

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE  
E DO MEIO AMBIENTE**

**RUBENS FALCÃO NETO**

**A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COMO  
FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO E PREVENÇÃO DE ALTERAÇÕES  
CARDÍACAS DURANTE OS EXERCÍCIOS FÍSICOS**

**VOLTA REDONDA  
2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE  
E DO MEIO AMBIENTE**

**A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COMO  
FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO E PREVENÇÃO DE ALTERAÇÕES  
CARDÍACAS DURANTE OS EXERCÍCIOS FÍSICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente do UniFOA como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Aluno:

Rubens Falcão Neto

Orientador:

Prof. Fábio Aguiar Alves

Coorientadora:

Profa. Ilda Cecília Moreira da Silva

**VOLTA REDONDA**

**2017**

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

F178v Falcão Neto, Rubens.  
A variabilidade da frequência cardíaca como ferramenta de avaliação e prevenção de alterações cardíacas durante os exercícios físicos. / Rubens Falcão Neto - Volta Redonda: UniFOA, 2017. 60 p. II.

Orientadores(as): Profº Dr. Fabio Aguiar Alves e Profª Drª Ilda Cecília Moreira da Silva

Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, 2017.

1. Ciências da saúde - dissertação. 2. Frequência cardíaca - variabilidade. I. Alves, Fabio Aguiar. II. Silva, Ilda Cecília Moreira da. III. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 610

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Rubens Falcão Neto

### A VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO E PREVENÇÃO DE ALTERAÇÕES CARDÍACAS DURANTE OS EXERCÍCIOS FÍSICOS

Orientadora:

Profa. Dra. Ilda Cecília Moreira da Silva

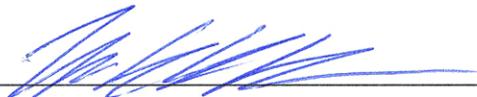
Banca Examinadora



Profa. Dra. Ilda Cecília Moreira Silva



Profa. Dra. Valéria da Silva Vieira



Prof. Dr. Ronaldo Figueiró Portella Pereira

Agradeço a todos os meus familiares pelo estímulo e motivação que me deram durante este período e em especial a minha filha Natália de Mello Falcão sem a qual eu não teria tido condições de terminar este trabalho.

Quero também agradecer aos professores que muito me ajudaram com suas críticas e suas orientações, muito obrigado a todos.

## RESUMO

O sistema nervoso autônomo funciona no nível do inconsciente, ele tem a propriedade de influenciar a pressão arterial, resistência periférica, frequência cardíaca e débito cardíaco. O espaço de tempo transcorrido entre duas ondas R no eletrocardiograma é conhecido como variabilidade da frequência cardíaca. O intervalo de tempo entre as ondas R-R é influenciado pelo sistema nervoso autônomo, simpático e parassimpático. Essa variabilidade entre as ondas R-R tem sido considerada uma ferramenta promissora não invasiva, de fácil manuseio, além de ser uma medida de aplicação simples, no que diz respeito à avaliação do sistema nervoso autônomo bem como do sistema cardiovascular. O objetivo do trabalho é demonstrar a importância da variabilidade da frequência cardíaca como ferramenta de prevenção de alterações orgânicas, advindas da disfunção do balanço autonômico. Com esse intuito de facilitar a utilização do cardiofrequencímetro Polar e dos programas necessários a interpretação dos seus dados, se faz necessário a elaboração de um vídeo didático não profissional que dissemine a utilização dessa ferramenta. O vídeo foi realizado em uma sala de academia de maneira informal, com intuito de descaracterizar a necessidade laboratorial para sua execução. Durante o processo de avaliação, foram aferidos dois momentos, sendo um em repouso e o outro após o esforço. A opção da criação do vídeo e do manual foi verificar que não adianta ter acesso ao conhecimento se não tem como decifrá-lo. O vídeo não profissional e o manual proporcionam o uso mais democrático dessa ferramenta trazendo-a dos meios acadêmicos e laboratoriais para ser utilizada por professores de Educação Física que atuem em estabelecimentos escolares, militares e assessorias esportivas, sendo esse o objetivo da interpretação da variabilidade da frequência cardíaca pelo cardiofrequencímetro Polar.

**Palavras-chave:** variabilidade da frequência cardíaca; sistema nervoso autônomo; cardiofrequencímetro; exercício físico; saúde e educação.

## ABSTRACT

The autonomic nervous system works on the unconscious level, it has the property to influence blood pressure, peripheral resistance, heart rate and cardiac output. The length of time elapsed between two R waves on the electrocardiogram is known as heart rate variability. The time interval between R-R wave is influenced by the autonomic nervous system, sympathetic and parasympathetic. This variability between RR waves has been considered a non-invasive promising tool, easy to handle, and is a simple implementation measure, regarding the evaluation of autonomic nervous system and the system cardiovascular. The goal of this work is to demonstrate the importance of heart rate variability as a tool for the prevention of organic changes, resulting from dysfunction of the balance autonomic, with this intent, and noting the scarcity of existing material for the use of the heart rate monitor Polar and of the programs needed for the interpretation of your data, it makes necessary the elaboration of a didactic video that disseminate the use of this tool. The video was done in a academy room, in an informal way, with intent to impair to need in the laboratory for its execution. During the evaluation process, were measured two times, one being at rest and the other after the effort. The video and the manual creation option was to verify that it is useless to have access to knowledge if you do not have to decipher it. The video and the manual provides one of the most democratic this tool bringing the academic and laboratory to be used in the field, this being the purpose of the interpretation of heart rate variability by heart rate monitor Polar.

**Keywords:** heart rate variability; autonomic nervous system; heart rate monitor; physical exercise; health and education.

## LISTA DE SIGLAS

FC	Frequência cardíaca;
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional;
PET Saúde	Programa de Educação pelo Trabalho para Saúde;
SNA	Sistema Nervoso Autônomo;
SNP	Sistema Nervoso Parassimpático;
SNS	Sistema Nervoso Simpático;
SUS	Sistema Único de Saúde;
UniFOA	Centro Universitário de Volta Redonda;
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca.
TIC's	Tecnologias da Informação e Comunicação
Bpm	Batimento por minuto

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - variabilidade cardíaca durante o repouso e pós esforço .....	45
Tabela 2 - Lista de artigos pesquisados.....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Traçado eletrocardiográfico .....	26
Figura 2 - Controle autônomo da frequência cardíaca no repouso e no exercício. Participação parassimpática diminui com o aumento da intensidade do exercício, enquanto o contrário ocorre com a simpática.....	30
Figura 3 - Escala subjetiva de esforço. ....	35
Figura 4 - Diagrama de Poincaré.....	37
Figura 5 - Polar RS800.....	41
Figura 6 - Interface IrDA.....	41
Figura 7 - Relógio Polar RS 800.....	42
Figura 8 - Início do teste.....	49
Figura 9 - Transferência dos registros armazenados no relógio para o computador	50
Figura 10 - Frequência cardíaca pós-esforço.....	51
Figura 11 - Frequência cardíaca após término do período de recuperação pós-esforço .....	51
Figura 12 - Traçado da variabilidade da frequência cardíaca em repouso.....	52
Figura 13 - Traçado da variabilidade da frequência cardíaca em repouso – tela 2...52	
Figura 14 - Gráfico da frequência cardíaca e de sua variabilidade após o esforço...53	
Figura 15 - Gráfico da frequência cardíaca e de sua variabilidade após o esforço – tela 2 .....	53
Figura 16 - Gráfico da frequência cardíaca e de sua variabilidade após o esforço – tela 3 .....	54
Figura 17 - Variabilidade da frequência cardíaca .....	54

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>REVISÃO LITERÁRIA</b> .....	<b>21</b>
<b>5.1</b>	<b>Educação e Saúde</b> .....	<b>21</b>
<b>5.2</b>	<b>Sistema Cardiovascular</b> .....	<b>22</b>
<b>5.3</b>	<b>Sistema Nervoso Autônomo</b> .....	<b>24</b>
<b>5.4</b>	<b>O Eletrocardiograma</b> .....	<b>25</b>
<b>5.5</b>	<b>Fadiga</b> .....	<b>26</b>
<b>5.6</b>	<b>Rabdomiólise</b> .....	<b>27</b>
<b>5.7</b>	<b>Síndrome de Overtraining</b> .....	<b>29</b>
<b>5.8</b>	<b>Variabilidade da Frequência Cardíaca</b> .....	<b>29</b>
<b>5.9</b>	<b>O Exercício Físico</b> .....	<b>31</b>
<b>5.10</b>	<b>Percepção Subjetiva do Esforço</b> .....	<b>33</b>
<b>5.11</b>	<b>MÉTODOS DE AVALIAÇÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>5.11.1</b>	<b>Métodos lineares</b> .....	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>Pesquisa bibliográfica</b> .....	<b>39</b>
<b>6.2</b>	<b>Mensuração das Medidas da VFC em Voluntário</b> .....	<b>40</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Tratamento dos Sinais</b> .....	<b>40</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Utilização através do Polar RS800</b> .....	<b>42</b>
<b>6.3</b>	<b>O Cardíofrequencímetro RS800 e seus constituintes</b> .....	<b>43</b>
<b>6.3.1</b>	<b>O Vídeo não profissional</b> .....	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>O PRODUTO</b> .....	<b>49</b>
<b>9.1</b>	<b>Utilização do equipamento e dos programas</b> .....	<b>49</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>57</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

Desde que eu me lembro, estou envolvido com atividade física, fiz vários esportes, participei de algumas equipes, sempre gostei da prática e da competição. Acredito por isso ingressei na faculdade de Educação Física, minha primeira faculdade, me formando pela Gama Filho em 1979. Em 1980 entrei na Escola Naval. Trabalhei em vários setores, mas o treinamento físico sempre me estimulou, cursei a pós-graduação em Fisiologia do treinamento físico também na Gama Filho.

Fui chamado para trabalhar na reabilitação cardíaca, gostei, e senti necessidade de mais conhecimento, ingressei na faculdade de Fisioterapia, me formando em 1996, fui chamado para compor uma equipe que trabalhava com o professor Jasbick na Beneficência Portuguesa no Rio de Janeiro, fazia o pré e pós-operatório de cirurgia cardíaca, inclusive o trabalho para desmame do paciente do ventilador mecânico dentro do CTI, atuando em todas as fases da reabilitação cardíaca.

Passei a sentir necessidade de melhor compreender o traçado eletrocardiográfico, fui então fazer o Curso de Eletrocardiograma do professor Enéas Ferreira Carneiro.

Acredito que o fato de ter caminhado tanto no campo da saúde, como no da doença, me despertou para a Metodologia do Treinamento Desportivo, verificando que embora sejam situações opostas, no que diz respeito a aplicabilidade do treinamento, as situações tornam-se parecidas, logicamente, levando-se em consideração as cargas propostas.

Mas os princípios continuam sendo:

- a individualidade;
- a continuidade;
- a sobrecarga - seja no volume ou na intensidade.

Trabalho como professor de Educação Física na Escola Naval do Rio de Janeiro, desde 1980, atuo com os aspirantes, futuros oficiais da Marinha do Brasil.

