

Participação do sistema nervoso autônomo nas alterações cardiorrespiratórias e metabólicas durante a prática competitiva do surfe

Marcus Vinícius Palmeira
Rogério Brandão Wichi
Helio José Bastos Carneiro de Campos
João Marcelo Miranda

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

PALMEIRA, MV., *et al.* Participação do sistema nervoso autônomo nas alterações cardiorrespiratórias e metabólicas durante a prática competitiva do surfe. In: CAMPOS, HJC., and PITANGA, FJG., orgs. *Práticas investigativas em atividade física e saúde* [online]. Salvador: EDUFBA, 2013, pp. 153-164. ISBN 978-85-232-1220-9. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Participação do sistema nervoso autônomo nas alterações cardiorrespiratórias e metabólicas durante a prática competitiva do surfe

Marcus Vinícius Palmeira

Rogério Brandão Wichi

Helio José Bastos Carneiro de Campos

João Marcelo Miranda

INTRODUÇÃO

O surfe é uma das modalidades esportivas que atualmente mais cresce em número de praticantes em todas as regiões costeiras do mundo. Paralelo a esse fenômeno mundial, os surfistas competidores brasileiros vêm conquistando status de grande relevância no cenário esportivo mundial, sendo apontado como uma das atuais potências da modalidade. (PALMEIRA; WICHI, 2007) Os surfistas competidores brasileiros alcançaram, nos últimos anos, resultados em competições e circuitos internacionais, que surpreendem os mais otimistas visionários dos anos anteriores. Os atletas brasileiros conquistaram nove títulos mundiais do World Qualifying Series (WQS), que é divisão de acesso ao World Tour (WT), primeira divisão do surfe mundial. Além das conquistas no WQS, os atletas brasileiros

ganharam quatro títulos no Billabong World Junior, circuito mundial para competidores até 20 anos de idade. A evolução do surfe no Brasil pode também ser verificada no World Surfing Games (edição mundial do surfe amador), que é regulamentado pela International Surfing Assosiation (ISA). Neste evento, os atletas brasileiros que se apresentavam nas últimas posições no início da década de 90, tornaram-se campeões e vice-campeões em 2002 e 2004, respectivamente.

Evidentemente, esta evolução técnico-competitiva do surfe brasileiro vem ocorrendo em paralelo ao surgimento e desenvolvimento de pesquisas nos setores ligados à ciência do esporte, em especial na Educação Física. No entanto, poucos são os estudos voltados especificamente para a prática do surfe. Recentemente, após levantamento de dados durante o Billabong Pro Teen Series 2009, no estado da Bahia, evidenciamos a necessidade emergente da implantação do treinamento para preparação física específica dos surfistas competidores, uma vez que os dados demonstraram que 56% dos atletas não possuíam nenhum treinamento físico paralelo ao surfe; 22% praticavam atividades físicas por conta própria; 18% possuíam apoio (bolsas) em academias sem especificidade de treinamento para a prática do surfe; e apenas 4% dos atletas afirmaram realizar treinamento voltado para o surfe realizado por um professor de educação física (dados não publicados). A ideia de que a realização de um planejamento sistematizado e um treinamento físico específico resultam na melhora da performance técnica do surfe competitivo foi confirmada através de um estudo de caso realizado com um atleta do circuito baiano de surfe profissional. Neste estudo foi demonstrado que o planejamento sistematizado do treinamento físico, bem como sua execução, elevou consideravelmente o desempenho técnico do atleta quando em competições. As competições realizadas, em todas as categorias da modalidade surfe, são organizadas em formas de baterias classificatórias, sendo que, na maioria dos eventos profissionais possuem em média duração de 25 minutos cada, composta por dois atletas, sendo que cada atleta tem direito a surfar um total de dez ondas. Notas são atribuídas em função das manobras realizadas em cada onda surfada, e o atleta é classificado conforme somatória das duas melhores notas obtidas. Assim, a execução de manobras na onda

é o principal objetivo do atleta visando alcançar um bom desempenho na competição. No entanto, ao analisar uma bateria competitiva, observa-se que existe uma pluralidade de situações motoras, nos diversos estágios que compõe a sua prática, que podem interferir no resultado final da competição. O atleta ao entrar no mar precisa atravessar a arrebentação para se posicionar na área de formação das ondas (região também chamada de *out-side*); seguido da entrada na área funcional da onda e execução de manobras, e por fim a volta rápida ao *out-side*. Sendo assim, as necessidades do organismo devem ser analisadas não apenas no momento da execução das manobras, mas também durante toda a bateria competitiva, tendo em vista a diversificação motora e física que acontece em cada momento diferente da competição e que podem interferir no desempenho técnico do competidor de surfe.

