recepção para equipes jovens de voleibol. **Lecturas Educación Física y Deportes**, v. 10, n. 95, p. 1-3, 2006.

ROGOL, A. D, ROEMMICH, J. N e CLARK P. A. Growth at puberty. **J. Adolesc. Healt.** v.31, n. p.192-200, 2002.

RUIZ, J. R. *et al.* ACTN3 R577X polymorphism does not influence explosive leg muscle power in elite volleyball players, **scandinavian jornal of medicine cience in sport.** v.21, p. 34-42, 2011.

SATTLE, T. *et al.* Vertical jump performance of professional Male and female volleyball players: effects Of playing position and competition level **Journal of Strength and Conditioning** v. 29, n. 6, p. 1487, 2015.

SCOTT, K. POWERS, EDWARD T. HOWLEY. **Fisiologia Do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho** - - 8. ed. - - Barueri: Manole, 2014. Pag.75.

SCOTT, R. *et al.* ACTN3 and ACE Genotypes in Elite Jamaican and US Sprinters **Medicine & Science In Sports & Exercise**; Copyright 2009 by the American College of Sports Medicine. v. 42, n. 1, p. 107-112, 2009.

SETO, J. T. ACTN3 genotype influences muscle performance through the regulation of calcineurin signaling, **The Journal of Clinical Investigation**. v. 123, n. 10, p. 4255-4263, 2013.

SHEPPARD. J. M.; GABBETT T. J.; STANGANELLI L. C. An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. **Jornal Strength Condition Res**. v. 23, n. 6, p. 1858, 2009.

SILVA, M. A. S.; GALDINO, M. L. A transição defesa/contra-ataque no voleibol após a defesa do levantador na posição 1. **Motriz**, v. 9, n. 1, p. 109-200, 2003.

STANGANELLI, L. C. *et al.* Adaptations on jump capacity of Brazilian volleyball players prior to the under 19 World championships. **J Strength Cond Res**. v. 22, p. 741–749, 2008.

VALPORTO, O. **Vôlei no Brasil**: uma história de grandes manchetes. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2007. p. 28.

VERKHOSHANSKY, Y. & SIFF, M. (2000). *Super Entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo. 2000.

VINCENT B. *et al.* ACTN3 (R577X) genotype is associated with fiber type distribution. **Physiol Genomics** v. 32, p. 58–63, 2007.

WATSON, J. *et al.* **Biologia Molecular Do Gene**, Tradução : Andréia Escosteguy Vargas, – 7ª Ed. – Porto Alegre : Artmed, 2015. p. 978-985.

WESTPHAL, G. **Historical development of volleyball especially in view of the rules**. Czwalina, 1990. p. 103-110.

WEYERSTRAB J. *et al.* Nine genetic polymorphisms associated with power athlete status – A Meta-Analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 21, p. 213–220, 2018.

WOLFARTH B. *et al.* The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes. **Medicine Sci Sports Exercise**. v. 33, n. 6, p. 881-903, 2005.

WOLFARTH B. *et al.* Advances in exercise, fitness, and performance genomics. **Med Sci Sports Exerc**. v. 46, n. 5, p. 851, 2014.

YANG N. *et al.* ACTN3 Genotype Is Associated with Human Elite Athletic Performance, **The American Journal of Human Genetics**. v. 73, p. 627–631, 2003

YIANNIS, L. *et al.* A comparative study of the effectiveness of Greek national men's volleyball team with internationally top-ranked teams. **International Journal of Volleyball**. v. 7, n. 1, p. 4-9, 2004.

ZAKHAROV, A. ***Ciência do Treinamento Desportivo***. Traduzido por: António Carlos Gomes. Grupo Palestra Sport, Rio de Janeiro, 1992. p. 49

ZHANG, Q. *et al.* ACTN3 is associated with children's physical fitness in Han Chinese, **Molecular Genetics and Genomics**, v. 293, n. 940, p. 1-10, 2018.

ZOIS, J. *et al.* High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 14, p. 522–528, 2011.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Programa de Pós Graduação
Mestrado em Educação Física

Pesquisa: Frequência dos Polimorfismos do Actn3 Associada ao Salto Vertical Em Atletas Da Superliga Feminina De Voleibol.

Equipe: _____

Nº	Atleta	Coleta DNA	Altura	Posição	Peso	Idade	SA	SCM
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								

Nº	Atleta	Coleta DNA	Altura	Posição	Peso	Idade	SA	SCM
15.								
16.								
17.								
18.								
19.								
20.								
21.								
22.								
23.								
24.								
25.								
26.								
27.								
28.								