Durante esses anos passou a chamar a minha atenção a necessidade de uma maior atenção no que se refere ao ingresso dos novos aspirantes, em especial na última década, acredito que em virtude da abertura de novas oportunidades para a população, bem como do achatamento salarial o biótipo do aspirante mudou, bem como sua aptidão para o exercício físico.

Encontrei na variabilidade da frequência cardíaca uma poderosa ferramenta de prevenção de lesões e alterações cardíacas, a ideia inicial do trabalho era capacitar os Comandantes de Companhia a utilização do cardiofrequencímetro Polar RS 800, porém em virtude da crise que o país está passando todos os gastos com a aquisição de material foram suspensos.

Durante a revisão de literatura constatei a dificuldade para utilização dessa ferramenta em virtude da escassez de manuais para sua utilização. Esse foi o fator motivacional para a criação de um vídeo didático não profissional que contemple os profissionais que desejem utilizá-lo, em especial os professores de Educação Física.

No decorrer desses anos, embora eu saiba que o Educador Físico receba as orientações necessárias a individualização dos treinamentos, quer com intuito competitivo ou de qualidade de vida, na maioria das vezes isso não acontece, podendo acarretar desde simples lesões a situações de overtraining, rabdomiólise (situação desconhecida de alguns profissionais e que pode levar ao óbito) e algumas alterações cardíacas.

O objetivo desse trabalho é fornecer aos profissionais que militam na área um caminho mais seguro a seguir, através do conhecimento e da interpretação da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC).

A atividade física e o exercício físico, assim como os fármacos são excelentes quando bem utilizados, mas extremamente perigosos e maléficos quando utilizados de maneira excessiva.

## 2 INTRODUÇÃO

O coração é um dos órgãos principais do organismo humano, sendo capaz de controlar o seu ritmo por meio da inervação recíproca. O coração mantém tanto sua frequência quanto sua força de contração com a ajuda do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), sistema esse, que modula as necessidades fisiológicas tanto em repouso, onde existe predomínio do parassimpático, como durante o exercício com a predominância do simpático (GUYTON, 1997).

O coração não é um relógio a sua frequência, não é sempre igual, ao contrário, a variabilidade dessa frequência traduz a integridade do sistema, sendo assim a variabilidade do sistema cardíaco ocorre principalmente em virtude da atuação do Sistema Nervoso Simpático (SNS) e Sistema Nervoso Parassimpático (SNP) sobre o marcapasso cardíaco fisiológico nodo sinoatrial (NSA).

O objetivo do organismo humano é manter a homeostase e esse equilíbrio se dá através do sistema nervoso autônomo (SNA) e seus ramos simpático (SNS) e parassimpático (SNP).

Qualquer desequilíbrio nesse sistema desperta a ação do SNA, o que faz ele entrar em ação pelos seus ramos simpático e parassimpático, com o objetivo de reencontrar o equilíbrio de seus órgãos e diversos sistemas, reestabelecendo o equilíbrio funcional (PASCHOAL *et. al* 2006).

Em virtude do exposto a variabilidade da frequência cardíaca, vem sendo pesquisada em função de sua atuação na modulação autonômica cardíaca.

O fato da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) ser um método não invasivo, de fácil manuseio e barato, faz com que essa técnica venha sendo utilizada em grande escala como ferramenta para investigação da modulação autonômica sobre o nodo sinoatrial (TASK FORCE, 1996).

O Sistema Nervoso Autônomo se vale da VFC para poder identificar as alterações provenientes dos intervalos dos batimentos cardíacos (R – R).

Quanto menor for essa variabilidade maiores serão os riscos no que diz respeito a saúde. A VFC é influenciada pela respiração, pelo gênero, pela postura e pelo condicionamento físico.

Essa variabilidade dos batimentos foi descrita por Stephen Hales no século XVII, quando ele executou a primeira medida quantitativa da pressão sanguínea. Ele notou a correlação entre o ciclo respiratório, níveis de pressão sanguínea e os intervalos entre batimentos. Embora muitos médicos tenham considerado as variações batimentos a batimentos da frequência cardíaca (ou arritmia sinusal normal) como um bom sinal cardiovascular, a sua importância clínica, foi previamente demonstrada na área da monitorização fetal (TERCHTCHENCO et al., 2003; p.444-446).

A VFC se dá através das oscilações dos intervalos R-R, que estão presentes no traçado do eletrocardiograma, este intervalo é capturado pelo cardiófrequencímetro, sem a necessidade instrumental que existe no eletrocardiógrafo.

O envelhecimento altera as oscilações R-R diminuindo a sua variabilidade o que traduz uma alteração do balanço autonômico, quanto maior for a VFC maior serão as oscilações dos intervalos R-R, a diminuição desses intervalos são um mal prognóstico no que se refere a saúde do indivíduo.

A respiração influi também, ela altera a captação dos sinais, durante a expiração os intervalos aumentam, e durante a inspiração diminui, isso é fisiológico.

Se o voluntário mesmo estando em repouso, decúbito dorsal, não se mantiver calado a captação dos sinais estará alterada.

No que diz respeito a mudança de posição o SNA trabalha sempre com o objetivo de manter a homeostase orgânica, a mudança de posição acarreta alterações orgânicas, alterações estas que farão o SNA entrar em ação através dos seus ramos simpático e parassimpático para reestabelecer o equilíbrio do organismo.

O cardiófrequencímetro Polar RS 800 tem a capacidade de captar a frequência cardíaca e transformá-la em um gráfico através da sua função R-R, mesmo tendo essas qualidades a ferramenta pode melhorar a sua tecnologia, bem como e as informações contidas em seu manual, sendo este muito defasado no que tange as explicações sobre a utilização da sua função R-R (captação dos sinais

elétricos provenientes do coração). O programa da Polar para interpretação dos sinais é praticamente inexistente para os profissionais que se encontram fora dos laboratórios.

O programa Kubios é de origem finlandesa, ele estava disponível na internet de maneira gratuita, mas foi retirado do ar o que torna o seu uso mais restrito aos laboratórios. Através de contato de e-mail foi possível voltar a ter acesso ao link do programa.

A variabilidade da frequência cardíaca pelo cardiofrequencímetro Polar RS800 (relógio que tem a propriedade de captar os estímulos emitidos pelo coração), tem a necessidade de dois programas para sua análise final:

- Programa Polar Pro Trainer 5 – recebe os sinais armazenados no relógio Polar RS 800, e os transforma em gráficos que posteriormente serão transferidos para o Programa Kubios.
- Programa Kubios – recebe os dados tratados pelo programa Polar Pro Trainer 5 e é capaz de nos oferecer o gráfico final.

O programa Kubios é o responsável pela análise dos dados recebidos através do programa Polar Pro Trainer 5, sendo ele o intérprete final do gráfico do plot de poincaré, aonde será constatada a ação do SNS e do SNP sendo possível a avaliação do balanço autonômico, através da imagem representada pelo gráfico.

O objetivo do produto, o vídeo não profissional e o manual, é colocar todas as informações necessárias ao uso dessa ferramenta num mesmo local, facilitando e disseminando o uso do Polar RS 800 bem como os programas necessários à interpretação das informações colhidas por ele.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

Analisar a VFC como ferramenta de prevenção de alterações cardíacas durante os exercícios físicos por meio do Polar RS800.

#### **3.2 Específicos**

- Elaborar um vídeo não profissional com base em material didático de fácil manuseio;
- Relacionar os dados do Polar RS 800 e do programa Pro Trainer 5;
- Compreender o programa Kubios e interpretar seus resultados;
- Utilizar a cartilha junto ao vídeo não profissional com intuito de facilitar a integração visual da várias etapas.

#### 4 REFERENCIAL TEÓRICO

O professor é o profissional que prepara os indivíduos para exercerem as suas atividades num tempo futuro.

Atualmente o desenvolvimento tecnológico acelerado acentua a necessidade de estudo constante do professor para que ele não fique ultrapassado, some-se a isso que atualmente a escola não é a única fonte de informação e de formação dos indivíduos.

O professor está sendo cada vez mais solicitado a se manter atualizado, as tecnologias de informação e comunicação (TIC's) são mais um fator a fomentar a formação continuada do professor, não só nos seus conteúdos tradicionais, bem como utilizar essa tecnologia em favor da aprendizagem (CARVALHO; BRICIA, 2016).

As políticas públicas educacionais que vêm sendo implementadas enfatizam a necessidade da formação permanente dos professores. Queremos destacar enfim, com o nosso trabalho, que professores ao se formarem deixam para trás o espaço da construção do conhecimento, e o convívio com aqueles que o estão produzindo. O que levam para a sala de aula precisa ser constantemente atualizado e discutido pedagogicamente.

Só entendemos propostas de formação permanente que procurem estabelecer a relação: CIÊNCIA DOS CIENTISTAS E CIÊNCIA DA SALA DE AULA (CARVALHO; VIANNA, 2000).

A mídia está sempre informando de maneira intensiva e contínua, e os indivíduos, alunos, chegam às salas de aula com grande quantidade de informações adquiridas de maneira informal.

Na realidade essa situação nos faz pensar que existe mais de uma maneira de aprender, não só aquela formal dentro dos estabelecimentos formais ensino.

Pensando em diferentes maneiras de se aprender e de ensinar podemos tomar por base o que já foi colocado por Valente (2005), quando distinguia diferentes tipos de educação:

*Educação formal: “... altamente institucionalizada, cronologicamente gradual e hierarquicamente estruturada, englobando desde a escola pré-primária até os mais altos níveis universitários.”*

*Educação não-formal: “... qualquer tentativa educacional organizada e sistemática que se realiza fora dos quadros do sistema formal (de ensino) para fornecer determinados tipos selecionados de aprendizagem a sub grupos específicos da população, tanto adulto como de crianças. Assim definida a educação não-formal inclui, por exemplo, programas de extensão rural e treinamento de agricultores, programa de alfabetização de adultos, treinamento profissional dado fora do sistema formal, clube de jovens com o objetivo em parte educacionais, diversos programas comunitários, de educação sobre saúde, nutrição, planejamento familiar, cooperativismo e outros.”*

*Educação informal: “... processo pelo qual qualquer pessoa adquire e acumula conhecimentos, habilidades, atitudes e perspicácia, através de experiência diária e contato com o meio ambiente em casa, no trabalho e no lazer, através do exemplo e atitude dos parentes e amigos, por meio de viagens, leituras de jornais e livros, ou ouvindo rádio, vendo filmes e televisão.”*

O aprendizado hoje pode e deve ser proporcionado de uma forma contextualizada, e, nada melhor para o educando que utilizar das tecnologias que ele já conhece para que esta possa o auxiliar em seu processo de aprendizado. As tecnologias da informação criaram novos espaços de conhecimento. Atualmente além da escola, a educação pode se aproveitar desta nova tecnologia de acessar informação de qualquer lugar que se estiver.

A informação está disponível nas redes de computadores interligadas, serviços que respondem as demandas pessoais de conhecimento.

É essencial saber se comunicar, saber pesquisar, ter raciocínio lógico, saber organizar seu próprio trabalho, ter disciplina para o trabalho, ser independente e autônomo, saber articular o conhecimento com a prática, ser aprendiz autônomo a distância (GADOTTI, 2005).

