

Análise da variabilidade do funcionamento do sistema nervoso autônomo de atletas com paralisia cerebral da modalidade de Futebol PC

Variability analysis of the operation of the autonomous nervous system of athletes with cerebral PC soccer modality

GORLA, José Irineu¹; BURATTI, Jessica Reis²; SOUZA, Nayara Christine³; COELHO, Viviane Ceccato⁴; ASSOUF, Eliana⁵

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo caracterizar o perfil da análise funcional da variabilidade do sistema nervoso autônomo (SNA) e cognitivo em atletas com paralisia cerebral da modalidade de futebol PC. Para análise utilizou-se da antropometria para caracterizar a população e, a técnica de neurometria para avaliar o funcionamento do sistema nervoso autônomo e cognitivo, por meio dos protocolos de DLO e POC. A amostra foi composta por 12 atletas de Futebol PC, com média de idade de 28 anos ($\pm 7,1$). Verificou-se que o grupo dentro dos parâmetros neurométricos apresentou uma tendência moderada aos transtornos de ansiedade, possíveis variações fisiológicas, com moderada alteração e tendência significativa para deficiência na reserva funcional ou nutricional, com predomínio da onda cerebral de pulso rápido.

Palavras Chaves: Paralisia Cerebral, antropometria, composição corporal, neurometria, neuroimagem, atividades cognitivas.

SUMMARY

The present study aims to characterize the profile of the functional analysis of autonomic nervous system (ANS) and cognitive variability in athletes with PC Soccer Cerebral Palsy. Anthropometry was used to characterize the population and the neurometric technique to evaluate the functioning of the autonomic nervous system and cognitive through the DLO and POC protocols. The sample consisted of 12 PC Soccer athletes, with a mean age of 28 years (± 7.1). It was found that the group within the neurometric parameters showed a moderate tendency to anxiety disorders, possible physiological variations, with moderate alteration and significant tendency to functional reserve deficiency or nutritional, with a predominance of fast pulse brain wave.

1 Professor Doutor Livre Docente do Departamento de Estudos da Atividade Física Adaptada- Faculdade de Educação Física -Universidade Estadual de Campinas UNICAMP Coordenador do Laboratório de Avaliação Física em Exercício e Esporte Adaptados -LAFEEA

2 Doutoranda em Atividade Física Adaptada - Faculdade de Educação Física -Universidade Estadual de Campinas – Membro do Laboratório de Avaliação Física em Exercício e Esporte Adaptados -LAFEEA

3 Doutoranda em Atividade Física Adaptada - Faculdade de Educação Física -Universidade Estadual de Campinas – Membro do Laboratório de Avaliação Física em Exercício e Esporte Adaptados -LAFEEA

4 Graduada em Educação; Pós-graduada em psicopedagogia institucional e neuropsicopedagogia clínica; Especialista em Neurometria funcional – Membro do Laboratório de Avaliação Física em Exercício e Esporte Adaptados -LAFEEA

5 Graduada em ciências e letras, Psicanalista, Especialista em Neurometria funcional, Master Practitioner em Programação Neurolinguística, Hipnose Ericksoniana, Coaching, Constelação Familiar e Empresarial

1. INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC), também denominada encefalopatia crônica da infância, é definida como um distúrbio não progressivo do movimento, que afeta o sistema nervoso central (SNC), podendo ocorrer antes, durante ou após o nascimento. Segundo Rosenbaum et al. (2007), é caracterizada por distúrbios no desenvolvimento motor e postural, geralmente são acompanhadas por alterações na sensação, percepção, cognição, comunicação e no comportamento.

A PC pode ser classificada por sua função motora que inclui os tipos: extrapiramidal ou discinético (atetóide, coreico e distônico), atáxico, misto e espástico e pela topografia sendo a localização do corpo afetado, incluindo tetraplegia ou quadriplegia, monoplegia, paraplegia ou diplegia e hemiplegia (SCHWARTZMAN, 1993; SOUZA & FERRARETTO, 1998).

Apesar da limitação motora presente na deficiência é possível explorar a eficiência motora dos indivíduos, ao estimulá-los com tarefas motoras complexas, dentre as modalidades está a prática do futebol (LEVITT, 2010). Dentre as modalidades praticadas por pessoa que apresentam PC, temos o Futebol PC, que segue as regras da FIFA para o futebol convencional, com algumas adaptações realizadas pela Associação Internacional de Esporte e Recreação para PC (CP-ISRA, 2019) levando em consideração os acometimentos causados pela deficiência.

Tanto o futebol, como em outras modalidades coletivas que necessitam de treinamentos mais intensivos, observa-se a necessidade de avaliar aspectos relacionados às questões fisiológicas e funcionais dos praticantes, desse modo, a neurometria tem sido utilizada para avaliar a funcio-

nalidade do sistema nervoso autônomo (SNA), dessa forma contribuindo para uma melhor performance nos diferentes âmbitos da vida do indivíduo.

A neurometria é um conjunto de ferramentas que se utiliza de técnicas e procedimentos cientificamente comprovados, reconhecidos mundialmente, que evidencia a interação entre cérebro, corpo e comportamento. O termo funcional está relacionado à variabilidade do funcionamento do SNA, imunológico e metabólico, isto é, quanto maior e melhor a variabilidade, mais funcional e adaptativo esses sistemas se encontrarão.

Por tanto, o presente estudo tem por objetivo caracterizar o perfil do DLO e POC em atletas com Paralisia Cerebral da modalidade de Futebol de PC, bem como apresentar o perfil antropométrico de atletas da elite da modalidade.

2. OBJETIVOS

Caracterizar o perfil da análise funcional da variabilidade do sistema nervoso autônomo (SNA) e cognitivo em atletas com Paralisia Cerebral da modalidade de Futebol PC.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo tem caráter transversal, e caracteriza-se como estudo descritivo, com teor exploratório (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). Foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (Parecer CEP Número do Parecer: 3.385.622). A amostra foi composta por 12 atletas de Futebol PC, com média de idade de 28 anos ($\pm 7,1$). Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Es-

clarecido (TCLE) previamente à coleta dos dados.

Para avaliação dos sujeitos foram utilizados dois instrumentos sendo: antropometria, afim de conhecer o perfil antropométrico dos atletas e da técnica de neurometria afim de verificar variabilidade do funcionamento do sistema nervoso autonômico, imunológico e metabólico dos atletas.

3.1 Antropometria

Os sujeitos foram submetidos a um protocolo de avaliação antropométrica, sendo avaliados os seguintes parâmetros: Massa (Kg), Estatura (cm), Envergadura (cm), Tamanho da mão e do pé (cm), Espessura de Pregas Cutâneas. Para aferição da massa corporal foi utilizado balança plena modelo Acqua® com escala de 0.1 kg. A estatura foi realizada na posição supina utilizando um estadiômetro de parede WCS®, de 220 cm e com precisão de 0.1 cm, do topo da cabeça à extremidade do calcanhar. Os sujeitos impossibilitados de realizar a extensão dos membros inferiores serão medidos por segmentos.