Dessa forma, a execução de um planejamento de treino físico específico deve ser baseada nas exigências cardiorrespiratórias e metabólicas que são impostas ao organismo durante as diferentes fases que compõe uma bateria competitiva de surfe. Diante da carência de estudos na literatura que demonstrem tais exigências, pretendemos com esta revisão auxiliar na compreensão das adaptações cardiorrespiratórias e metabólicas durante os diferentes eventos que compõem uma bateria competitiva da modalidade do surfe, bem como, a contribuição do sistema nervoso autônomo em mediar tais alterações.

INICIANDO A BATERIA: A TRANSIÇÃO DO REPOUSO AO EXERCÍCIO

Ao iniciar uma bateria competitiva, o atleta sai do estado de repouso para o estado ativo fisicamente. Essa mudança é desencadeada a partir de um estímulo sonoro autorizando a entrada na água, isso no sistema de largada *beach-start*, que é o tradicional em competições de surfe, no qual a competição se inicia com a saída dos atletas a partir da areia. No sistema *water-start*, onde a bateria começa com o atleta já posicionado na água, também há um sinal sonoro para iniciar a competição. Em ambas as situações há uma necessidade de vários ajustes orgânicos para suprir a demanda energética necessária às exigências da competição.

Ao entrar na água, é necessário ajuste de termorregulação para adaptar o corpo à temperatura da água, que geralmente é inferior a 37°C. Se houver um isolamento insuficiente contra o frio, qualidades físicas relevantes para o surfista competidor, como a capacidade de desenvolver força muscular e a capacidade de realizar movimentos coordenados, podem ser afetadas. Sabe-se que a resistência muscular localizada (RML) e a força muscular, principalmente de membros superiores, são extremamente importantes neste momento, tendo em vista a atividade de remada que o atleta realiza nesta fase, visando atravessar a arrebentação e chegar ao local de formação das ondas. Esta fase pode durar aproximadamente oitenta segundos. (FONSECA, 2003) Sendo que as condições do mar, como quantidade e força das ondas podem interferir na duração e na intensidade do exercício físico realizado nesta etapa.

O ajuste da temperatura corporal é auxiliado por alterações que ocorrem no sistema cardiovascular e respiratório. Diversos estudos já demonstraram que a transição do repouso para o exercício induz aumento da frequência cardíaca (resposta cronotrópica) e da força de contração do músculo cardíaco (resposta inotrópica). O aumento do cronotropismo e do inotropismo cardíaco promove elevação do débito cardíaco durante o exercício físico (CLAUSEN, 1969; EKBLÖM et al. 1968); esse ajuste permite que maior quantidade de sangue possa ser distribuído para todo o organismo por unidade de tempo. O sistema vascular também se adapta a essa nova situação. Já foi demonstrado que durante o exercício físico ocorre vasodilatação nas áreas envolvidas com a atividade muscular e vasoconstrição em regiões menos importantes, como a região subcutânea. Essas respostas, além de possibilitar maior fluxo de nutrientes e oxigênio para as células envolvidas na contração muscular, reduz a perda de calor para o meio ambiente. Dessa forma, as alterações do sistema cardiovascular, durante a fase inicial da bateria do surfe, contribui para manter a temperatura corporal em condições estáveis, bem como para a manutenção do metabolismo celular que se apresenta aumentado.

A transição do repouso para o exercício também é evidenciada pelo aumento do metabolismo celular em especial na musculatura ativa, para suprir a demanda energética acionada pelo início da atividade de remada

para o posicionamento inicial do atleta no *out-side*. A energia para a realização do exercício físico é obtida através da alimentação. Portanto, pode-se dizer que os alimentos fornecem substratos energéticos para a realização do trabalho celular. No entanto, essa energia não pode ser empregada diretamente para o trabalho celular. Primeiro, ela deve ser transferida para a molécula adenosina de trifosfato (ATP). A ATP é considerada um composto de alta energia, sendo que sua hidrólise é capaz de fornecer a energia para o trabalho celular. Sendo assim, uma série de reações químicas, conhecidas como reações metabólicas, devem ocorrer. A síntese de ATP ocorre em condições com oferta de oxigênio, nas quais o metabolismo energético utilizado para sua produção está relacionado tanto ao sistema respiratório (fosforilação oxidativa), como também na ausência do oxigênio de forma anaeróbia (sistemas fosfagênio e glicolítico anaeróbio). A ativação das diferentes vias depende de fatores como intensidade, duração do exercício físico, estado de treinamento e dieta alimentar. (SALTIN, 1987; BOOTH; THOMASON, 1991) Esta fase de entrada no mar e passagem pela rebentação deve ser realizada rapidamente, pois o atleta que primeiro se posiciona no *out-side* tem prioridade para a escolha da onda. Considerando que o tempo de duração desta fase é em torno de oitenta segundos, é possível que a principal via utilizada na transformação dos alimentos para a produção da ATP seja a via anaeróbia láctica. (MAUGHAN; GLEESON; GREENHEFF, 2000)