O uso das TIC's (Tecnologia de Informações e Comunicações) tem um perfil diferente quando sua utilização produz, mudanças seja do ponto de vista científico,

ou dos objetivos, conteúdos, metodologia e avaliação do processo ensino aprendizagem (SOUZA, 2002).

“Os alunos mudaram radicalmente, os alunos de hoje não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado” (PRENSKY, 2001).

Essa nova geração nasceu nessa era tecnológica, o próprio ato do brincar, o lúdico, para eles foi desenvolvido de forma diferente, em média esse novo aluno passou muito menos tempo lendo, enquanto os seus inputs provém dessa nova era, o próprio ato de conversar foi realizado por intermédio das TIC's (PRENSKY, 2001).

Prensky denomina essa “nova geração de nativos digitais, são os que nasceram com a linguagem digital, e denomina os que nasceram fora dessa época como imigrantes digitais, e portanto como todo imigrante o sotaque será diferente”, em geral o corpo docente é formado por um número maior de imigrantes digitais, embora conforme os anos passem essa relação irá diminuindo.

Ao analisarmos o papel que as TIC'S tem no mundo atual nos deparamos com uma dicotomia, ela pode ser extremamente útil, como pode ser terrivelmente nefasta. No caso de seu uso em ambiente escolar vai depender de como o professor irá utilizar este método, de como ele ensinará o corpo discente a fazer uso desta ferramenta tecnológica (FERRES, 1998).

É importante destacar que falar de tecnologia para o/no espaço escolar é falar de equipamentos que tanto podem ser um quadro verde, como um livro, um reto projetor, um laboratório de ciências e nestes últimos anos um computador, e ao mesmo tempo é falar de um currículo que enfatiza a importância de uma educação escolar adequada a atual era tecnológica (QUARTIERO, 2005).

É lógico como diz De Corte (1996): Não se deve esperar que o fato de inserir as TIC's em salas de aula, transformará o processo de aprendizagem se permanecer a ideia ultrapassada de aprendizagem como um processo passivo de informação e absorção.

O vídeo, também considerado uma TIC, pode ser utilizado com intuito de transmitir informação que ajude a construção de um conhecimento significativo, podendo ainda ser utilizado com enfoque de interdisciplinaridade.

Em virtude do exposto, nos parece que a utilização do vídeo como produto, para fazer o link entre a teoria e a prática da avaliação da VFC, além de ser de fácil visualização e compreensão, vem ocupar uma lacuna em virtude da falta de manuais para o seu desenvolvimento, não nos parece aceitável que exista uma diferença entre a ciência utilizada pelos pesquisadores em seus centros de excelência e o conhecimento de ciência dos profissionais de campo, profissionais que tem o seu dia a dia em escolas, estabelecimentos militares, assessorias esportivas e professores de academia. Essa ciência deveria ser mais compartilhada para que a maioria dos profissionais pudessem usufruir do mesmo saber.

O conhecimento, a ciência que se encontra nos centros de excelência e nos laboratórios, deveria ter um acesso mais fácil para os profissionais de sala de aula e os profissionais de campo.

Como já colocado por Tardif (2002) a relação entre a pesquisa universitária e o trabalho docente nunca é uma relação entre uma teoria e uma prática, mas uma relação entre atores, entre sujeitos cujas práticas são portadoras de saberes.

A experiência desses dois grupos, e seus conhecimentos teóricos se complementam, tanto o professor de sala de aula tem muito a aprender com os pesquisadores, novas técnicas, novos saberes, bem como esses pesquisadores tem muito a aprender com a prática desses docentes que vivenciam o dia-a-dia em sala de aula.

O desenvolvimento do produto, a ideia de sua criação ocorreu em virtude da escassez de informação da utilização do Polar RS800, o programa Polar Pro Trainer 5 e o programa Kubios.

O profissional tem o conhecimento teórico sobre a variabilidade da frequência cardíaca, entende como os métodos tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência funcionam, consegue visualizar as imagens e interpretá-las, mas não sabe como fazer para utilizar a ferramenta (Polar RS800), não sabe como transferir os dados para o computador, e muito menos como utilizar os dois programas para que eles lhe deem o retorno desejado e esperado.

Os seres humanos são extremamente sensitivos, suas sensações são percebidas por meio dos sentidos, visão e a audição, ver e escutar são as formas mais básicas para o aprendizado.

O vídeo tem a capacidade de estimular tanto a visão quanto a audição, podendo ser um mecanismo motivador da aprendizagem.

Segundo Moran (2004): “o vídeo pode ser utilizado para confirmar uma teoria, uma síntese, um olhar específico com o qual já estamos trabalhando. É o vídeo que ilustra, amplia e exemplifica”.

Tendo em mente que teoria e prática são duas condições indispensáveis e inseparáveis para o exercício da profissão do docente, a criação do vídeo facilitará utilização dos programas e posterior avaliação dos seus dados nos parece de grande importância para o profissional que tramita na área da atividade física, pois terá condição de interpretar a VFC fazendo uso do conhecimento adquirido no vídeo.

Os novos recursos tecnológicos (vídeo, computador etc.) se tornaram um auxílio precioso para o educador atual. A utilização desse instrumental, longe de tornar supérflua a tarefa do docente, colabora decisivamente para o ensino. Esses meios facilitam a transmissão do conhecimento, possibilitando a criação de novos saberes (LIBANEO, 2002).

## 5 REVISÃO LITERÁRIA

### 5.1 Educação e Saúde

É difícil separar o binômio educação/saúde, a educação engloba a saúde e a saúde faz parte da educação, no Brasil o Ministério da Educação e da Saúde vem se articulando há anos com intuito de promover políticas públicas para efetivar mudanças nos modelos de formação dos profissionais da área de saúde, tendo como princípios básicos as Diretrizes Curriculares Nacionais e o Sistema Único de Saúde (BRASIL, 1996).

A visão sobre saúde tem mudado nos últimos anos, acreditava-se que saúde era a ausência de doença, a prática sanitária baseava-se no curativismo, sendo atualmente focada na vigilância da saúde. Anteriormente a atenção era tratar da doença, até porque este tipo de enfoque é interessante para as indústrias farmacêuticas, grandes centros hospitalares e vários tipos de exames e diagnósticos feitos com base nesse tipo de atenção a saúde (SANCHEZ, *et al.*, 2008).

Claro é, que não podemos nos abster dos benefícios colhidos por meio desse modo de pensar em saúde, é necessário ter bons hospitais, um suporte farmacológico a altura, bons especialistas para casos específicos.

Mas quando pensamos em saúde na atualidade, verificamos a necessidade de uma visão mais integralista e holística, e felizmente já existe um novo enfoque em saúde que pensa em prevenir, na prevenção.

Ter saúde, não quer dizer não estar doente, saúde engloba uma série de transformações no indivíduo, saúde é ter moradia digna, ser capaz de se vestir e se manter, ter uma informação e formação pela educação na sua forma mais ampla, que possibilite este indivíduo a transformar o meio em que ele vive. (SANTOS; WESTPHAL, 1999).

A construção do Sistema Único de Saúde (SUS) e a implantação da nova lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9394/1996, nasceu após uma parceria entre a área da educação e a área da saúde.

Esse movimento tem como objetivo acarretar mudanças na formação do profissional da área de saúde, focando a sua preparação para nova Assistência Sanitária Brasileira, o que faz com que educação e saúde se tornem cada vez mais indissociáveis.

O Ministério da Saúde ao diagnosticar o poder da educação vem investindo na formação de novos profissionais, com perfil mais adequado a saúde do coletivo, pensando na integralidade da atenção a saúde prestada a população (AZEVEDO, 2012).

O Programa de Educação pelo Trabalho para Saúde (PET Saúde) foi instituído pela portaria interministerial MS/MEC nº 1802, de agosto de 2008. O PET Saúde tem o objetivo de estimular profissionais da área de saúde e também formar equipes multidisciplinares com atenção a saúde da população (BRASIL, 2008).

É impossível para o profissional médico ocupar todos os espaços necessários a uma saúde integral, focada na prevenção, é necessário o engajamento de vários profissionais da área de saúde: enfermeiros, fisioterapeutas, professores de educação física, nutricionistas, fonoaudiólogos, odontólogos, pois só assim conseguiremos transformar assistência de saúde no Brasil, falando de outra maneira, transformar a prática sanitária (SANTOS; WESTPHAL, 1999).

A Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) é mais uma ferramenta para ser incluída na atenção a saúde, ela atua na prevenção de vários desequilíbrios do organismo humano, ela não é uma ferramenta de diagnóstico, porém é capaz de detectar pequenas alterações do balanço autonômico, sendo capaz de levantar suspeitas na fase inicial de algumas patologias.

A sua utilização pode ser feita por médicos, enfermeiros, fisioterapeutas e professores de educação física. Atualmente o profissional de educação física é quem mais utiliza essa ferramenta.

## **5.2 Sistema Cardiovascular**

O sistema cardíaco tem como objetivo unir o corpo humano, de maneira que ele sempre se mantenha nutrido por uma corrente contínua de nutrientes e oxigênio.

O coração é constituído por quatro câmaras, que podem se subdividir em coração direito e coração esquerdo, eles são separados por uma parede denominada septo, o coração direito pode ser denominado como uma cavidade de volume, enquanto o coração esquerdo pode ser denominado como uma cavidade de pressão. O músculo cardíaco possui fibras muito parecidas com o músculo esquelético, possuindo o mesmo mecanismo de deslizamento de suas fibras pelas pontes de actina e miosina, porém, suas fibras se encontram mais entrelaçadas, como se fosse uma treliça, ao que se dá o nome de sincício. Outra característica desse músculo cardíaco é o potencial de ação. Quando uma célula é estimulada, despolarizada, todo músculo responde de maneira uniforme. O músculo cardíaco também mantém sua contração por um período maior quando comparado ao músculo esquelético, tendo em média 10 a 15 vezes a duração do músculo esquelético (GUYTON, 1997).

O objetivo desse maior tempo de contração se dá para que a circulação dentro da bomba cardíaca, dos “dois” corações, tenha tempo hábil para percorrer todas as cavidades cardíacas (GUYTON, 1997).

O coração mantém sua ritmicidade por estímulos elétricos advindos do SNA e que estimulam o nodo sinoatrial, dele saem vários feixes que possuem um sistema especializado para transmissão dos impulsos elétricos, chamados de fibras de purkinge. Esse sistema tem a propriedade de transmitir esses impulsos numa velocidade 5 vezes maior que o músculo cardíaco (ENÉAS, 1997).

A frequência cardíaca (FC) é uma variável das mais utilizadas para monitoramento da função cardiovascular. De uma forma geral, uma frequência cardíaca de repouso mais baixa nos traduz um bom condicionamento físico (excetuando-se indivíduos vagotônicos), influenciando a faixa de treinamento que será prescrita (FIGUEIREDO *et al.*, 2016; PASCHOAL, 2003).