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Programa de Pós Graduação
Mestrado em Educação Física

Pesquisa: Frequência dos Polimorfismos do Actn3 Associada ao Salto Vertical Em Atletas Da Superliga Feminina De Voleibol.

Grupo controle: _____

Nº	Atleta	Coleta DNA	Altura	Peso	Idade	SA	SCM
29.							
30.							
31.							
32.							
33.							
34.							
35.							
36.							
37.							
38.							
39.							
40.							
41.							
42.							
43.							
44.							
45.							
46.							
47.							
48.							
49.							
50.							
51.							
52.							
53.							
54.							
55.							
56.							
57.							
58.							
59.							
60.							
61.							
62.							
63.							
64.							

ANEXO



TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

Frequência dos Polimorfismos do Actn3 Associada ao Salto Vertical Em Atletas Da Superliga Feminina De Voleibol.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você para ser voluntário do projeto de pesquisa intitulado “Identificação de Polimorfismos Genéticos associados aos esportes e a relação com parâmetros utilizados como controle de treinamento”, cujo objetivo Quantificar a frequência dos polimorfismos do ACTN3 entre as atletas dos clubes participantes da superliga feminina 2017/2018 e a relação da genética com a performance de salto vertical.

As amostras de DNA dos atletas serão obtidas de amostras salivares coletadas em tubos Salivette® (Sarstedt, Sarstedt Inc, Nümbrecht, Alemanha) de acordo com as recomendações do fabricante.

Você treinará normalmente em sua equipe seguirá a programação de treinos do mesmo. Inicialmente, serão realizadas medidas da massa corporal, estatura. A massa corporal (kg) será medida com os voluntários descalços, com pouca roupa, utilizando-se uma balança digital (Filizola®) com precisão de 0,02 kg previamente calibrada. A estatura (cm) será medida utilizando-se um estadiômetro com precisão de 0,5 cm.

Todos os seus dados pessoais serão confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a essas informações. Os dados coletados serão utilizados para fins de pesquisa e ensino e ficarão armazenados no Laboratório de Fisiologia do Exercício.

Você dispõe de total liberdade para esclarecer as questões que possam surgir durante a pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com as pesquisadoras responsáveis pelo estudo: Prof. André Fernandes, tel. (98) 98126.3007 e Dr. Mario Noberto Sevilho de Oliveira Júnior (98) 981620453. Você poderá se recusar a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar e sem que isso seja motivo de qualquer tipo de constrangimento para você. Os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma cópia deste termo para você.

CONSENTIMENTO

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito de todos os dados que li e concordo, voluntariamente, em participar do estudo “Identificação de Polimorfismos Genéticos associados aos esportes e a relação com parâmetros utilizados como controle de treinamento”.

“Cidade” _____ de _____ de 2018.

Assinatura do voluntário:

Nome: _____

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o voluntário, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

Prof. André Fernandes

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**

Fundação Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1966 – São Luís - Maranhão.

São Luís, ____ de _____ de _____

Ao Sr^o

Departamento:

Assunto: Autorização para coleta de dados de pesquisa científica

Venho através deste, pedir permissão para a coleta de dados, junto as atletas da equipe feminina de voleibol do....., com a finalidade de realizar pesquisa científica. A coleta acontecerá no momento mais oportuno segundo a orientação da comissão técnica e gestores. Trata-se de um trabalho científico decorrente de um estudo do programa de Mestrado, junto a Universidade Federal do Maranhão, com enfoque nos Polimorfismos Genéticos determinantes da performance física em atletas de elite do Voleibol Brasileiro. Tal projeto, (abaixo intitulado) será do aluno de mestrado do programa de Pós-Graduação em Educação Física/UFMA Sr. **André Fernandes dos Santos**, tendo o mesmo sido submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da UFMA, CAEE: 81313517.8.0000.5087 parecer nº 2.710.602.

Recentes pesquisas em todo mundo, tem associado o gene ATCN3 ao bom desempenho nos esportes que envolvem força e potência muscular, tal fato se deve a expressão da proteína α actinina na célula muscular. Os indivíduos de genótipos RR e RX expressam a referida proteína nas fibras de contração rápida, e o genótipo XX apresenta a forma recessiva, não expressando tal proteína.