A mensuração da espessura de pregas cutâneas (milímetros) foi realizada através de um compasso da marca Harpendter. As pregas cutâneas aferidas foram: tripital, bicipital, subescapular, axilar média, peitoral, supra-ílica, abdominal, coxa e panturrilha segundo descrição apresentada por Guedes e Guedes (2006).

3.2 Neurometria

A Neurometria é uma metodologia multimodal, organizacional e multidisciplinar. Trata-se de um software modelo Neurometria V6 desenvolvido por Nelson Alves, sob registro ANVISA MS: 81403519002 e patente N°: 102060268338, que processa por meio de sinais e imagens do cérebro em tempo real e a variabilidade do funcio-

namento do sistema nervosa autonômico, por meio de sensores não invasivos.

A metodologia utilizada no presente estudo foi realizada por meio dos seguintes procedimentos: Análise funcional do sistema nervoso e cognitivo (DLO) e Análise do predomínio de ondas do cérebro (POC).

3.3 Estatísticas de desempenho da análise de DLO.

O sistema foi regulamentado no ministério da saúde para utilização em diagnóstico, tratamento, treinamentos e terapêuticas, tendo como suas finalidades: aparelho para captação de sinais fisiológicos para exame, diagnóstico, terapêutica e treinamentos funcionais, tendo como características: A) Sinais captados pelo equipamento: fluxo sanguíneo, variabilidade da frequência cardíaca, temperatura, sudorese, biomiografia, fluxo respiratório e EEG/telemetria; B) Tipos de diagnósticos sugeridos: análise da variabilidade do sistema nervoso, mapeamento cerebral, distúrbios cardiovasculares, distúrbios do sono e déficit de atenção; C) Terapias sugeridas: transtornos de ansiedade e do humor, controle do ritmo cardíaco na prevenção do infarto e AVC, controle psicofisiológico, performance pessoal, esportiva e desempenho cognitivo; D) Tipo de treinamento sugerido: autorregulação das funções fisiológicas por treinamento respiratório, muscular, cardíaco, temperatura periférica e sudorese por biofeedback, e no treinamento da atividade cerebral por EEG/telemetria e E) Tipos de sensores: sensor respiratório, sensor resposta fisiológica (temperatura), sensor variabilidade cardíaca (fluxo sanguíneo), sensor controle de ansiedade (resistência eletrodérmica), sensor neurometria encefálica (eeg/telemetria) e sensor biomiografia (muscular).

O exame de DLO consiste na análise funcional da variabilidade do sistema nervoso autônomo (SNA) e cognitivo, onde

o resultado final representa uma resposta fisiológica ao estímulo estressor ocasionado pela manobra de posições (Decúbito dorsal- Levantar- Ortostático), a qual as iniciais dos nomes representam a sigla DLO. O organismo ao receber um estímulo (levantar), reage imediatamente, disparando uma série de reações via sistema nervoso, endócrino e imunológico, através da estimulação do hipotálamo e do sistema límbico. Estas estruturas compõem o sistema nervoso central (SNC) relacionadas com o funcionamento dos órgãos e regulação das emoções, tendo por finalidade a estabilidade do organismo.

O resultado final do DLO representa uma resposta fisiológica ao estímulo estressor ocasionado pela manobra de posições (levantar), aonde o organismo é submetido a um estímulo que pode ameaçar a sua homeostase. O SNA tende a reagir apresentando um conjunto de respostas funcionais específicas, que podem ou não constituir um distúrbio funcional, assim como, uma

excelente capacidade adaptativa. (PEREIRA,2019).

Cabe ressaltar que o termo funcional está relacionado à variabilidade do funcionamento do sistema nervoso, imunológico e metabólico, quanto maior e melhor a variabilidade, mais funcional e adaptativo esses sistemas estarão onde associados ao cognitivo poderão intervir em ações terapêuticas, psicoterapêuticas, medicamentosas e alimentares (NCCAM Publication No D239, agosto de 2005).

Os Relatórios Estatístico-Numérico, tem como objetivo coletar dados numéricos, para avaliação funcional de atletas de PC e encontrar em sua fisiologia aspectos importantes, estabelecendo hipóteses, aonde os resultados venham a gerar índices conclusivos para que possamos avaliar padrões em sua fisiologia. Os resultados de cada relatório, colaboram na busca de soluções e aumentar a eficácia das estratégias esportivas convencionais em atletas PC.

SUJEITOS	IDADE	EST	MC	IMC	% GORD
1	16	167	53,5	19,18	4,8
2	28,2	176	64,1	20,69	6,4
3	33,0	179	92,2	28,78	23,8
4	32	166	68,6	24,89	16,9
5	36,4	178	75,4	23,80	18,1
6	30,9	180	76,1	23,49	10
7	21,4	182	66,7	20,14	8,30
8	40,8	168	79,6	28,20	19,2
9	20,9	179	86	26,84	12,3
10	21	176	73,6	23,76	16,1
11	29,1	170	61,3	21,21	14,3
12	18,9	163	66,2	24,92	11,2
Média (DP)	28,7(±7,7)	176(±6,5)	71,1(±10,8)	23,8(±3,1)	13,3(±5,6)

Legenda: MC: Massa Corporal; EST: estatura; IMC: índice de massa corporal; %G: percentual de gordura corporal; DP: desvio padrão.

Tabela 1 - Características antropométricas e da composição corporal

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de DLO e POC, possibilitou identificar e analisar as possíveis alterações de comportamentos e desequilíbrios funcionais do SNA em atletas com PC. Dentro dessa abordagem multimodal é possível acessar o campo de percepção sistêmica do indivíduo.

Os resultados e as discussões serão apresentados na seguinte ordem: 1) Sistema nervoso autônomo e variabilidade cardíaca 2) Desempenho funcional do sistema nervoso autonômico, através da amplitude e frequência simpática e parassimpática 3) Análise do índice total das médias dos índices barorreflexo e resposta hemodinâmica 4) Análise do desempenho do controle de ansiedade 5) Análise da resposta fisiológica (temperatura periférica) 6) Predomínio de onda cerebral (POC) em atletas com PC.

Na tabela 1, na página ao lado, são apresentadas as características antropométricas e da composição corporal dos sujeitos participantes do estudo.

4.1 Sistema nervoso autônomo e variabilidade cardíaca

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é o principal mecanismo de controle da frequência cardíaca (FC), o ramo simpático do sistema nervoso autônomo aumenta a FC, acarretando intervalos mais curtos entre os batimentos cardíacos. Por sua vez, o ramo parassimpático desacelera a FC levando a um aumento entre os batimentos cardíacos. Assim, a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) pode ser determinada com base nos intervalos RR, que são intervalos de tempo entre duas ondas R consecutivas do eletrocardiograma (CARVALHO, 2001).

A diminuição da VFC pode ser um indicador prognóstico de algumas doenças cardíacas e sistêmicas (GRUP et al., 1994), bem como uma alta variabilidade da frequência cardíaca indica um indivíduo com bom funcionamento dos mecanismos de controle autonômico (PUMPRLA et al., 2002). Assim, as anormalidades na fisiologia autonômica especialmente o aumento da atividade simpática, o tônus vagal atenuado e a diminuição da frequência cardíaca na recuperação tem sido associado ao aumento da mortalidade (ROSENWINKEL et al., 2001).