SURFANDO: O USO DA ÁREA FUNCIONAL DA ONDA

Após o estágio inicial no qual o atleta já se localiza no *out-side*, é iniciada a segunda fase do surfe competitivo: a entrada e utilização da área funcional da onda. É nessa região, entre a crista e a base da onda, que o atleta executa as manobras. Esse processo exige uma série de atitudes motoras, que terão reações cardiovasculares e metabólicas inerentes a cada estágio do processo neuromuscular.

Ao se posicionar para entrar na área funcional da onda, o atleta necessita geralmente de um reflexo motor apurado. Neste momento os movimentos de remada passam a ser curtos e acelerados (*sprint – alta intensidade*

e curta duração) para favorecer o aumento da aceleração e facilitar a entrada na área mais íngreme da onda. Nessa fase é imprescindível que o atleta possua uma boa velocidade de reação viso-motora para executar o movimento de mudança da posição de decúbito ventral, sobre a prancha, para posição vertical no local e momento exato que possa favorecer a utilização da área funcional útil na onda. O atleta que possuir essa qualidade mais evoluída tenderá a executar manobras com maior grau de dificuldade (manobras radicais) e, conseqüentemente, obter melhores notas por parte dos árbitros.

A realização das manobras depende do tempo no qual o atleta permanece na área funcional da onda. Estudo realizado por (FONSECA, 2003) verificou que, no Brasil, esse tempo é em média de 15 segundos. Ao realizar uma descrição funcional dos movimentos utilizados na realização das manobras executadas por um surfista, observa-se a complexidade existente nas mesmas. O atleta deve manter em todos os momentos o maior controle sobre sua prancha e sincronia total com a onda que estiver surfando. Os movimentos necessitam de uma combinação precisa entre a coordenação motora, agilidade, velocidade e força de explosão, dentre outras qualidades físicas.

Além do estado de aptidão física, o equilíbrio emocional e o nível de treinamento somado à tática competitiva adotada na bateria são de fundamental importância para o bom desempenho. Diante desse complexo repertório neuromotor apresentado pela prática do surfe em competições, o organismo apresenta adaptações cardiovasculares, respiratórias e metabólicas para manter a atividade neuromuscular. Sabe-se que aumento do metabolismo energético é acompanhado da elevação da frequência cardíaca e da atividade respiratória. Embora a frequência respiratória aumente, ocorre déficit de oxigênio, ou seja, período no qual o consumo de oxigênio (VO_2) fica abaixo daquele necessário para fornecer todo o ATP exigido pelo exercício. Portanto, a fase caracterizada pela entrada na área funcional e a realização de manobras (tempo médio de quinze segundos) deve utilizar predominantemente o sistema anaeróbio para a obtenção de energia. Segundo Fox e McArdle (1979) tempo de atividade física inferior a 15 segundos utilizam-se preferencialmente o sistema fosfagênio (também denomi-

nado ATP-CP) para a ressíntese do ATP. No músculo, a fosfocreatina pode ser utilizada para ressintetizar ATP em uma taxa muito alta de energia. O desdobramento deste sistema em energia, com auxílio da enzima ATPase da miosina, libera ADP sem que se produza o ácido láctico. No entanto, a quantidade de ATP formada é limitada devido à baixa quantidade de creatina fosfato que pode ser armazenada na célula muscular (BOOTH; THOMASON, 1991), o que ativa a via anaeróbia láctica para suprir a demanda energética desta fase. Fonseca e colaboradores (2003), em estudo que realizou medidas de lactato sanguíneo em mmol/L, logo após baterias competitivas de surfe com duração de 25 minutos, encontrou taxa média de 7,7 mmol/L de sangue, o que sugere elevada atividade do sistema glicolítico anaeróbio durante a utilização da área funcional das ondas. De acordo com Gaesser e Poole (1996), o lactato é um dos principais indicadores indiretos do metabolismo energético utilizado durante o exercício físico.