Embora existam dúvidas acerca de algumas afirmações, acredita-se que uma baixa frequência cardíaca seja reflexo de uma boa condição física, enquanto uma frequência cardíaca alta nos traduziria uma falta ou um menor condicionamento físico, estando o indivíduo mais sujeito à doenças cardiovasculares (NASCIMENTO; BARROS, 2008).

A VFC é uma ferramenta de avaliação tanto do sistema cardiovascular quanto do sistema nervoso autônomo, pois o coração sofre alterações da sua frequência cardíaca pelos ramos simpático e parassimpático que compõem o sistema nervoso autônomo (PASCHOAL *et al.*, 2006; MIRANDA, 2011).

A mensuração da VFC através de suas alterações, flutuações dos intervalos R-R, nos permite avaliar a integridade do sistema cardiovascular.

### **5.3 Sistema Nervoso Autônomo**

O sistema nervoso autônomo (SNA) trabalha no nível do inconsciente em virtude de suas ações não serem premeditadas, o SNA ou sistema nervoso autonômico quer dizer que ele se auto regula. Ele interfere na frequência cardíaca, na pressão arterial, na tensão dos vasos sanguíneos e no débito cardíaco (FIGUEIREDO *et al.*; 2016).

O SNA se divide em simpático e parassimpático, em geral suas ações são antagônicas, mas esse balaço antagônico é responsável pelo funcionamento acurado dos órgãos por eles inervados.

Os neurotransmissores responsáveis pelo funcionamento do sistema nervoso parassimpático e do sistema nervoso simpático também são diferentes, enquanto o parassimpático utiliza a acetilcolina o simpático faz uso da noradrenalina.

Praticamente todos os órgãos são inervados pelo simpático e pelo parassimpático, em geral suas ações são do tipo antagonista, mas também podem ser sinergistas.

Na antagonista, se um aumenta o outro diminui, sendo essa a mais comum.

Na sinergista, os dois ramos simpático e parassimpático produzem o mesmo efeito.

A estimulação simpática no coração aumenta tanto a sua frequência (força cronotrópica), quanto a sua contração (força inotrópica), já o SNP atua praticamente só na frequência cardíaca com intuito de diminuí-la o que ele faz através de suas fibras parassimpáticas que chegam ao nodo sinoatrial através do nervo vago.

O efeito desse sistema parassimpático será a diminuição da frequência cardíaca principalmente (diminuição do cronotropismo) e uma leve diminuição da contratilidade, ou seja, leve diminuição do inotropismo cardíaco (IRIGOYN *et al.*, 2001).

O uso da VFC tem sido alvo de inúmeros estudos através da análise das alterações dos intervalos R-R, sendo possível mensurar por um meio não invasivo o tônus vagal e várias condições fisiológicas tanto no repouso, quanto no exercício, em especial no pós exercício, em virtude da retomada do sistema nervoso parassimpático (PASCHOAL *et al.*, 2006).

#### 5.4 O Eletrocardiograma

O eletrocardiógrafo e o eletrocardiograma surgiram em 1902 idealizado por Willen Einthoven, com o objetivo de registrar as correntes elétricas oriundas do coração. O eletrocardiograma é um instrumento muito importante para avaliação do impulso cardíaco e para sua integridade, podendo ser utilizado tanto em repouso quanto durante o exercício, a sua interpretação traz informações como: hipertensão, angina, infarto, arritmia diversas, alterações metabólicas (FELDMAN; GOLDWASSER, 2004).

A interpretação do seu traçado se dá baseada nas ondas que foram designadas pelas letras P – Q – R – S – T e ainda temos a controvertida onda U.

O estímulo elétrico origina-se no nódulo S.A e prossegue para longe do nódulo, concentricamente em todas as direções. Se os átrios fossem uma massa d'água e uma pedra caísse no nódulo S.A haveria uma expansão de uma onda circular crescente proveniente do nódulo S.A. Esta é a maneira pela qual a despolarização atrial se propaga partindo do nódulo S.A.

Essa demonstração tenta correlacionar os fenômenos elétricos com a fisiologia mecânica. (ENÉAS, 1997).

Na figura 1 observa-se um eletrocardiograma normal e suas respectivas ondas.

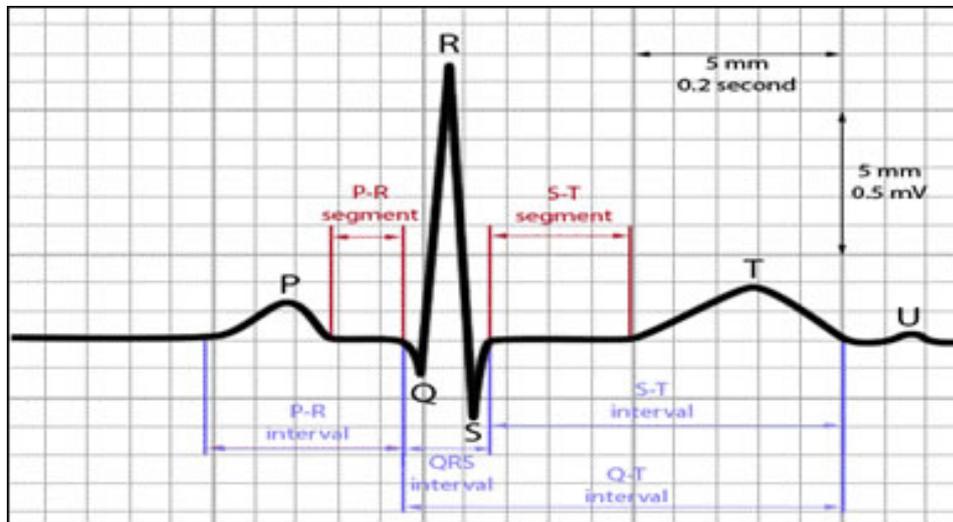
Onda P – despolarização dos átrios.

Complexo QRS – despolarização dos ventrículos.

Onda T – Repolarização dos ventrículos.

Onda U – Segue-se a onda T e é originada pelos potenciais tardios do início da diástole. Esta onda ainda tem a sua gênese muito discutida.

Figura 1 - Traçado eletrocardiográfico



Fonte: [http://www.uff.br/fisio6/aulas/aula\\_10/topico\\_09.htm](http://www.uff.br/fisio6/aulas/aula_10/topico_09.htm)

O estímulo do nodo sinoatrial se dá por estímulos advindos do SNS e SNP. O parassimpático efetua a despolarização do nodo sinoatrial com auxílio do neurotransmissor acetilcolina que possui uma velocidade de remoção muito rápida, se contrapondo ao neurotransmissor noradrenalina do simpático, que possui uma remoção lenta, a integração entre esses neurotransmissores e seus respectivos sistemas é o que dará ao SNA o seu equilíbrio. Portanto o equilíbrio entre a modulação rápida e a lenta determina a VFC (PASCHOAL *et al.*, 2006).

A amplitude da VFC, a sua modulação se dará através do tônus vagal, ou seja, das oscilações parassimpáticas, portanto a VFC indica o nível de atividade parassimpática sobre o coração (TASK, 1996).

## 5.5 Fadiga

Tanto a dor, quanto a fadiga, embora sejam sintomas extremamente incômodos, são benéficos ao organismo, eles alertam que há algo que não está funcionando bem. A fadiga pode ter inúmeras causas, ela pode ser central ou periférica, ela irá limitar a performance, mas também protegerá o organismo de lesões mais sérias.

O exercício físico se assemelha a medicação, ele tanto pode ser útil ao indivíduo, quanto pode ser extremamente lesivo. É necessário que o profissional que trabalha com o exercício físico tenha conhecimento dos sinais da fadiga, sinais esses que podem aparecer com atletas super treinados, bem como iniciantes em atividades aparentemente leves (ASCENSÃO *et al.*, 2003).

O recrutamento muscular dependerá da intensidade proposta pelo exercício físico, as fibras musculares se dividem em:

Tipo 1 – Contração lenta – Possuem maior vascularização e são capazes de suportar o exercício físico por um tempo prolongado.

Tipo 2 – Contração rápida – Essas fibras possuem menor vascularização sanguínea, ao microscópio são mais esbranquiçadas, sua característica são exercícios de força e explosão, trabalhos de velocidade, não conseguem sustentar a atividade física por um longo período.

Importante também saber a condição física prévia de cada indivíduo, as condições ambientais também são importantes, dias quentes, muito úmidos e com pouca ventilação são mais propícios a intercorrências.

O profissional precisa ter noção dessas variáveis na hora de ministrar a atividade física (MC ARDLE, 1998).

## **5.6 Rabdomiólise**

A rabdomiólise é uma doença muscular caracterizada pela morte das células musculares com extravasamento de seus constituintes para a circulação. Ela pode ser branda ou extremamente grave podendo levar o indivíduo ao óbito (ROSSI *et. al*; 2009).

Segundo Carvalho, 2002, a rabdomiólise é uma doença que tem seu diagnóstico em cima de critérios clínicos e laboratoriais:

Clínicos:

- A dor pode surgir após 24 a 48h, chamada dor tardia;

- Enrijecimento em especial dos membros superiores;
- O quadro algico pode ser generalizado;
- Em casos mais graves surgem acometimentos renais e pulmonares;
- Rins – urina escurecida ou avermelhada;
- Pulmões – dificuldade de respiração.

Laboratoriais:

- CPK Creatino kinase aumentada;
- Uréia aumentada;
- Creatina pode também estar aumentada;
- Velocidade de hemossedimentação aumentada.

Os exercícios físicos, em especial em regiões úmidas e quentes favorecem o surgimento da rabdomiólise.

A atividade física excessiva tem sido comumente citada como causa, em especial em indivíduos destreinados que iniciam uma atividade física de maneira abrupta (ARAÚJO, 2005).

Quase todo exercício físico vai gerar um certo grau de lesão das células musculares após um exercício físico de moderado a forte, e dependendo do indivíduo até mesmo de leve a moderado. No exame laboratorial aparecerá CPK elevada, sem que com isso caracterize a rabdomiólise, ela é caracterizada por um conjunto entre os sintomas clínicos associados aos sinais laboratoriais.

A rabdomiólise seria uma etapa posterior a fadiga, o indivíduo teve os sintomas e sinais de fadiga, porém insiste em manter a atividade, ou o educador exige mais do que deveria, favorecendo a possibilidade do aparecimento da rabdomiólise.

A primeira descrição moderna de rabdomiólise foi publicada em 1941, por Bywaters e Beall, em quatro casos de vítimas de um bombardeio em Londres. Todos os indivíduos desenvolveram insuficiência renal aguda (IRA) e morreram em uma semana. À necropsia, foram encontrados cilindros pigmentados nos túbulos renais, estabelecendo uma relação causal entre rabdomiólise e IRA (NETO, 2005, p. 653).

## 5.7 Síndrome de Overtraining

A síndrome de overtraining é mais diagnosticada em atletas de elite, embora atualmente existam atletas amadores com treinamento bem próximo aos de elite.

Em geral o aparecimento da síndrome se dá em virtude do excesso de treinamento sem o necessário período de descanso (MACHADO, 2010).

Na maioria das vezes o motivo está no princípio da sobrecarga.