A neurometria utiliza a análise da VFC como uma de suas ferramentas para a mensuração da atividade do sistema nervoso autônomo (SNA). A Análise neurométrica cardio-funcional consiste em um conjunto de adaptações neurofisiológicas e funcionais, que conferem maior ou menor capacidade do coração em responder a diferentes circunstâncias como: estresse, sedentarismo, idade avançada, entre outros. Essas adaptações, provavelmente, estão relacionadas a um aumento da demanda energética e intensa modificação do ambiente químico muscular e sistêmico, as quais apresentam diferentes frequências cardíacas (bradicardia e taquicardia), intervalos R-R e índice barorreflexo.

Na análise cardio funcional, os valores de referência vão do mínimo -4 (ou 0%) até o valor máximo +4 (ou 100%), onde 0 (zero, ou 50%) é o valor ideal. Dessa forma, o sistema nervoso cárdio-funcional **não pode apresentar uma baixa atividade de -4 (ou próximo de 0%)**, podendo indicar uma deficiência severa e, também, não pode apresentar uma alta atividade +4 (ou próximo de 100%) indicando um excesso de atividade cárdio-funcional, compatível com transtornos de ansiedade e taquicardia. Com isso, o valor em 0 (ou 50%) representa o equilí-

ATLETAS	IDADE	ANÁLISE CARDIO-FUNCIONAL
1	16	3 - "MODERADA" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE.
2	28,2	0 - ATIVIDADE CARDIO-FUNCIONAL NORMAL
3	33,0	0 - ATIVIDADE CARDIO-FUNCIONAL NORMAL
4	32	2 - "MODERADA" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE
5	36,4	1 - "LEVE" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE
6	30,9	3. "MODERADA" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE
7	21,4	0 - ATIVIDADE CARDIO-FUNCIONAL NORMAL
8	40,8	0 - ATIVIDADE CARDIO-FUNCIONAL NORMAL
9	20,9	2 - "MODERADA" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE
10	21	2 - "MODERADA" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE
11	29,1	2 - "MODERADA" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE
12	18,9	4 - "SEVERA" TENDÊNCIA A TRANSTORNOS DE ANSIEDADE

QUADRO 1- Análise Cardio-funcional

brio do sistema nervoso no eixo cardio-funcional. Esses marcadores neurofisiológicos nos orientam sobre a condição autonômica do atleta analisado, seus níveis de aptidão física como também sua capacidade Funcional.

A VFC está sendo muito utilizada como avaliador do sistema nervoso autonômico, uma vez que esta influencia diretamente na manutenção da homeostase. Seu emprego é variado sendo um preditor das funções intrínsecas do organismo, tanto em condições ditas normais quanto em condições patológicas, permitindo uma avaliação sobre a saúde do indivíduo (VANDERLEI et al., 2009).

O coração responde ao exercício físico através do aumento na frequência de suas contrações (ROBERGS e ROBERTS, 2002). Esse aumento decorre do fluxo sensorial proprioceptivo proveniente dos músculos, tendões, cápsula articular e ligamentos que é iniciado no momento da prática da atividade física e segue em direção ao sistema nervoso central (SNC), que interpreta e integra estas informações respondendo adequadamente via sistema nervoso autônomo simpático. Além disso, alguns

metabólitos e quimiorreceptores também influenciam as respostas cardiovasculares e respiratórias ao exercício resistido (TORTORA e GRABOWSKI, 2002).

Segue ao lado a figura individual e do grupo do desempenho cardio-funcional dos atletas analisados.

Foi possível observar que o grupo apresentou um desempenho cardio funcional moderado, dentro dos parâmetros neurométricos, indicando uma tendência moderada aos transtornos de ansiedade, esses índices sugerem possíveis alterações de sono entre outras disfunções. Através desses resultados algumas ações se tornam necessárias entre elas: mudanças no estilo de vida, menor uso de estimulantes, adequação do sono e diminuição de ansiedade através de treinamentos computadorizados. Essas ações podem ajudar a prevenir um desgaste maior da fisiologia como também alterações comportamentais e psicológicas.

Zuculo et al. (2014), mostraram em um estudo que mais de 60% de pessoas com PC apresentaram distúrbios de sono sendo os mais comuns, os respiratórios e a

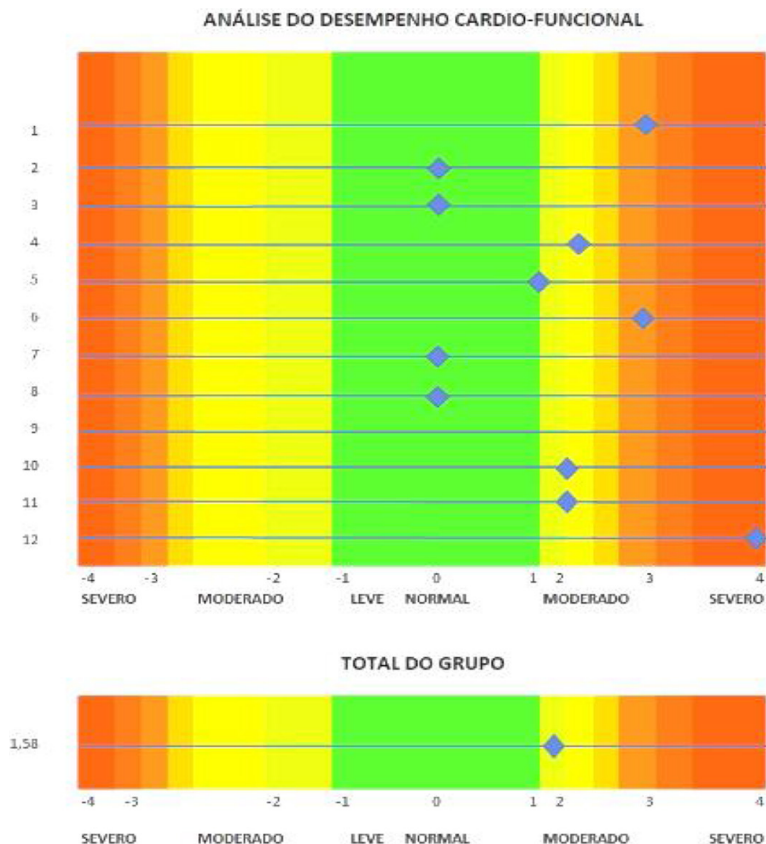


FIGURA 1 – Análise do desempenho cardio-funcional

hiperhidrose do sono, O padrão de sono alterado nos PCs afeta diretamente aspectos tanto do seu bem-estar físico e emocional.

Os atletas com índices moderado alto ou severo, apresentaram um desgaste maior da sua fisiologia, podendo caracterizar estresse adrenal com provável distonia neurovegetativa, o que pode refletir significativamente no controle sobre a sua ansiedade, acompanhados de possíveis quadros de angústia, disfunções do sono e reações negativas à raiva.