O RETORNO AO *OUT-SIDE*

Após surfar uma onda durante a bateria competitiva, o atleta retorna ao *out-side* para se posicionar novamente para a escolha de uma nova onda. Esse percurso de retorno caracteriza-se essencialmente por movimentos cíclicos de remada, associado a movimentos seguidos de rápido mergulho (passar por baixo da onda). Em estudo realizado por Fonseca (2003), foi verificado que no Brasil esse tempo de remada foi de aproximadamente 80 segundos. Nesta fase, se não houver condições de promover a ressíntese do ATP através da doação de fosfato de creatina, o organismo do atleta tende a iniciar a utilização de outra via, o sistema anaeróbio glicolítico, que é ativado depois de decorrido um tempo médio de 15 segundos da atividade. (SALTIN, 1987; BOOTH; THOMASON, 1991) Segundo Powers e Howley (1990), em atividade física de elevada intensidade com duração entre 30 e 180 segundos utiliza-se predominantemente do sistema glicolítico láctico (via anaeróbia) para a obtenção da ATP. A utilização dessa via envolve a degradação da glicose ou do glicogênio em ácido pirúvico. Essa transformação ocorre através de reações químicas visando remoção dos hidrogênios contido nessas moléculas. O hidrogênio removido é transportado

para que ocorra a formação da ATP. Duas proteínas são responsáveis por mediar esse transporte: a flavina adenina dinucleotídeo (FAD) e principalmente a nicotinamina adenina dinucleotídeo (NAD). Na presença de oxigênio, o hidrogênio transportado é lançado no interior das mitocôndrias, porém, na ausência do oxigênio, o ácido pirúvico aceita o hidrogênio transformando-se em ácido láctico. Essa reação ocorre na presença da enzima lactato desidrogenase, com o objetivo de reciclar a NAD para a continuação do transporte dos hidrogênios. (BOOTH; THOMASON, 1991; FOX; BOWERS; FOSS, 1993)

Dessa forma, a ativação dessa via tem como produto final formação do ácido láctico na célula muscular. A taxa de formação de ácido láctico depende principalmente da intensidade do exercício, em maior grau da intensidade relativa do exercício (% VO₂ máx) do que da intensidade absoluta. (MAUGHAN et al., 2000) O ácido láctico pode ser removido da célula muscular, podendo ser transportado para músculos vizinhos inativos ou migrando para o fígado para ser transformado novamente em glicogênio ou glicose por enzimas específicas, no entanto, quando a produção é maior que sua remoção, o resultado pode ser a acidose metabólica, levando à fadiga muscular ou à incapacidade de manter o processo contrátil. (BENEKE, 2003) Nesse momento, a participação do sistema respiratório é importante para manutenção do equilíbrio ácido-base do organismo. O aumento da frequência respiratória contribui para manutenção do equilíbrio do pH. Além disso, o sistema cardiovascular continua com o trabalho elevado para manter o débito cardíaco alto.

A realização de atividades acíclicas e atividades físicas com intervalos irregulares que exigem ajustes rápidos do sistema cardiovascular, respiratório e no metabolismo energético celular dependem do funcionamento do sistema nervoso autônomo (SNA). Sendo que já está estabelecido que o SNA coordena o conjunto de todas essas repostas, visando à manutenção da homeostasia interna durante o repouso ou durante a prática da atividade física.

PARTICIPAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO NA PRÁTICA DO SURFE

Já está bem estabelecida a permanente influência exercida pelo sistema nervoso autônomo (SNA) para regular o ambiente interno do corpo. Ele controla a atividade do sistema cardiovascular, respiratório, endócrino, renal e digestivo, além de participar no controle do metabolismo energético celular, tanto no repouso quanto no exercício físico. (CATAI et al., 2002)

O SNA é dividido em sistema nervoso simpático e parassimpático. A alça simpática do sistema nervoso estimula ações que mobilizam energia, permitindo ao organismo responder a situações de estresse e maior demanda energética, como nas atividades físico-desportivas. Sua atuação é evidente na prática do surfe competitivo, especificamente durante a utilização da área funcional das ondas, na execução das manobras, nas remadas para deslocamento e retorno ao *out-side*. De maneira antagônica, o sistema nervoso parassimpático estimula principalmente atividades que desaceleram as atividades que mobilizam energia, como as reduções do ritmo cardíaco e da pressão arterial, sendo preponderante na redução da intensidade do esforço e nos momentos de recuperação para regular o metabolismo orgânico de acordo com a necessidade apresentada (ARAÚJO; ALMEIDA, 2003), em especial durante o final do retorno do *out-side* e na conclusão da bateria.