As alterações iniciais mais comuns são (BASÍLIO *et al.*, 2015; LEITE *et al.*, 2012):

- Irritação;
- Dificuldade para dormir;
- Dificuldade na recuperação da frequência cardíaca após esforço, dificuldade do retorno vagal.

O diagnóstico precoce é importante em virtude da síndrome poder afastar o atleta profissional de suas atividades por período de 6 a 8 meses, dependendo da gravidade do caso.

Hipóteses propostas como possíveis causadoras da ativação deste sistema:

- Lesão, inflamação;
- Redução dos estoques muscular e hepático de glicogênio;
- Diminuição da disponibilidade de glutamina durante o exercício;
- Fadiga central.

## 5.8 Variabilidade da Frequência Cardíaca

É cada vez maior o interesse sobre essa ferramenta cardíaca e as possibilidades para sua aplicação clínica. Em virtude de ser não invasiva, ter baixo custo e fácil manuseio fazem dela, uma alternativa muito interessante e acessível a profissionais da área de saúde (LOPES, 2013).

Historicamente, seu interesse clínico surgiu em 1965, quando Hon e Lee demonstraram uma aplicação clínica bem definida da VFC na área de monitorização do sofrimento fetal.

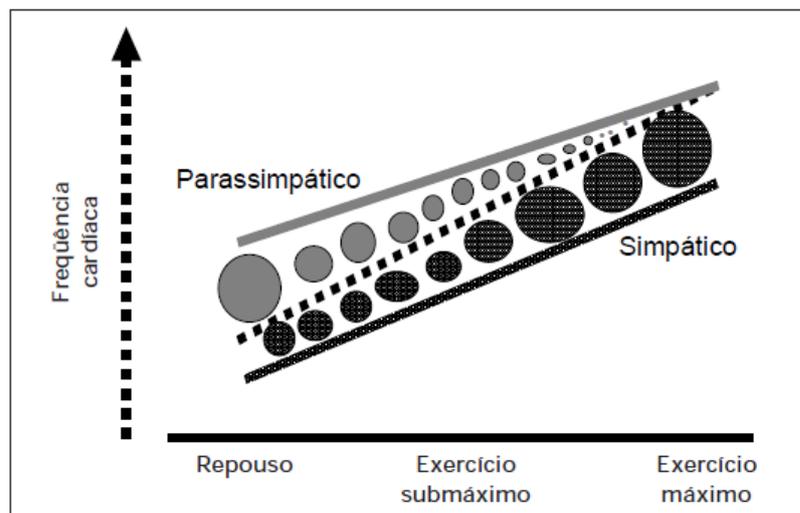
Durante o exercício físico a frequência cardíaca aumenta, no início esse aumento se dá em virtude da inibição vagal, ou seja, diminuição do sistema parassimpático, conforme o exercício físico fica mais intenso, o SNS passa a comandar o sistema cardiovascular (KAWAGUCHI, 2007).

Quando o exercício físico termina inicia-se a fase da recuperação do SNP, ou seja, quanto mais rápido o tônus vagal for restituído, melhor estará esse sistema cardiovascular.

Em geral atletas e pessoas que mantêm uma atividade física regular, obtém um melhor retorno desse tônus vagal, a figura 2 mostra o comportamento entre SNS e o SNP durante o repouso e a atividade física.

A dificuldade e demora para recuperação desse tônus pós exercício, é um mal prognóstico, podendo ser indicador de problemas cardiovasculares e/ou metabólicos (GUERRA *et al.*, 2012).

Figura 2 - Controle autônômico da frequência cardíaca no repouso e no exercício. Participação parassimpática diminui com o aumento da intensidade do exercício, enquanto o contrário ocorre com a simpática.



Fonte: Adaptado de: Revista Brasileira de Medicina do Desporto, v.9, n.2, 2003, p.39.

É consenso que a atividade física oferece proteção ao sistema cardiovascular, porém não se tem certeza sobre a intensidade e volume do exercício a ser desenvolvido (LEE, 2010).

Atualmente preconiza-se que de 30 a 40 minutos de exercício físico de 4 a 5 dias na semana, com intensidade de moderada a forte, seria o suficiente para reduzir o risco de doença e mortalidade (PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY, 2008).

O Professor de Educação Física encontra na VFC mais uma ferramenta para auxílio e controle dos parâmetros fisiológicos, a serem monitorados durante a atividade física.

## **5.9 O Exercício Físico**

O exercício físico acarreta benefícios ao sistema cardiovascular, embora ainda se mantenha indefinida a carga e intensidade a se trabalhar, para que se obtenha uma adaptação do sistema nervoso autônomo e com isso uma melhoria da VFC, e conseqüentemente do tônus vagal (MENDONÇA; AVILA, 2010).

É sabido que o exercício físico de leve a moderado tem efeito positivo sobre a saúde, sendo preventivo de várias patologias. Existem estudos que demonstram que exercícios intensos estão associados a lesões musculares e produção elevada de radicais livres. Os benefícios dos exercícios físicos regulares sobre o sistema cardiovascular e sobre a função endotelial vêm tendo uma resposta positiva em vários estudos.

Segundo Taddei *et al.* (2005), aparentemente o exercício físico é capaz de prevenir o declínio da vasodilatação do endotélio, através do aumento da disponibilidade de óxido nítrico (NO).

O exercício físico é capaz de aumentar o fluxo sanguíneo gerando uma pressão maior nas paredes do endotélio, estimulando a liberação de óxido nítrico e maior produção de agentes vasodilatadores acarretando diminuição da resistência vascular periférica, diminuição das lipoproteínas de baixa densidade e inibição da agregação plaquetária (PASCHOAL *et al.*, 2004).

O exercício físico bem ministrado pode ser feito em qualquer faixa etária, sendo inclusive mais importante após os 30 anos, quando já existe um certo declínio do sistema orgânico em geral.

O sedentarismo atualmente é considerado uma doença, tamanha é a importância que se dá a atividade física ou ao exercício físico.

Pode se dizer que o ser humano pode aumentar a sua atividade física informal aumentando as atividades de vida diária: subir escadas, andar com o cachorro, lavar o carro, etc. (GUERRA, 2012).

Pode-se também fazer exercícios físicos orientados com a supervisão de um profissional com intuito de obter ganhos mais específicos, trabalhar outras valências físicas, flexibilidade, coordenação, ritmo, equilíbrio, para após focar os trabalhos de força, trabalhos aeróbicos e anaeróbicos.

Um trabalho que siga os princípios da fisiologia do exercício:

1. Princípio da continuidade;
2. Princípio da individualidade biológica;
3. Princípio da sobrecarga.

Desta forma focando na qualidade de vida, com base em um programa de exercícios físicos que siga uma progressão lenta, mas constante procurando focar uma estratégia preventiva e efetiva que será boa tanto para os indivíduos quanto para o Estado, pois prevenir é muito mais barato do que tratar (TULPPO *et al.*, 2003).

O Polar RS800 nos fornece uma maneira de decifrar a VFC, ferramenta essa capaz de prevenir o mais precoce possível lesões cardiovasculares, metabólicas, endoteliais, já que essas alterações tem início em indivíduos muito jovens, sendo assim a possibilidade de poder esclarecer e ensinar o maior número de profissionais a utilizá-la nos parece ser de extrema validade.

As avaliações de indivíduos portadores de patologias cardiovasculares, bem como indivíduos sadios submetidos a programas de exercícios físicos, ganha com a VFC uma ferramenta de fácil manuseio, baixo custo, não invasiva, de fácil

interpretação, que trará ao profissional, não só a possibilidade de um diagnóstico precoce de alguma alteração cardiovascular, metabólica, bem como ajudará o profissional no que diz respeito a carga de trabalho imposta, quer seja na intensidade ou no volume, a VFC ajudará a diagnosticar com mais sensibilidade os efeitos do treinamento e do overtraining (RIBEIRO *et al*, 2015).

A homeostase é alterada pelo exercício físico, pois o exercício cria uma demanda energética de todo o sistema muscular envolvido na atividade, acarretando um aumento do metabolismo, e várias adaptações fisiológicas com intuito de suprir essas necessidades.

Os exercícios se dividem principalmente em dois grupos: exercícios isotônicos e isométricos.

Exercícios isotônicos – Existe contração muscular acompanhada de movimento do segmento.

Exercícios isométricos – Existe contração muscular, mas não há movimento do segmento.

Portanto é importante que o profissional que está trabalhando com os indivíduos tenha noção dos princípios do treinamento físico, sua metodologia, e o que esperar durante a atividade física proposta, quais respostas neurocardíacas são esperadas em virtude do trabalho ministrado.

## **5.10 Percepção Subjetiva do Esforço**

É sabido que o exercício físico, atua positivamente na saúde do indivíduo, melhorando a sua pressão arterial, controlando e diminuindo o risco da diabete, atuando sobre o SNA e conseqüentemente sobre o sistema cardiovascular (VIEIRA, *et al.*, 2013).

Nessas ultimas décadas houve um grande aumento no número de praticantes de atividade física, mas também houve um exagero, no que diz respeito a intensidade e volume do exercício físico, a proliferação de assessorias esportivas, de indivíduos que fazem atividade por planilhas via internet, sem nenhuma individualização, o aparecimento do cross fit, são alguns dos exemplos, que se não

houver um profissional, um educador físico qualificado para orientação das atividades de forma adequada, as respostas poderão ser extremamente malélicas. Nestes casos, o indivíduo deve ser encaminhado ao médico, para que prescreva uma avaliação cardiorrespiratória.

Em geral o teste de esforço (T.E), ou melhor, o teste ergoespirométrico, seria uma boa opção, porém o teste se torna mais difícil de ser prescrito em virtude dos planos de saúde comuns não oferecerem cobertura para o mesmo.

Uma ferramenta simples e de fácil uso é a percepção subjetiva do esforço (PSE).

O exercício físico produz uma ativação do córtex cerebral, as informações sentidas pelo indivíduo durante o exercício são percebidas pela musculatura envolvida e por alterações advindas do músculo cardíaco e da respiração.

Estas alterações apoiam a ideia que a PSE, possa ser utilizada como um mecanismo de feedback, que traduz para o praticante e para o profissional uma ideia da carga de treinamento a ser utilizada.

Estes prováveis mecanismos apoiam a proposta de que a P.S.E. possa ser utilizada para predizer a carga a ser utilizada no treinamento, bem como a intensidade e a duração do exercício (PINHEIRO *et al.*, 2014).

A escala de Borg foi criada pelo fisiologista sueco Gunnar Borg (P.S.E.).

Os números de 6-20 são baseados na Frequência Cardíaca de 60-200 bpm por minuto. Sendo que o número 12 corresponde aproximadamente 55% e o 16 a 85% da Frequência Cardíaca Máxima.

A figura 3 demonstra a relação entre a frequência cardíaca e a percepção subjetiva do esforço. O cardiologista Ricardo Vivacqua, em 1992 fez uma adaptação a escala de Borg.

Figura 3 - Escala subjetiva de esforço.