Assim, o estudo pretende identificar a frequência deste polimorfismo em atletas de voleibol da superliga de vôlei, e verificar se existe uma predominância (perfil) de determinado genótipo. Informo que tal processo utilizar-se-á o DNA das atletas que serão obtidas de amostras salivares e a genotipagem será realizada através do chip de alta densidade *applied Biosystem Pcr* em tempo real. Levando-se em consideração as alternativas possíveis, selecionou-se a metodologia menos agressiva para o avaliado (saliva).

Como se trata de estudo por associação, as atletas deverão realizar dois saltos agachados e dois saltos com contramovimento sobre a plataforma *Cefise Jump System Pro*. Este equipamento mede o tempo de contato, tempo de vôo em salto vertical, altura do salto e a potência. Desta forma será possível associar o genótipo a capacidade de salto.

Todos os dados serão confidenciais, a identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a estas informações que serão utilizadas para fins de pesquisa. As atletas terão acesso ao resultado da sua genotipagem e a comissão técnica terá acesso a genotipagem da sua equipe e aos dados dos saltos verticais. Caso sejam necessários maiores esclarecimentos, estarei a sua disposição. Desde já agradeço e subscrevo-me com a máxima consideração.

Respeitosamente,

Assinatura

André Fernandes
Aluno do Programa de Pós-Graduação
Mestrado em educação Física

Assinatura

O, _____ concorda que o aluno do programa de mestrado da Universidade Federal do Maranhão, Sr. André Fernandes dos Santos, realize pesquisa junto a equipe feminina de voleibol. Acreditamos ter sido suficientemente informado a respeito de todos os dados, e que as atletas estão autorizadas a participarem do estudo "Frequência dos Polimorfismos do Actn3 Associada ao Salto Vertical Em Atletas Da Superliga Feminina De Voleibol".

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Identificação de Polimorfismos Genéticos associados aos esportes e a relação com parâmetros utilizados como controle de treinamento.

Pesquisador: Emerson Silami Garcia

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 81313517.8.0000.5087

Instituição Proponente: Universidade Federal do Maranhão

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.710.602

Apresentação do Projeto:

O recente avanço da biologia molecular, que tem como marco o completo sequenciamento do genoma humano em 2001 (Venter, 2003), aliado aos seus promissores resultados na prevenção, detecção, e tratamento de uma série de doenças, tem viabilizado sua utilização no meio esportivo buscando uma melhora no rendimento. No esporte de alto rendimento a biologia molecular pode ter papel importante na prescrição do treinamento e na recuperação de lesões. Atualmente existem cerca de 200 genes que estão associados com os fenótipos de boa forma física relacionada à saúde e os fenótipos de performance física humana (Bray et al., 2009). O futebol é um esporte dinâmico e uma de suas principais características é o contato físico dos atletas, fato que relaciona esse às ocorrências de lesões. Um dos maiores desafios encontrados por fisiologistas e preparadores físicos se dá quanto à dosagem correta de treinos. Estímulos decorrentes de exercícios físicos causam adaptações nas células musculares, denominadas micro lesões, contudo uma nova repetição de estresse nesse músculo pode levar a uma contusão muscular, afastando temporariamente o atleta de suas atividades diárias. Têm-se buscado a identificação de marcadores fisiológicos que representem a demanda fisiológica imposta aos esportistas ao longo dos anos. Destes, pode-se citar fatores indicativos de micro traumas musculares como a creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), fragmentos da cadeia pesada de miosina (MHC), troponina-i e mioglobina (Brown, 1997). Outros fatores do monitoramento da demanda fisiológica imposta aos praticantes na atualidade são as interleucinas