Tais características podem levar a um quadro de aumento da ansiedade perto das competições, fazendo com que seu emocional não contribua para a sua performance, como também possa deixá-lo mais vulnerável aos eventos externos.

4.2 Desempenho funcional do sistema nervoso autônomo, através da amplitude e frequência simpática e parassimpática.

O SNA é formado por duas unidades: o sistema nervoso simpático (SNS) e sistema nervoso parassimpático (SNP). Ambas as fibras eferentes emergem do SNC, sendo que o SNS inicia-se a nível da medula torácica e lombar, enquanto que o SNP a nível do tronco cerebral. A maioria dos órgãos recebe dupla inervação, com exceção das **glândulas sudoríparas e dos vasos, sendo que os dois sistemas exercem com frequência efeito oposto sobre o órgão alvo.** Entretanto, a ativação tônica dos sistemas permite a regulação fina por meio do aumento, ou da redução da atividade (POWER & HOWLEY,2000).

Independentemente do modo de controle, o SNA utiliza diferentes estratégias para comandar os efetores (células ou órgãos que realizam uma determinada tarefa em resposta a uma mensagem química transmitida por via sináptica difusional ou através da circulação sanguínea) que podem ser células secretoras (glandulares) ou células contrateis (musculares ou micipiteiliais) (LENT, 2001).

A análise neurométrica referente ao desempenho funcional individual e do grupo foram realizadas considerando a combinação ou a soma dos valores autonômicos, simpático e parassimpático, tanto na amplitude como na frequência.

QUADRO 2- Resultados do desempenho do sistema nervoso autônomo: amplitude e frequência simpática e parassimpática de atletas PCs.

ATLETAS	IDADE	DF-SNA (AMPLITUDE)	DF-SNA (FREQUÊNCIA)
1	16	S-94,09% P-67,58%	S-57,02% P-42,98%
2	28,2	S-62,05% P-55,23%	S-57,66% P-42,34%
3	33,0	S-65,42% P-67,90%	S-53,45% P-46,55%
4	32	S-96,76% P-46,09%	S-57,98% P-42,02%
5	36,4	S-91,28% P-84,45%	S-55,72% P-44,28
6	30,9	S-95,05% P-60,70%	S-68,16% P-31,84%
7	21,4	S-65,96% P-36,67%	S-68,23% P-31,77%
8	40,8	S-50,34% P-26,67%	S-52,49% P-47,51%
9	20,9	S-93,10% P-73,14%	S-54,24% P-45,76%
10	21	S-96,08% P-67,76%	S-54,07% P-45,03%
11	29,1	S-93,33% P-63,81%	S-44,07% P-55,93%
12	18,9	S-96,56% P-72,48%	S-68,26% P-31,74%

Com o objetivo de elucidar as informações coletadas através das imagens, podemos resumir a diferença entre amplitude e frequência simpática e parassimpática da seguinte forma: Amplitude, corresponde à capacidade e a qualidade individual do simpático e parassimpático em ter um melhor

desempenho ou vigor autonômico. Enquanto que a Frequência é a capacidade que o cérebro tem em acionar cada via nervosa, ou seja, simpático e parassimpático, para cada necessidade funcional ou comportamental, tendo como objetivo alcançar o melhor equilíbrio ou balanço autonômico adaptativo.

As figuras da próxima página demonstram que as condições gerais do SNA dos atletas analisados apresentaram predominância em 66% da Amplitude Simpática compatível com intensidade alta, 25% intensidade moderada e 9% intensidade regular ou normal. Enquanto que na Amplitude Parassimpática encontramos predominância em 65% de estímulos com intensidade moderada e 35% intensidade baixa. Os dados apresentam um predomínio maior da atividade simpática, caracterizando uma condição de desequilíbrio do SNA compatível tensão nervosa, aumento de susceptibilidade a dor e distresse.

No que se refere aos parâmetros da Frequência simpática e parassimpática, podemos observar que há um predomínio do simpático em 11 dos 12 atletas, isto é, o sistema nervoso aciona mais vezes a via simpática do que a parassimpática, comprometendo o balanço autonômico dos atletas com PC, podendo levar ao desgaste muscular mais rápido que o normal, arritmia cardíaca, sobrecarga fisiológica e aumento de intensidade em resposta a estímulos psicológicos.

Importante ressaltar que o predomínio simpático são características de indivíduos que apresentam transtornos de ansiedade. Sanchez-Gonzalez et al. (2015), afirma que a presença da ansiedade provoca uma diminuição do tônus vagal, aumentando a atividade do SNS e atenuando a reatividade cardíaca ao estresse.



FIGURA 2 – Resultado individual da amplitude de frequência simpática e parassimpática

Nesse sentido, o cérebro interage com o coração e regula a atividade cardíaca em resposta aos estímulos psicológicos, sendo que a ansiedade e o estresse são exemplos desses estímulos. O uso de atividades mentais pode aumentar a capacidade cardíaca, Yu et al. (ano 14). Um aumento elevado da ansiedade durante situações de estresse pode sugerir a vulnerabilidade dos indivíduos às doenças cardiovasculares (SANCHEZ-GONZALEZ ET AL., 2015).

4.3 Análise do índice total das médias dos Índices Barorreflexo e Resposta Hemodinâmica

O Índice Barorreflexo é uma medida não-invasiva da variação do oxigênio funcional no sangue, nos aspectos neurométricos apresenta uma escala que varia de 0 a 100%. Na avaliação dos atletas foram considerados os seguintes índices:

- 1 - Índice Barorreflexo “ÓTIMO” Acima de 90%
- 2 - Índice Barorreflexo “REGULAR” Entre 80% e 90%
- 3 - Índice Barorreflexo “REGULAR” Entre 70% e 80%
- 4 - Índice Barorreflexo “SEVERO ou GRAVE” durante situações de estresse pode sugerir a vulnerabilidade dos indivíduos às doenças cardiovasculares (SANCHEZ-GONZALEZ ET AL., 2015). Abaixo de 70%
- 5 - Abaixo de 60-50% são caracterizados como valores não compatíveis com a fisiologia humana.

A Hemodinâmica é uma medida não-invasiva da variação do fluxo sanguíneo, que também apresenta uma escala que varia de 0 a 100%. Na avaliação dos atletas foram considerados os seguintes índices:

1 - Fluxo Sanguíneo em “NÍVEL ACEI-TÁVEL”: Abaixo de 10%

2 - Fluxo Sanguíneo Compatível com “LEVE” Alteração Funcional: Entre 10% e 20%

3 - Fluxo Sanguíneo Compatível com “MODERADO” Alteração Funcional: Entre 20% e 30%

4 - Fluxo Sanguíneo Compatível com

“SEVERA” Alteração Funcional: Entre 30% e 40%

5 - Fluxo Sanguíneo Compatível com “GRAVE” Alteração Funcional: Acima de 40%

6 - Acima de 45-50% são caracterizados como valores não compatíveis com a fisiologia humana.