(VIVACQUA, 1992)	ADAPTADA	ESCALA DE BORG
Nível de intensidade	Condição de Esforço	Frequência Cardíaca (Bpm)
0	repouso	60
		70
		80
1	muito leve	90
2		100
3		110
4	leve	115
5		120
6	moderado	130
7		140
8	forte	160
9		180
10	exaustivo	200

Fonte: <http://pt.slideshare.net/GILIADE/atividade-fsica-e-sade-escola>

Podemos também para facilitar o praticante de exercício físico nos utilizarmos de atalhos, tais como:

1. É capaz durante o exercício físico de conversar com facilidade?

#### **LEVE**

2. Sente dificuldade durante o exercício físico para conversar?

#### **MODERADO**

3. Faz exercício físico, mas é impossível de conversar?

#### **FORTE**

4. Faz exercício físico, mas já tem dificuldade não só de conversar, bem como para respirar.

#### **EXAUSTIVO**

## 5.11 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

### 5.11.1 Métodos lineares

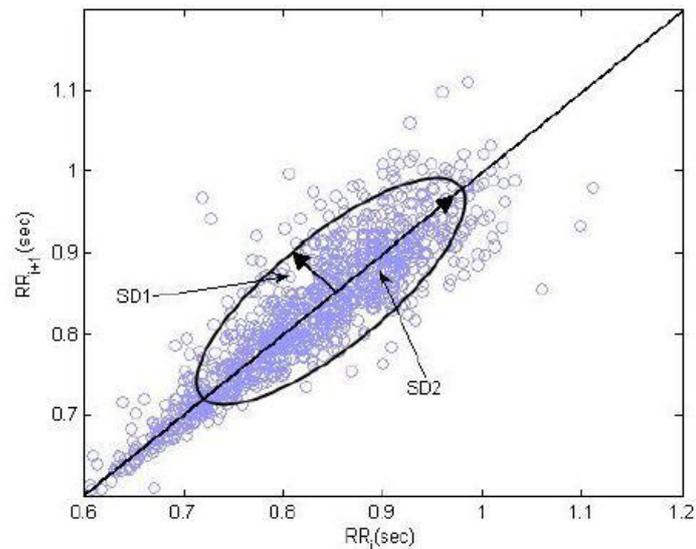
Os métodos lineares estão divididos em dois tipos: análise no domínio da frequência e análise no domínio do tempo. A escolha pelo método de domínio no tempo foi feita em virtude dele ser mais prático, e da população alvo se adaptar bem a esse método. As avaliações no domínio do tempo podem ser de forma estatística ou geométrica (VANDERLEI *et al.*, 2009).

Será utilizado o método linear no domínio do tempo, pela plotagem de poincaré, que se caracteriza por ser um método geométrico, na figura 3 podemos avaliar a gráfico de poincaré de um adulto jovem normal, a dispersão dos pontos se faz de maneira uniforme. O eixo menor, SD1, é responsável pelo sistema nervoso parassimpático, enquanto o eixo maior, SD2, representa o sistema nervoso simpático. A dispersão dos pontos de maneira homogênea dentro da elipse demonstra equilíbrio do sistema nervoso autônomo.

O diagrama Poincaré é uma representação geométrica de uma série temporal (KARMAKAR *et al.*, 2009).

No diagrama são definidos dois pontos, o SD1 e o SD2. O 1º representa o eixo menor do diagrama, e o 2º representa o eixo maior.

Figura 4 - Diagrama de Poincaré.



Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/26735916\\_fig1\\_Figure-1-Standard-Poincare-plot-A-standard-Poincare-plot-lag-1-of-RR-intervals-of-a](https://www.researchgate.net/figure/26735916_fig1_Figure-1-Standard-Poincare-plot-A-standard-Poincare-plot-lag-1-of-RR-intervals-of-a)

Os índices obtidos através dos resultados no domínio do tempo dizem respeito aos intervalos R-R normais, isto é, resultado do nodo sinusal.

Embora esses resultados traduzam de forma bem simplificada o complexo sistema cardiovascular, bem como respostas do SNA, estes índices fornecem importantes respostas para análise do avaliador (PASCHOAL *et al.*, 2016).

A literatura tem demonstrado que, com o avanço da idade, a variabilidade da frequência cardíaca sofre um declínio, ou seja, varia menos. As alterações da VFC são esperadas ocorrendo no caso de estresse, pela respiração, atividade física, gênero, modificações da postura, hora do dia. O problema é exatamente a diminuição da VFC, a dificuldade do parassimpático em equilibrar o organismo e achar sua homeostase (VANDERLEI, 2009).

As ferramentas utilizadas para a avaliação da VFC podem ser o eletrocardiograma e os cardiofrequencímetros. No que diz respeito ao eletrocardiograma, ele é um método mais caro, em virtude de toda tecnologia embutida no eletrocardiógrafo, bem como sua avaliação necessita de um médico especialista para interpretação dos seus resultados. O eletrocardiograma é o padrão ouro para fazer esse tipo de avaliação e diagnóstico.

Os cardiofrequencímetros são ferramentas muito mais baratas, de mais fácil acesso, mais fácil manuseio, não são invasivas e sua interpretação é bem mais simples. O cardiofrequencímetro são relógios que tem um programa de captação dos estímulos gerados pelo coração através de cintas colocadas ao redor do tórax, que captam esse estímulo elétrico transferindo-os para o relógio (Polar RS800), que após armazenados no relógio são transferidos por infravermelho para o pen drive que por sua vez o transfere para o computador.

A Polar fornece um programa chamado Polar Pro treinos 5, esse programa faz a leitura dos sinais transferidos do RS800 para o computador e os transforma em uma coluna de milisegundos.

De posse desse resultado, você entra em outro programa, o qual é baixado gratuitamente na internet e ele traduz a leitura feita pelo Polar Pro treinos 5, e envia para o avaliador as imagens necessárias para sua interpretação. O software que faz essa montagem se chama Kubios.

O problema é que não existe nenhum manual explicando como usar essas ferramentas, e em especial como usufruir de suas tecnologias de forma em conjunto.

## **6 METODOLOGIA**

### **6.1 Pesquisa bibliográfica**

Este trabalho foi realizado em conformidade com normativas regulamentares referentes da pesquisa bibliográfica (GIL, 2002) por meio de revisão de literatura: artigos científicos, livros, trabalhos monográficos e dissertações.

Para tanto, foram utilizados para busca artigos científicos nas bases de dados Scielo (Scientific Eletronic Library Online), LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências de Saúde), Medline (Medical literature Analysis and retrieval System Online) e Google Acadêmico.

Foi feita uma abordagem qualitativa, durante o levantamento bibliográfico onde foi constatada a escassez de material para utilização do cardiofrequencímetro RS 800, e os programas necessários para interpretação dos dados coletados.

O levantamento bibliográfico compreende os artigos pertinentes a variabilidade da frequência cardíaca tendo o Polar RS 800 como ferramenta de avaliação.

A estratégia para selecionar os artigos foi realizar leitura dos resumos e conclusões, selecionando os mais pertinentes com o nosso objetivo, foram utilizadas palavras-chaves. Foi definido um limite temporal para os artigos serem aceitos, recorte entre 2000 a 2016. A ideia de trabalhar com um tempo maior, foi verificar se houve diferença no que diz respeito a avaliação da VFC pelo Polar RS 800 nesse intervalo. Após os artigos serem selecionados, eles foram lidos e analisados, sendo feito um resumo de cada um, para melhor compreensão dos mesmos. Como palavras-chaves foram utilizadas: variabilidade da frequência cardíaca, cardiofrequencímetro, sistema nervoso autônomo, sistema cardiovascular, exercício físico.

## 6.2 Mensuração das Medidas da VFC em Voluntário

O protocolo para tomada dos sinais será feita da seguinte maneira:

O voluntário ficará deitado durante 15 minutos, o sinal será registrado durante o total desse tempo, após transcorrido este tempo, e já tendo sido feita a captação dos sinais, o Polar será desligado da sua função R-R, mantendo-se o aparelho, durante o exercício com intuito de monitorar a frequência cardíaca, o voluntário fará uma atividade de pular corda durante 5 minutos mantendo uma intensidade que ele descreva como sendo um esforço no mínimo moderado.

Imediatamente após a atividade de pular corda durante 5 minutos, a função R-R do Polar será reativada, e sua frequência será monitorada durante 5 minutos.

### 6.2.1 Tratamento dos Sinais

Durante os primeiros 15 minutos após a gravação dos sinais iremos excluir os primeiros 2 minutos de gravação, com intuito de obter o sinal mais limpo e com menor interferência e artefatos.

Na segunda medida o intuito será verificar, se a retomada do sistema parassimpático se dará como descrito na literatura, através da imagem do plot de poicaré observaremos como se dará a retomada vagal.

Utilizaremos os mesmos horários, lugar e distância para os voluntários.

Cuidados a se tomar antes de se iniciar a captação dos sinais:

- Instruir o voluntário a não ingerir nenhuma substância que contenha cafeína no dia do teste;
- Orientar o voluntário sobre o posicionamento que ele deve manter dependendo da metodologia adotada.

Indicações para o uso do Polar RS800:

Figura 5 - Polar RS800



Fonte: Arquivo pessoal

- Molhe a faixa;
- Coloque a faixa com o sensor ao redor do tórax;
- O relógio deverá ficar no pulso do voluntário;
- Aperte o botão vermelho e espere até aparecer a frequência cardíaca;
- Verifique se o valor está condizente com a situação do voluntário, estando normal aperte outra vez o botão vermelho e capte o sinal durante o período desejado;
- Ao terminar aperte duas vezes o botão stop do relógio.
- Para realizar a transferência dos dados do Polar RS800 para o programa Polar Pro Trainer 5:
- Coloque o *pendrive* (infravermelho) no computador;

Figura 6 - Interface IrDA



Fonte: Arquivo pessoal

- Coloque o relógio de frente para o infravermelho;

Figura 7 - Relógio Polar RS 800



Fonte: Arquivo pessoal

- Abra o programa Polar Pro Trainer 5.
- Relógio – Aperte no primeiro ou segundo botão do lado direito e selecione a tecla conect – aperte em OK (botão vermelho)
- No programa Polar Pro Trainer 5, clique na opção ferramentas e em seguida transferir dados, após aperte OK.
- Os procedimentos do relógio e do programa devem ser realizados ao mesmo tempo.

#### 6.2.2 Utilização através do Polar RS800

O interesse em se demonstrar o uso do Polar nasceu durante o estudo.

O trabalho com o cardiofrequencímetro já é bem conhecido, o próprio trabalho com a VFC é muito falado e temos muitos artigos e trabalhos sendo feitos.

Durante a pesquisa para desenvolver o trabalho com o cardiofrequencímetro a dificuldade foi conseguir informações, só obtendo através de profissionais que trabalham com o cardiofrequencímetro em laboratórios tendo seu enfoque maior em várias patologias.

A Próximus, representante da marca no Rio de Janeiro, não fornece nenhum manual explicativo para utilização do Polar através da sua “função R-R”.

A Polar fornece um programa chamado Polar Pro treinos 5, esse programa faz a leitura dos sinais transferidos do RS800 para o computador e os transforma em uma coluna de milisegundos.

É necessário também a utilização de outro programa para interpretação dos sinais captados e armazenados no computador, no caso foi utilizado o programa Kubios, ele traduz todos os sinais e retorna as variáveis tanto no domínio do tempo quanto no da frequência em forma de gráficos.