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho

Bairro: Bloco C, Sala 7, Comitê de Ética

CEP: 65.080-040

UF: MA

Município: SAO LUIS

Telefone: (98)3272-8708

Fax: (98)3272-8708

E-mail: cepufma@ufma.br

em especial a (IL-6) (Steinacker et al., 2004), associada à magnitude da exigência metabólica da atividade em resposta a inflamação (Febbraio, Pedersen, 2002; Pedersen, Febbraio, 2008) e parâmetros hormonais, como concentrações de cortisol e testosterona (Uchida et al., 2004; Cormack et al., 2008). Além de influenciar diretamente nos fenótipos musculares, os fatores genéticos também podem interferir na resposta ao treinamento (Thomis et al., 1998; Beunen, Thomis, 2004; Thomis et al., 2004; Brutsaert, Parra, 2006, Clarkson et al., 2005a; Delmonico et al., 2007; Norman et al., 2009). A identificação da pré-disposição genética dos atletas de alto rendimento traz informações importantes para a comissão técnica no planejamento individualizado das cargas de treinamento, em especial sobre o curso de tempo de mudanças na fase aguda inflamatória e de dano muscular tendo em vista que alguns treinamentos, e os jogos, são de caráter coletivo. Tal fato justifica-se porque alguns atletas não pré-dispostos geneticamente podem ser super exigidos nos treinamentos ou apresentando recuperação parcial em comparação aos seus colegas. Contemplando todo o presuposto apresentado o presente estudo se desenhou com finalidade de identificar polimorfismos genéticos que influenciam nos níveis de força, potência, resistência, (Pimenta et al., 2012; Pimenta et al., 2013), ativação e resolução da inflamação, (Hubal et al., 2010; Yamin et al., 2008; Devaney et al., 2007; Pruna et al. 2013; Ng et al., 2013) em atletas de alto rendimento, e avaliar a relação dos mesmos com marcadores inflamatórios, hormonais e de dano muscular utilizados como controle de treinamento de atletas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O objetivo principal do presente estudo é buscar associação entre polimorfismos genéticos e marcadores inflamatórios, hormonais e de dano muscular, utilizados como controle para treinamento de atletas de alto rendimento.

Objetivo Secundário:

1. Verificar o comportamento de marcadores de dano muscular CK e respostas hormonais de Cortisol e Testosterona frente a treinamentos excêntricos específicos de futebol.
2. Verificar o comportamento desses marcadores de acordo com os polimorfismos genéticos encontrados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Estes procedimentos não oferecem riscos aos participantes já que todos os procedimentos são de rotina dos clubes e acontecem de forma sazonal pelo departamento médico e de fisiologia dos

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho

Bairro: Bloco C, Sala 7, Comitê de Ética

CEP: 65.080-040

UF: MA

Município: SAO LUIS

Telefone: (98)3272-8708

Fax: (98)3272-8708

E-mail: cepufma@ufma.br

Continuação do Parecer: 2.710.602

mesmos.

Benefícios:

A identificação da predisposição genética de atletas de alto rendimento, traz informações importantes para treinadores e técnicos para o ajuste individual das cargas de treinamento. A busca de fatores que indiquem o estado de treinamento do atleta de forma crônica e a magnitude do estímulo representado por uma sessão de treinamento ou jogo tem sido motivo de investigações no meio esportivo. Se não controlado de forma adequada, o treinamento pode representar uma situação de risco para o organismo podendo desencadear lesões em que o atleta precise de um maior tempo de recuperação. Uma vez que, dispondo dessa informação de respostas fisiológicas de cada atleta, associadas às suas características genéticas, a comissão técnica poderá interpretar melhor o significado destes estímulos usados para desencadear adaptações ao treinamento, assim como planejar melhor os períodos de recuperação entre as sessões de treinamento e as competições.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa esta elaborada com todos os elementos necessários ao seu pleno desenvolvimento.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatórios foram entregues e estão de acordo com a resolução 466/12 do CNS.

Recomendações:

Não existem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram acatadas e corrigidas e estão de acordo com a resolução 466/12 do CNS.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1039996.pdf	22/05/2018 10:09:20		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	osasco.pdf	22/05/2018 10:08:55	Emerson Silami Garcia	Aceito

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho

Bairro: Bloco C, Sala 7, Comitê de Ética

CEP: 65.080-040

UF: MA

Município: SÃO LUIS

Telefone: (98)3272-8708

Fax: (98)3272-8708

E-mail: cepufma@ufma.br

Continuação do Parecer: 2.710.602

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_CONSENTIMENTO_ESCLARECIDO.docx	25/04/2018 09:19:26	Emerson Silami Garcia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_CONSENTIMENTO_ESCLARECIDO.pdf	25/04/2018 09:17:41	Emerson Silami Garcia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROPOSTA.docx	25/04/2018 09:06:44	Emerson Silami Garcia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROPOSTA.pdf	18/12/2017 17:09:59	Emerson Silami Garcia	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	18/12/2017 15:38:07	Emerson Silami Garcia	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO LUIS, 13 de Junho de 2018

Assinado por:
FRANCISCO NAVARRO
(Coordenador)

Endereço: Avenida dos Portugueses, 1966 CEB Velho

Bairro: Bloco C, Sala 7, Comitê de Ética **CEP:** 65.080-040

UF: MA **Município:** SAO LUIS

Telefone: (98)3272-8708 **Fax:** (98)3272-8708 **E-mail:** cepufma@ufma.br