As ações simpáticas agem através de neurotransmissores secretados pelos neurônios pós-ganglionares do sistema nervoso simpático, norepinefrina e a adrenalina, que têm ação direta no órgão-alvo. A ativação simpática põe em curso uma série de respostas fisiológicas conhecidas, em conjunto, como resposta de fuga-ou-luta. Durante o exercício físico, na prática do surfe, essas respostas agem sobre o sistema cardiovascular, respiratório e no metabolismo energético. No sistema cardiovascular, promove aumento da frequência cardíaca e da força de contração no músculo cardíaco, contração de vasos sanguíneos que suprem os órgãos não-essenciais, como os rins e o trato gastrointestinal e dilatação de vasos sanguíneos que suprem os músculos que participam do exercício (músculo esquelético, cardíaco, fígado e tecido adiposo). No sistema respiratório, promove aumento da amplitude e da frequência respiratórias, através da dilatação

das vias aéreas, favorecendo uma maior captação de oxigênio. E no metabolismo energético, atua sobre os hepatócitos, no fígado, onde estimula a glicogenólise, e também sobre as células do tecido adiposo realizando a lipólise para disponibilizar os ácidos graxos e o glicerol como fonte de energia. (CATAI et al., 2002;) Tais respostas ocorrem principalmente na transição do repouso ao exercício e na entrada e realização de manobras na área funcional da onda.

A partir do momento em que o organismo identifica estímulos de conclusão da atividade na água, como por exemplo, no final do *out-side*, onde o atleta se posiciona e aguarda para surfar uma nova onda, ou ainda no final de bateria, inicia-se o processo de volta à calma para que a homeostase seja adquirida. Tal processo ocorre pelas ações parassimpáticas, mediadas pelo neurotransmissor acetilcolina. No metabolismo, a acetilcolina atua diretamente na redução da produção de energia. No sistema cardiovascular, reduz o ritmo cardíaco, a pressão arterial e redistribui o fluxo sanguíneo através da vasodilatação periférica. No sistema respiratório, promove redução da frequência e do volume respiratório, além de contribuir para a dissipação do calor. (CATAI et al., 2002)

Dessa forma, pode-se dizer que a ativação do sistema nervoso simpático (aumento de tônus simpático), juntamente com a inibição do sistema nervoso parassimpático (diminuição de tônus vagal) são respostas importantes para a realização das diferentes fases que compõe a bateria competitiva do surfe. Da mesma maneira que a redução do tônus simpático e aumento do tônus vagal, ativada ao término do exercício físico, possui igual relevância para reorganização da homeostase orgânica.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir com essa revisão que o SNA é um importante mediador de todos os eventos metabólicos e cardiorrespiratórios que ocorrem durante os diferentes estágios que compõem a atividade na água e na fase de recuperação da mesma. Portanto, sua participação é decisiva para o desempenho do atleta durante as fases que compõem uma bateria competitiva de surfe. No entanto, existem poucas evidências científicas de tal

relação na modalidade do surfe. Sugerimos que estudos específicos sejam realizados nesta modalidade para fornecimento de maior quantidade de evidências que comprovem a relação do SNA com os ajustes orgânicos durante a prática do surfe. Acreditamos que tais dados possam auxiliar no desenvolvimento da modalidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA M.B.; ARAÚJO C.G.S. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 9, n. 2, mar./abr., 2003.
- BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 89, p. 95-99, 2003.
- BOOTH F. W. ; THOMASON D; B. Molecular and cellular adaptations of muscle in response to exercise: perspective of various models. *Physiology Ver.* v. 71, n. 2, p. 541-585, 1991.
- CATAI, A. M. et al.. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and cardiorespiratory responses of young and middle-aged health men. *Brazilian Journal of Medicine and Biological Research*, v. 35, p. 741-752, 2002.
- CLAUSEN, J. Effects of physical conditioning. A hypothesis concerning circulatory adjustment to exercise. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* v. 24, n. 305, 1969.
- FONSECA, C.E. Quantificação e comportamento do lactato durante uma competição de surfe profissional brasileiro. In; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA DO ESPORTE, 27., 2003, São Paulo. *Anais...* . São Paulo, 2003.
- FOX E. L., BOWERS R. W., AND FOSS M. L. *The physiological basis for exercise and sport*. Dubuque, IA: W. C. Brown, 1993.
- GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Baltimore, v. 24, p. 35-71, 1996.

PALMEIRA, M. V.; WICHI R. B. Capacidades físicas utilizadas em uma bateria competitiva de surfe, *Revista Integração*, v. 50, n. 8, p. 271-276, jul/ago/set. 2007.

SALTIN, B. Physiologic adaptation physical conditioning. *Acta med Scand Suppl.*, v. 711, p. 11-24, 1987.