A interpretação no domínio do tempo é muito mais fácil de ser visualizada, por isso o interesse por ela, a população alvo escolhida é formada por indivíduos aparentemente saudáveis, sendo o método no domínio do tempo viável para essa população alvo, bem como a interpretação dos seus sinais é mais fácil para interpretação do avaliador.

### **6.3 O Cardiofrequencímetro RS800 e seus constituintes**

- 1 O relógio;
- 2 Uma fita com sensor para ser fixada ao redor do tórax;
- 3 Programa Polar Protrainer 5

Faz a interpretação dos sinais colhidos pelo relógio e os transforma em medida de tempo em milisegundos.

- 4 A última etapa será transferir esses dados tratados pelo programa do Polar Protrainer 5, para o programa Kubios, ele fará os cálculos finais e apresentará as imagens necessárias para interpretação final.

### 6.3.1 O Vídeo não profissional

#### **Produção e edição do vídeo**

As filmagens ocorrerão dentro de uma sala de uma academia.

As filmagens serão feitas com um celular Motorola MotoX posicionado sobre um tripé.

Os procedimentos técnicos seguirão o roteiro metodológico já predeterminado com o voluntário.

As etapas serão:

- A colocação da fita e do relógio no voluntário;
- A preparação do Polar RS800, com intuito de iniciar a monitorização;
- A captação dos sinais durante o repouso;
- A captação dos sinais após o esforço;
- Filmagem da transferência dos sinais para o computador através da sua interface;
- Tratamento dos dados através do programa Polar Pro Trainer 5;
- Filmagem da transferência dos dados do programa Pro Trainer 5 para o programa Kubios;
- Interpretação das imagens geradas pelo programa Kubios.

## 7 RESULTADOS

Durante o processo de avaliação do voluntário, foram aferidas duas avaliações, sendo uma em repouso e uma após o esforço do mesmo.

A primeira aferição foi feita às 17:20h, com espera de 15 minutos. A frequência de repouso se manteve entre os valores de 67 à 73 batimentos por minuto. A mesma teve diminuição à medida que o voluntário se manteve em posição de relaxamento. Esta pequena variação é o que se espera de um equilíbrio entre os sistemas simpático e parassimpático funcionando em concordância e de maneira fisiologicamente satisfatória para um indivíduo normal.

A segunda aferição foi feita após cinco minutos de atividade física (pular cordas). O voluntário atingiu uma frequência cardíaca de 137 batimentos por minuto ao final da atividade física, e foi avaliado de maneira contínua pelos cinco minutos subsequentes, com objetivo de acompanhar a resposta vagal do mesmo. Foi observada uma diminuição para 92 bpm (33%) após os cinco minutos de repouso, evidenciando uma boa resposta vagal do voluntário.

Na tabela 1 se visualiza a resposta da variabilidade cardíaca durante o repouso e pós esforço:

Tabela 1 - variabilidade cardíaca durante o repouso e pós esforço

	REPOUSO		PÓS ESFORÇO	
TEMPO	15'	1'	5'	
FREQÜÊNCIA CARDÍACA	63 a 73 bpm	137 bpm	92 bpm	

Fonte: Dos Autores.

Durante o levantamento bibliográfico, em todos os artigos pesquisados, embora tenham ótima fundamentação científica sobre a teoria, não foi encontrado nenhum que se dispusesse a ensinar a utilização em conjunto dos programas necessários a interpretação da VFC pelo método linear no domínio do tempo utilizando-se do plot de Poincaré.

Na tabela 2 observa-se alguns dos artigos pesquisados e independentemente do ano de publicação nenhum deles ensina a como utilizar na prática a VFC.

Tabela 2 - Lista de artigos pesquisados

AUTOR	TÍTULO	ANO	PERIÓDICO
Figueiredo, A.P. et. al.	Comportamento da VFC em testes de cargas progressivas	2016	Unifor MG
Guerra, Z.F. et. al.	Influencia do nível de ativ. Físicas laborais, de lazer e locomoção na modulação autonômica cardíaca de repouso e na F.C de recuperação.	2012	Revista brasileira de Ciência e Movimento.
Irigoyen, M.C. et. al.	Controle cardiovascular: Regulação reflexa e papel do S.N.S.	2012	Rev. Bras Hipertens
Leite, G.S. et.al.	Overtraining, VFC e esporte: uma breve revisão.		Rev. Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.
Matsudo, S.M. et. al.	Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e mental durante o processo de envelhecimento.	2000	Rev. Brasileira de atividade física e saúde.
Paschoal, M.A. et.al.	Controle autonômico cardíaco durante a execução de atividade física dinâmica de baixa intensidade.	2003	Rev. Soc Cardiol.
Roberts, W.	Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function.	2009	Cleveland Clinic Journal of Medicine.
Sores-Miranda, L. et.al.	Benefits of Achieving Vigorous as Well Moderate Physical Activity Recommendations: Evidence from Heart Rate Complexity and Cardiac Vagal Modulation.	2011	Journal of Sports Sciences.
Task Force	Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use.	1996	Circulation
Terechtchenko, L. et al.	Autonomic tone in Patients with supraventricular arrhythmia associated with mitral valve prolapsed in young men.	2003	Pace clin Eletrophiol
Tulppo, M.P. et al.	Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects.	2003	J. Appl. Physiol.

Fonte: Dos Autores.

## 8 DISCUSSÃO

Em virtude do voluntário ser um indivíduo aparentemente sadio, os resultados dos testes não apresentaram nenhuma alteração evidente por estes parâmetros testados.

As frequências cardíacas obtidas, todas estão dentro dos parâmetros desejados, condizente com o condicionamento físico do voluntário.

É importante salientar que as manobras feitas pelo avaliador, no caso do manuseio do relógio, devem ser realizadas o mais rápido possível, sendo pequenos intervalos de tempo capazes de alterar os batimentos em 4–6 bpm da frequência cardíaca.

No caso de voluntários que apresentam alguma desautonomia do sistema nervoso autônomo, a aferição do tempo se torna mais fácil, pois as mudanças e a própria retomada vagal se dará de maneira mais lenta.

O intuito no desenvolvimento deste estudo, foi demonstrar a importância da variabilidade da frequência cardíaca como ferramenta de diagnóstico precoce, de alterações da modulação autonômica do organismo.

É necessário destacar a necessidade de um manual, um vídeo, que ofereça condições aos interessados a utilizarem essa ferramenta durante seu trabalho em campo, no dia a dia do professor de Educação Física, durante os treinamentos, sejam eles em escolas, estabelecimentos militares ou assessorias esportivas. Não é interessante que esse conhecimento fique restrito aos laboratórios para avaliações de alta qualidade e com objetivo apenas de estudos científicos.

O papel principal da Tecnologia da Informação na Gestão do Conhecimento consiste em ampliar o alcance e acelerar a velocidade de transferência do conhecimento. As ferramentas de Gestão do Conhecimento pretendem auxiliar no processo de captura e estruturação do conhecimento de grupos de indivíduos, disponibilizando este conhecimento em uma base compartilhada por toda a organização. O objetivo das ferramentas de Gestão do Conhecimento é modelar parte do conhecimento que existe nas cabeças das pessoas e nos documentos corporativos, disponibilizando-o para toda a organização. A mera existência de conhecimento na empresa é de pouco valor, se este não estiver acessível (CARVALHO; FERREIRA, 2013).

Ao traçarmos um paralelo com a citação acima, verificamos a importância das informações circularem, e que o maior número possível de profissionais tenham cada vez mais acesso ao conhecimento, pois o mesmo retornará em benefício dos indivíduos que forem atendidos por profissionais mais qualificados, no nosso caso através das informações adquiridas no vídeo e no manual.

Este trabalho foi desenvolvido com intuito de criar uma ferramenta visual, com objetivo de ensinar a utilização do Polar RS800 para interpretação da variabilidade da frequência cardíaca.

A utilização do vídeo e do manual como ferramenta de auxílio à interpretação da variabilidade da frequência cardíaca é útil, a partir do momento que não há manuais que auxiliem ou ensinem a utilização dessa ferramenta.

A utilização do vídeo e do manual se traduz em poderosa ferramenta como complemento de todo aprendizado teórico adquirido pelo indivíduo, o profissional tem a possibilidade de visualizar como fazer, ele usa também da audição, pois o vídeo estimula tanto a audição quanto a visão, auxiliando a memorização de todas as etapas.

## 9 O PRODUTO

O produto é composto por um vídeo não profissional e um manual explicativo sobre a utilização do Polar RS800, do programa Polar Pro Trainer 5 e do programa Kubios, para interpretação da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos aparentemente saudáveis.

Demonstração prática, bem como de fotos, o produto objetiva ajudar o usuário reconhecer os ícones que deverão ser acionados para que o mesmo consiga obter sucesso na utilização e interpretação dos programas.

### 9.1 Utilização do equipamento e dos programas

Início do teste:

O voluntário deverá permanecer deitado, procurando não falar, não se movimentar, durante os 15 minutos de captação dos sinais nesta posição, de acordo com a metodologia prevista, o voluntário estará com a cinta responsável pela captação dos sinais cardíacos ao redor do tórax e o relógio no punho.

Figura 8 - Início do teste

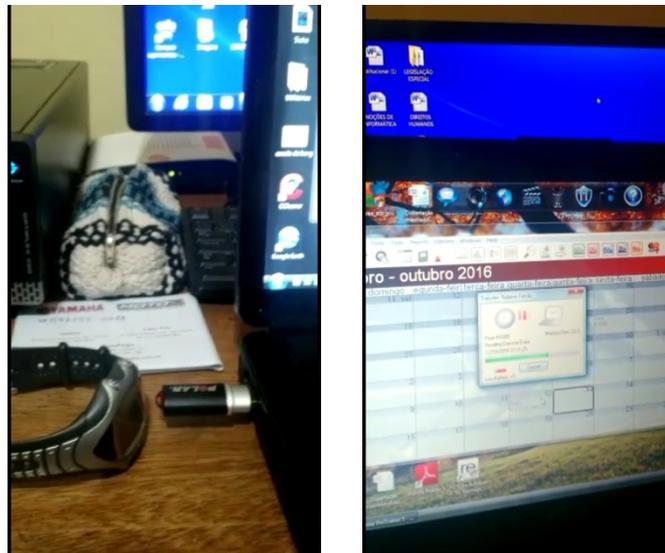


Fonte: Arquivo pessoal

Após o término da captação dos sinais em repouso durante os 15 minutos, tem início a parte física. O voluntário pulará corda durante cinco minutos ininterruptos, após o término, inicia-se a verificação da frequência cardíaca com intuito de visualizar o retorno da atividade vagal. Quanto mais rápido o retorno ocorrer, em melhores condições estará o indivíduo.

Após ter sido feita a coleta de todos os dados, o próximo passo foi a transferência dos registros armazenados no relógio para o computador através de sua interface Polar IrDA USB.