ATLETA	IDADE	OXIGÊNIO FUNCIONAL	HEMODINÂMICA
1	16	74,56% - Moderado	19,51% - “LEVE” Alteração Funcional
2	28,2	86,73% - Regular	20,80% - “MODERADA” Alteração Funcional
3	33,0	72,22% - Moderado	37,45% - “SEVERA” Alteração Funcional
4	32	85,07% - Regular	16,05% - “LEVE” Alteração Funcional
5	36,4	95,37% - Ótimo	16,08% - “LEVE” Alteração Funcional
6	30,9	87,10% - Regular	16,33% - “LEVE” Alteração Funcional
7	21,4	96,07% - Ótimo	17,10% - “LEVE” Alteração Funcional
8	40,8	83,17% - Regular	22,56% - “MODERADA” Alteração Funcional
9	20,9	93,21% - Ótimo	25,91% - “MODERADA” Alteração Funcional
10	21	79,06% - Moderado	21,08% - “MODERADA” Alteração Funcional
11	29,1	68,09% - Severo	19,92% - “LEVE” Alteração Funcional
12	18,9	84,19% - Regular	15,06% - “LEVE” Alteração Funcional

QUADRO 3 - Índices Barorreflexo e Resposta Hemodinâmica

Abaixo, figuras referentes aos resultados da análise individual e de grupo do oxigênio funcional e da Hemodinâmica do fluxo sanguíneo dos atletas PC.

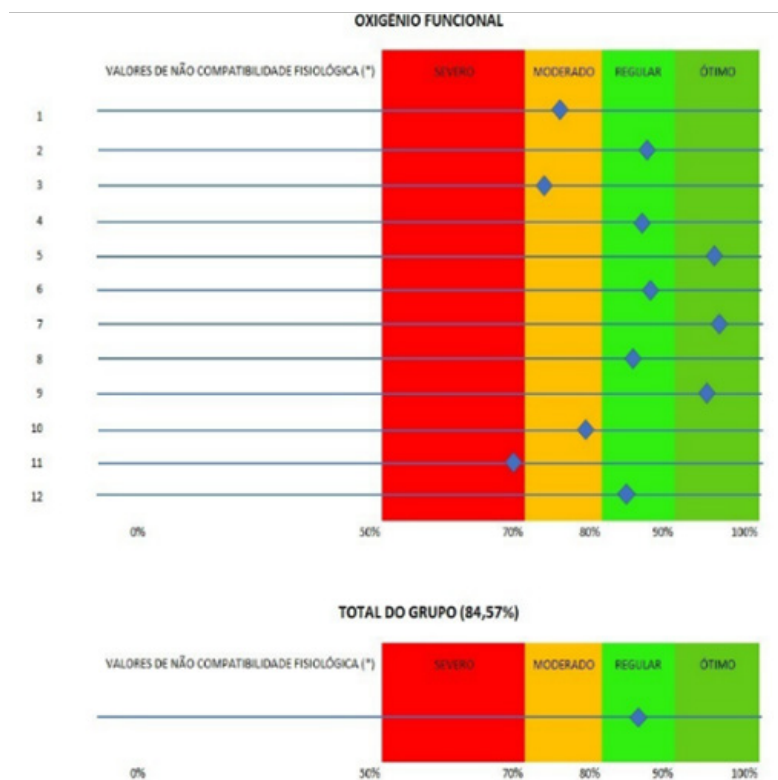


FIGURA 3 - Resultados da análise individual e de grupo do oxigênio funcional e da Hemodinâmica

Podemos considerar que o resultado dessa análise apresentou um índice barorreflexo regular. De acordo com a classificação da Neurometria podemos averiguar as possíveis variações fisiológicas entre elas, compatíveis com: alteração respiratória, desgaste cognitivo e problemas de concentração.

Dessa forma, quanto menor for a porcentagem do índice barorreflexo maior será a deficiência do oxigênio funcional, podendo ocasionar: dificuldades respiratórias, formigamentos, tonturas, diminuição da capacidade cognitiva (racional), concentração, apreensão, dificuldade de realizar exercícios físicos e deficiência de coordenação motora.

Quanto ao resultado da análise da Hemodinâmica do fluxo sanguíneo o mesmo foi compatível com “MODERADA”. Esse resultado sugere:

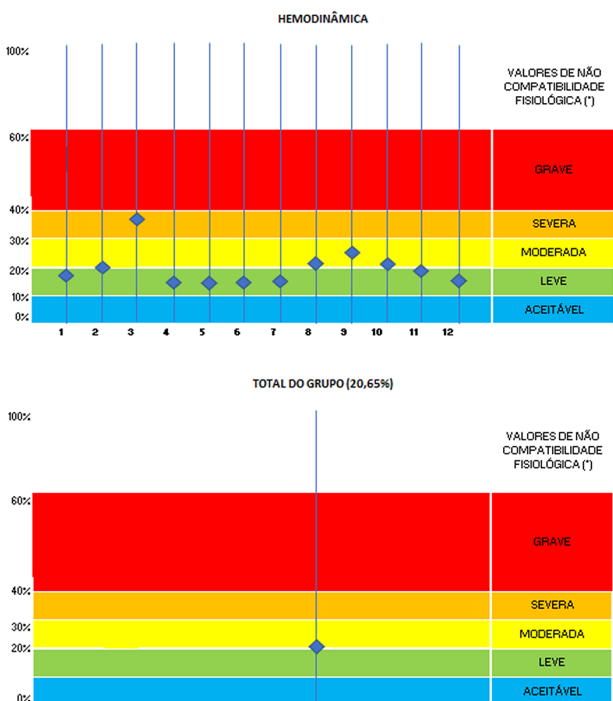
1) Analisar: moderada viscosidade ou turbilhamento sanguíneo e verificar resposta inflamatória.

2) Averiguar: moderada insuficiência no transporte de nutrientes e oxigênio, trocas gasosas e resistência vascular. A má absorção de nutrientes pelo organismo afeta diretamente a reserva funcional ou nutricional do atleta.

Dentro da classificação Neurométrica podemos considerar que quanto maior for a porcentagem da resposta hemodinâmica, maior será a deficiência do fluxo sanguíneo, podendo gerar problemas circulatórios e, conseqüentemente, distúrbios cardiovasculares, (doenças cardíacas, avc etc.), alteração na resposta inflamatória e deficiência na cicatrização.

Ações que visem melhorar a hemodinâmica e o oxigênio funcional vão interferir significativamente na performance, concentração, raciocínio e controle emocional do atleta.

FIGURA 4 - Hemodinâmica do fluxo sanguíneo



4.4 Análise do Desempenho do Controle de Ansiedade

O controle da ansiedade é a capacidade que o indivíduo tem em se adaptar aos estímulos estressores do dia a dia, tanto de ordem física como psicológica.

A análise neurométrica do controle da ansiedade corrobora para obtermos dados através da neurofisiologia dos atletas, para que possam reaver o equilíbrio do SNA, propiciando a estabilidade emocional e fisiológica.

Dessa forma, nossos comportamentos, hábitos e atitudes podem estar diretamente relacionados à nossa boa capacidade funcional fisiológica e, também, a nossa reserva funcional (nutrição adequada), ou seja, a capacidade de adaptação que o sistema nervoso tem, frente a eventos estressores, através da combinação equilibrada de nossa condição física, mental e nutricional.

Em alta temporada é comum o atleta oscilar a sua reserva funcional entre ótima, boa ou limítrofe, isso requer uma alimentação funcional adequada e suplementos. Porém se o SNA estiver desregulado ele poderá ter uma queima desnecessária de energia, levando a uma liberação inadequada de adrenalina.

4.4.1 Estresse

Processos psicofisiológicos associados ao estresse mental e a ansiedade, estão relacionados à intensa ativação do sistema límbico e do ramo simpático do SNA. O sistema límbico e o SNA atuam direta ou indiretamente na hipófise, com a liberação de hormônios que acionam vários órgãos, glândulas e o músculo cardíaco.

Podemos observar essa conexão através de alguns sinais fisiológicos entre eles: sudorese excessiva, dor ou frio no estômago, boca seca, extremidades frias, disparo dos batimentos do coração, respiração ofegante, tremores, extremidades

frias, hipertensão, desarranjo intestinal, entre outros. No contexto emocional apresentam sintomas como: insegurança, insônia, angústia, desesperança, medos, pânico, dentre outros.

QUADRO 4 – Desempenho e controle de ansiedade

ATLETA	IDADE	DESEMPENHO CONTROLE DE ANSIEDADE	CLASSIFICAÇÃO
1	16	65,81%	MODERADO
2	28,2	16,65%	SEVERO
3	33,0	69,49%	LEVE
4	32	69,37%	MODERADO
5	36,4	75,47%	LEVE
6	30,9	56,54%	MODERADO
7	21,4	61,87%	LEVE
8	40,8	69,12%	LEVE
9	20,9	32,26%	SEVERO
10	21	47,20%	MODERADO-SEVERO
11	29,1	68%	MODERADO
12	18,9	50,11%	MODERADO

A origem do sinal é feita através da resposta eletro-dérmica associada com a atividade simpática, e são captadas pelo

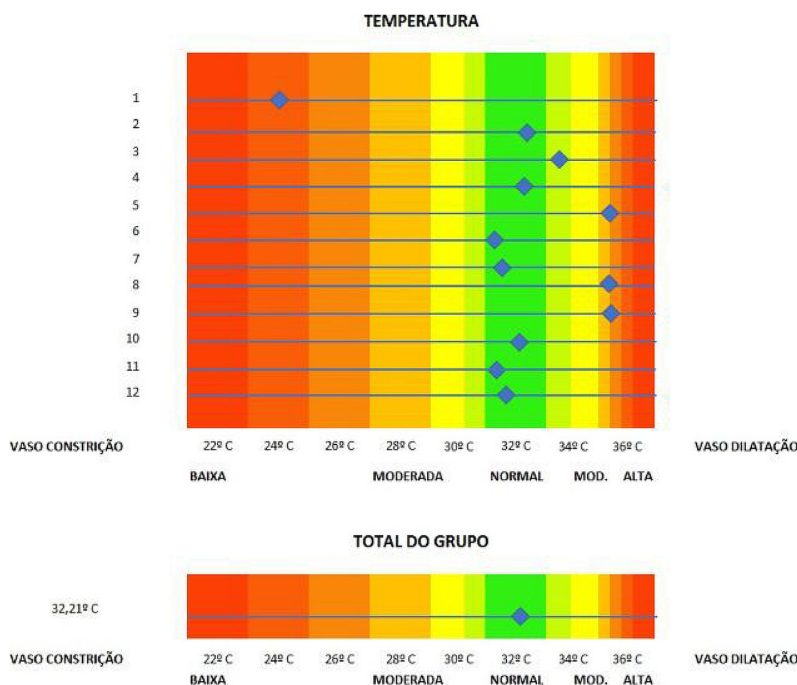


FIGURA 5 - Controle de ansiedade

sensor que fica conectado no dedo indicador e médio. Os valores variam de 0 a 100% e a sua leitura é feita da seguinte forma: “Quanto maior a porcentagem melhor será o Controle de Ansiedade”.

No resultado da análise do desempenho do controle de ansiedade, os atletas apresentam um índice de 55%. No espectro da neurometria esses valores representam um desempenho fisiológico moderado, característico de desgaste físico e emocional, sendo que é compatível com uma fisiologia de estresse adrenal.

Vale ressaltar que os níveis ideais seriam de 80 a 90% do controle da ansiedade.

4.5 Análise da resposta fisiológica (temperatura periférica)

Temperatura periférica tem como referência um valor que varia entre 31.5 °C a 32.5°C, sendo que o ideal seria de 32 °C. Nos padrões fisiológicos, quanto mais baixa for a temperatura periférica, mais “acelerado” poderá estar o sistema nervoso e endócrino, e quanto mais alta for a temperatura mais “lento” poderá estar os 2 sistemas (PEREIRA, 2017).

Ao analisarmos os dados referentes a temperatura periférica, começamos a correlacionar com os demais resultados apresentados nesta análise, dessa forma, teremos mais recursos de investigação para identificarmos prováveis distúrbios associados com vaso-constricção e vaso-dilatação periférica, verificarmos a compatibilidade fisiológica como as reações alimentares, transtornos digestivos, bem como verificar resposta imunológica e hormonal alteradas, disbiose, fadiga, sono e peso.

QUADRO 5– Resposta fisiológica: temperatura periférica

ATLETA	IDADE	RESPOSTA FISIOLÓGICA
1	16	24,17(°C) - temperatura baixa
2	28,2	32,78(°C) - Temperatura moderada
3	33,0	33,54 C (°) - Temperatura moderada
4	32	32,56 (°C) - Temperatura Normal
5	36,4	35,03(°C) - Temperatura alta
6	30,9	31,10(°C) - Temperatura Normal
7	21,4	31,49(°C) - Temperatura Normal
8	40,8	35,53(°C) - Temperatura alta
9	20,9	35,07(°C) - Temperatura alta
10	21	32,29(°C) - Temperatura Normal
11	29,1	31,17(°C) - Temperatura Normal
12	18,9	31,79(°C) - Temperatura Normal

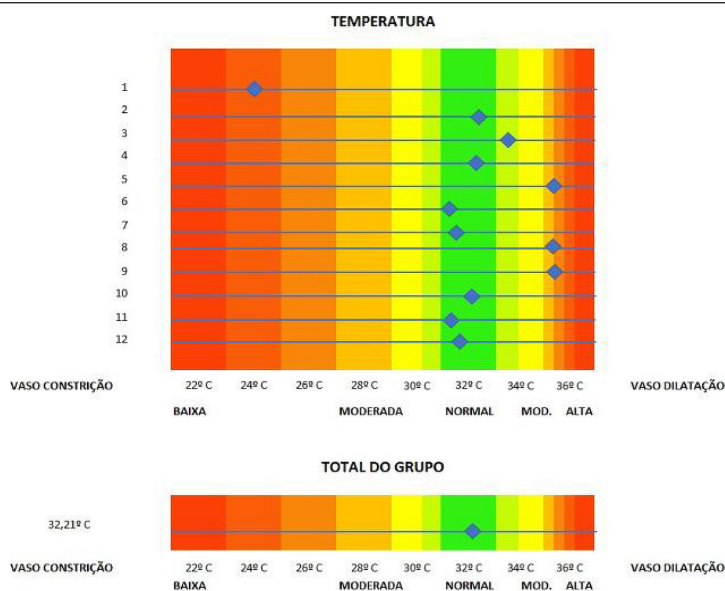


FIGURA 6- Resposta fisiológica: temperatura periférica

Na média o grupo apresentou um bom resultado. Para aqueles atletas que apresentaram índices altos ou baixos na resposta fisiológica, isso pode estar relacionado ao metabolismo, vaso-constricção ou vaso-dilatação periférica inadequada, dificuldades de relaxamento, reação alimentar e disbiose.

Uma das consequências associada à resposta fisiológica é conhecida como disbiose, fazendo com que o organismo se torne mais sensível podendo apresentar determinados quadros, como: deficiência de memória, cansaço, má absorção de nutrientes, reações de hipersensibilidade alimentar, úlceras, doença inflamatória intestinal etc.

Através da análise neurométrica conseguimos correlacionar outros sintomas associados a disbiose entre eles: cefaléia ou enxaqueca, depressão, ansiedade, indivíduos altamente estressados e uso prolongado de antiinflamatórios.

Nesses casos se utilizarmos métodos para diminuir a toxicidade intestinal e equilibrar a flora bacteriana, conseguiremos melhorar esses atletas, trazendo-os também para a margem aceitável de compatibilidade neurofisiológica.

4.6 Predomínio de onda cerebral (POC) em atletas com PC.

A análise POC teve como objetivo encontrar o pulso de onda cerebral predominante em cada atleta. A avaliação foi realizada com os sensores conectados nas mãos e cabeça, onde os sinais foram captados em tempo real, enquanto os atletas respondiam a um questionário contendo 18 perguntas. As áreas do cérebro analisadas foram: frontal central, frontal esquerdo, frontal direito, temporal esquerdo, temporal direito, parietal esquerdo, parietal direito, axial, occipital e límbico.

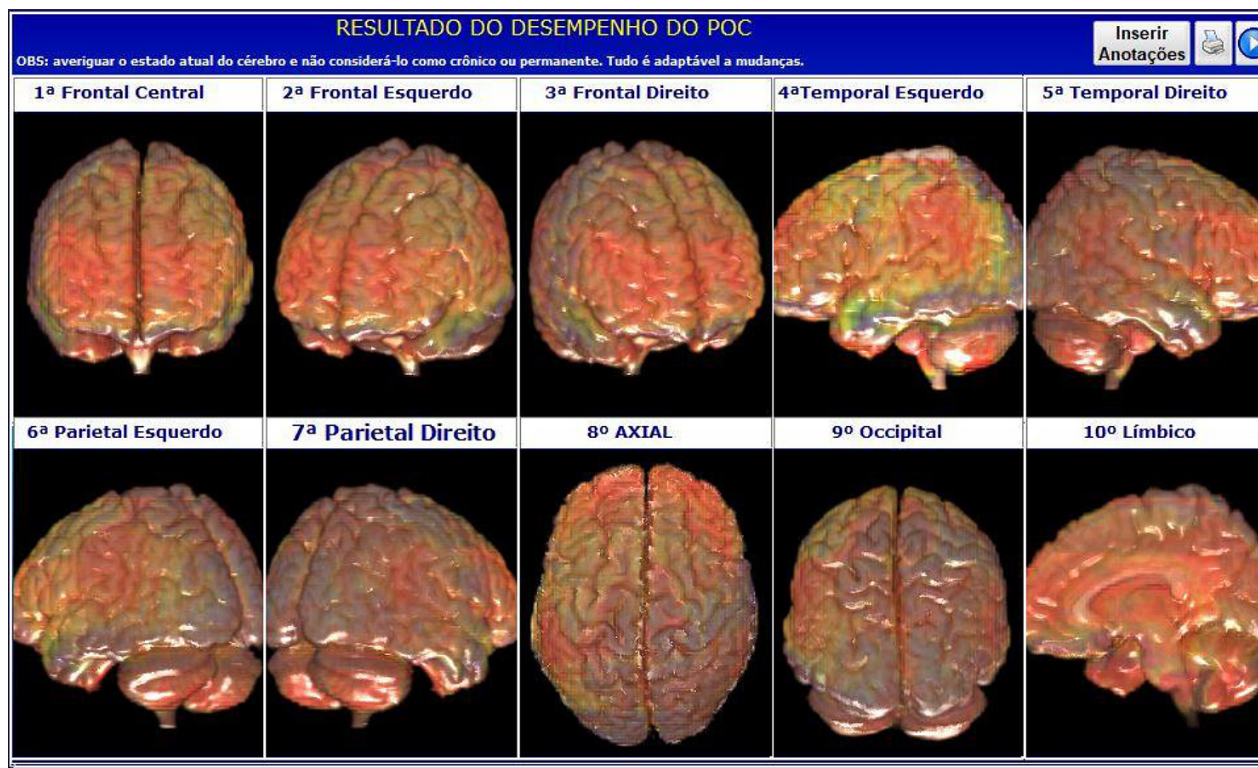


FIGURA 7– Mapeamento do POC

Durante todo o processo foi possível acompanhar os estímulos no cérebro com as ondas e as intensidades de cores em cada região, como também, os marcadores neurofisiológicos para foco, atenção e reação emocional.

O predomínio de qualquer tipo de pulso nervoso pode acelerar funções fisiológicas, motoras, emocionais e racionais. Como também, pode diminuir outras atividades, ou seja, nossa percepção, interpretação, comportamentos e ações que dependem da intercomunicação das regiões do cérebro.

Inúmeros são os fatores que podem afetar o desempenho de um atleta, como comportamentos emocionais, afetivos e problemas de relacionamento. Dessa forma, por mais que ele seja dedicado a atividade esportiva, o seu rendimento pode estar sendo comprometido por outros as-

pectos. Ao encontrar o pulso de onda cerebral predominante, isso pode ajudar a melhorar a sua propriocepção em relação aos comportamentos que podem estar afetando o seu rendimento esportivo.

QUADRO 6 – Pulso de onda cerebral predominante

ATLETA	IDADE	POC
1	16	Pulso Rápido Nível 1
2	28,2	Pulso Rápido Nível 3
3	33,0	Pulso Rápido Nível 1
4	32	Pulso Rápido Nível 2
5	36,4	Pulso Rápido Nível 1
6	30,9	Pulso Rápido Nível 2
7	21,4	Pulso Rápido Nível 1
8	40,8	Pulso Rápido Nível 2
9	20,9	Pulso Médio Nível 2
10	21	Pulso Rápido Nível 1
11	29,1	Pulso Rápido Nível 1
12	18,9	Pulso Rápido Nível 1

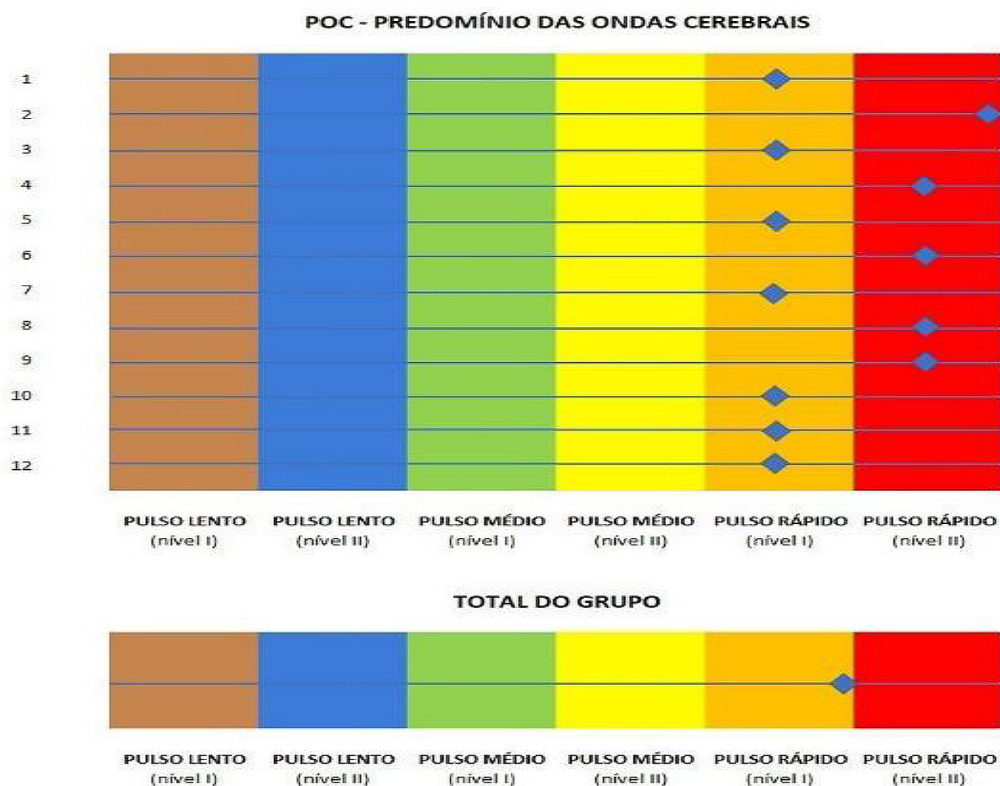


FIGURA 8 – Predomínio de Onda Cerebral

O pulso de onda cerebral predominante entre os atletas foi o pulso rápido (nível I), que através da correlação dos resultados das análises feitas nos atletas foi possível identificar algumas tendências comportamentais entre elas: dificuldade em acionar a memória, aumento no desgaste mental ao realizar um planejamento ou na hora de tomar decisões, diminuição na capacidade de concluir tarefas, predisposição no aumento dos casos de irritabilidade, sonolência em lugares inadequados, momentos de impulsividade e impaciência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da avaliação neurométrica, conseguimos reunir subsídios que contribuem com informações que irão colaborar com os técnicos e preparadores físicos na elaboração de seus planejamentos e treinos.

Os resultados da aplicação dessa técnica permitem guiar os indivíduos com soluções que os ajudem a desenvolver uma melhor avaliação dos fatos relacionados ao esporte, melhorias na própria percepção emocional, compreensão de fatores relacionados à ansiedade e o estresse, assim como, averiguar desgastes fisiológicos e deficiência nutricional que podem comprometer a saúde.

Trata-se de um estudo pioneiro com pessoas com paralisia cerebral o perfil do SNA dos atletas de Futebol PC, através da técnica neurometria e que necessita de mais pesquisas para um melhor entendimento das variáveis do SNA em pessoas com deficiências.

Esse monitoramento neurométrico amplia as possibilidades de fazermos correlações entre as reações neurofisiologias e comportamentais.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, J. L. A. et al. **Desenvolvimento de um sistema para a análise da variabilidade da frequência cardíaca**. Brasília: UNB, 2001. Disponível em: http://www.ene.unb.br/joao-luiz/pdf/cbeb2002_ecglab.pdf. Acesso em: 18/09/2019

CPSRA. CEREBRAL PALSY INTERNATIONAL SPORTS AND RECREATION ASSOCIATION. Disponível em: <https://cpisra.org/>. Acesso em: 17/09/2019

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. São Paulo: Manole Editora Ltda., 2006.

GRUPI, C.; MOFFA, P. J.; BARBOSA, S. A.; SANCHES, PAULO CÉSAR, R.; BARRAGAM FILHO, E. G.; PILEGGI, F. Variabilidade da frequência cardíaca: significado e aplicação clínica. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v.40, n.2, p. 129-136, 1994.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios, conceitos fundamentais da neurociência**. São Paulo: Atheneu, 2001.

LEVITT, S. **Treatment of Cerebral Palsy and Motor Delay**. Wiley-Blackwell, fifth Edition, United Kingdom, 2010.

National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCAM). 2005. *Mind-Body Medicine: An Overview*. NCCAF Publication No. D239. Bethesda, Maryland: U.S. National Institutes of Health.

PEREIRA, N. A. **Interpretação dos resultados gráficos do sistema de neurometria funcional: Exame DLO**. Apostila de interpretação da Análise de DLO, p.19, São Paulo, 2019.

PEREIRA, N. A. Funcional reações alimentares e distúrbios cognitivos. **Revista Científica de Neurometria**, São Paulo, Brasil. Ano I. no. 1. p. 5-40. Out., 2017.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**, 3 ed. São Paulo: Manole, 2000.

ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. O. **Princípios Fundamentais de Fisiologia do Exercício para Aptidão, Desempenho e Saúde**. 1ª ed. São Paulo: Phorte, 2002.

ROSENBAUM, P.; PANETH, N.; LEVITON, A.; GOLDSTEIN, M.; BAX, M. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. **Developmental Medicine and Child Neurology**, 2007.

ROSENWINKEL, E.T.; BLOOMFIELD, D.M.; ARWADY, M.A.; GOLDSMITH, R.L. Exercise and autonomic function in health and cardiovascular disease. **Cardiol Clin.**, 19 (3); 360-87, 2001

PUMPRLA, J. et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **International journal of cardiology**, v. 84, n. 1, p. 1-14, 2002.

SCHWARTZMAN, J.S. **Paralisia cerebral**. Temas Sobre Desenvolvimento São Paulo, Memnon, 1993.

SOUZA, A.; FERRARETTO, I. **Paralisia cerebral aspectos práticos**. São Paulo: Memnon, 1998.

SANCHEZ-GONZALEZ, M. A. et al. Trait anxiety mimics age-related cardiovascular autonomic modulation in young adults. **Journal of human hypertension**, v. 29, n. 4, p. 274, 2015.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. Métodos de pesquisa em atividade física. 3 ed. Porto Alegre, Artmed Editora, 2012.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascu-**

lar/Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

ZUCULO, G. M.; KNAP, C. C. F.; PINATO, L. Correlação entre sono e qualidade de vida na paralisia cerebral. **CoDAS [online]**, vol.26, n.6, pp.447-456, 2014