Figura 9 - Transferência dos registros armazenados no relógio para o computador



Fonte: Arquivo pessoal

Após a captura dos dados pelo computador, eles são transformados em imagem, que nos traduzem a variabilidade da frequência cardíaca, tanto em repouso quanto no pós-exercício. O que mais interessa é o tempo do retorno do comando parassimpático pelo vago.

Figura 10 - Frequência cardíaca pós-esforço



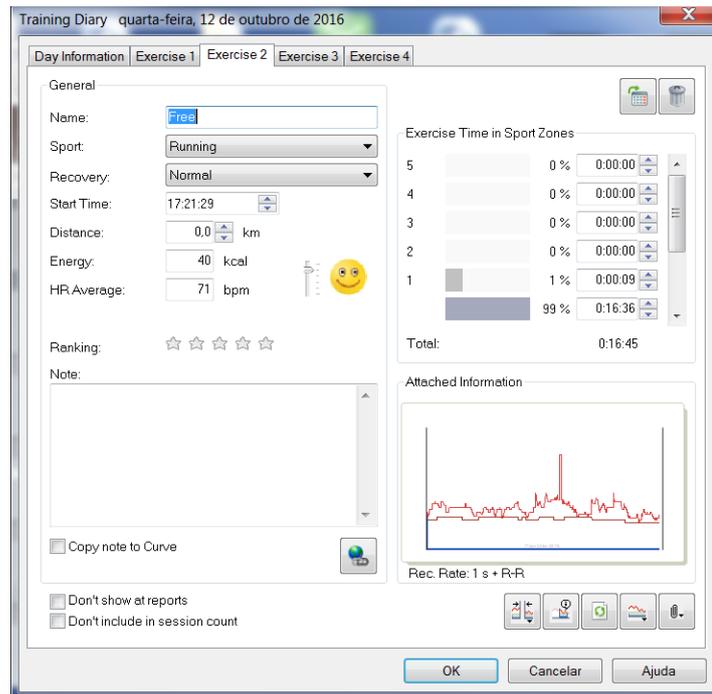
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 11 - Frequência cardíaca após término do período de recuperação pós-esforço



Fonte: Arquivo pessoal

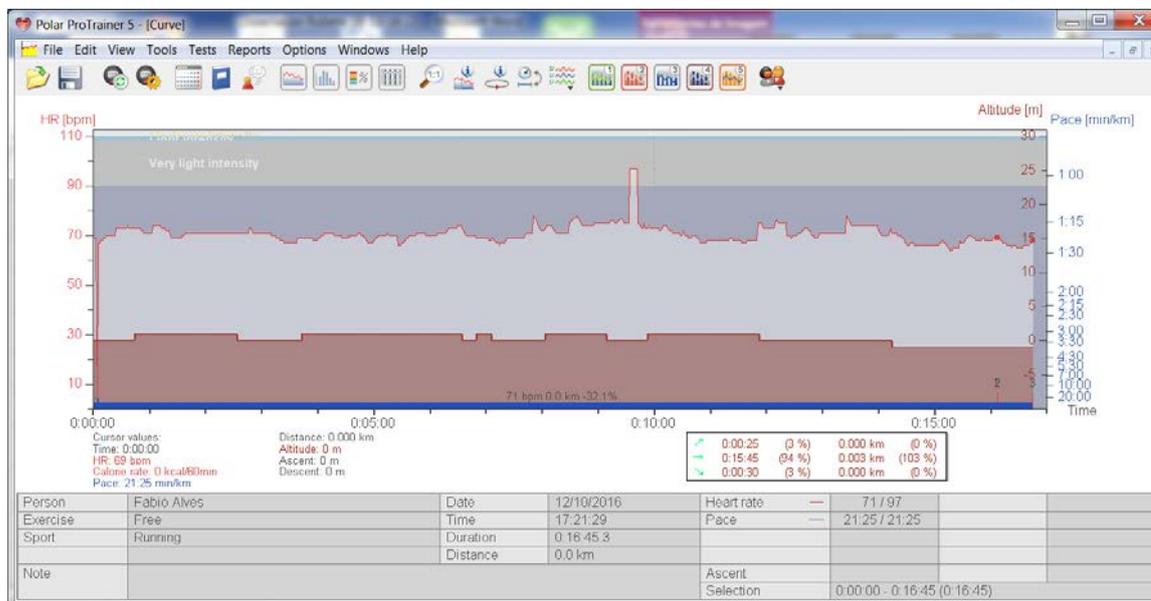
Figura 12 - Traçado da variabilidade da frequência cardíaca em repouso



Fonte: Arquivo pessoal

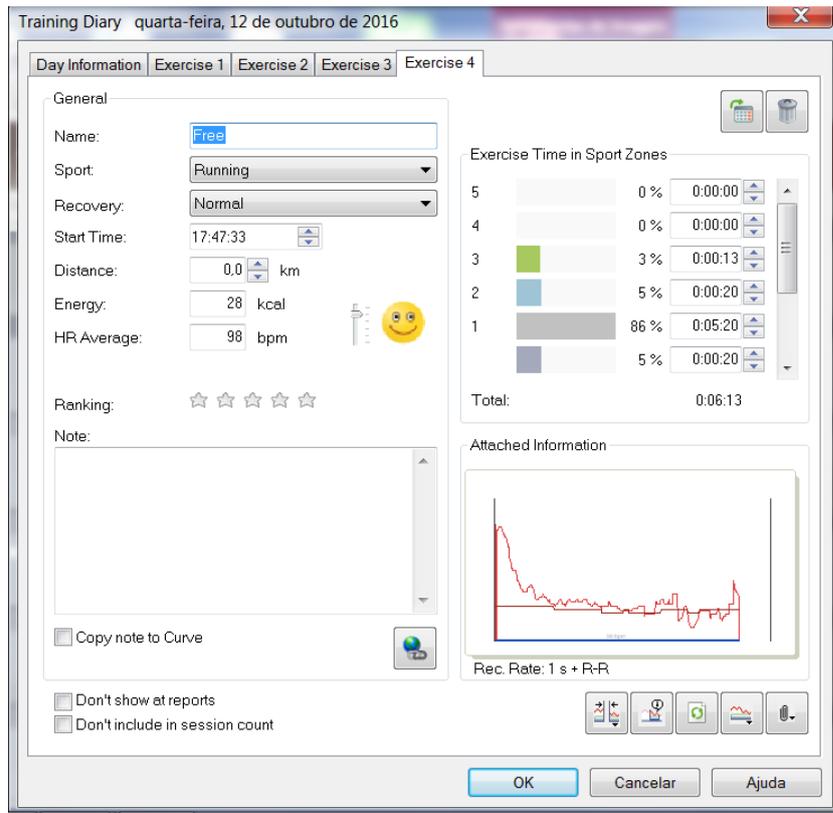
É o mesmo gráfico da imagem anterior, porém aumentado:

Figura 13 - Traçado da variabilidade da frequência cardíaca em repouso – tela 2



Fonte: Arquivo pessoal

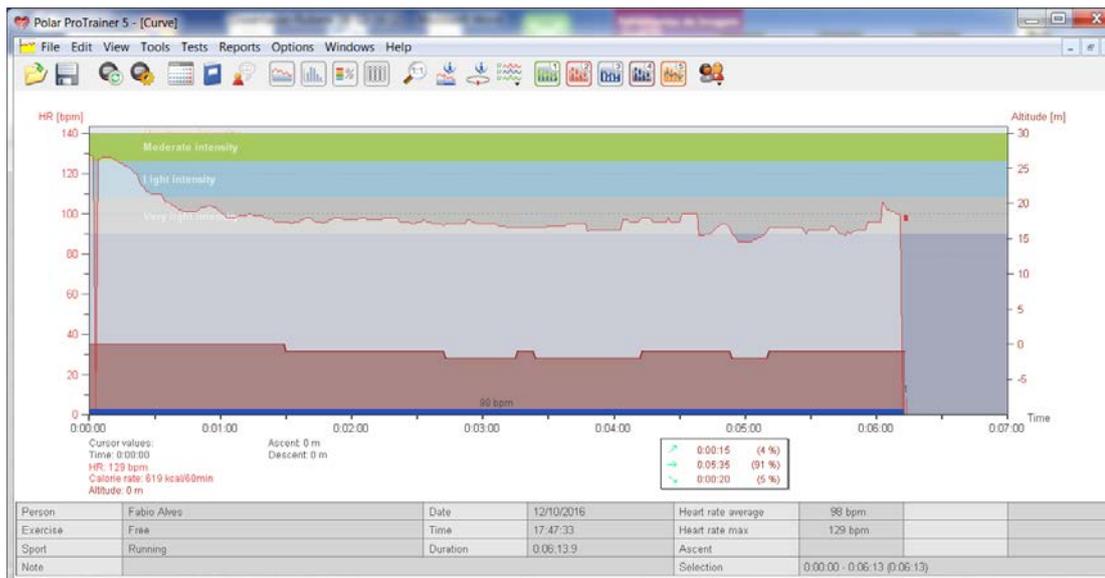
Figura 14 - Gráfico da frequência cardíaca e de sua variabilidade após o esforço



Fonte: Arquivo pessoal

É o mesmo gráfico da imagem anterior, porém aumentado:

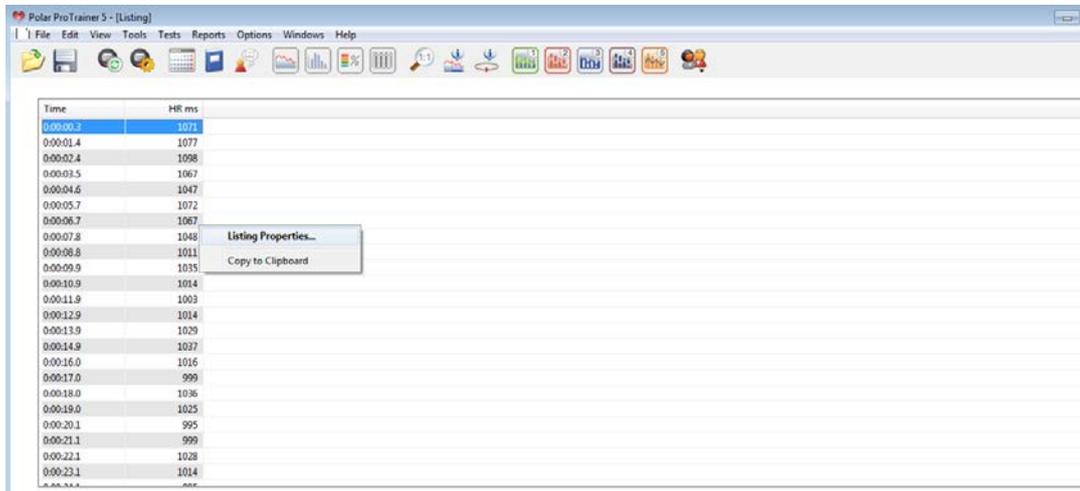
Figura 15 - Gráfico da frequência cardíaca e de sua variabilidade após o esforço – tela 2



Fonte: Arquivo pessoal

Nessa imagem procure o ícone listagem (na parte superior da janela), clique com o botão esquerdo sobre o item e aparecerão duas colunas, uma com o tempo e outra em milissegundos, essa é a que nos interessa.

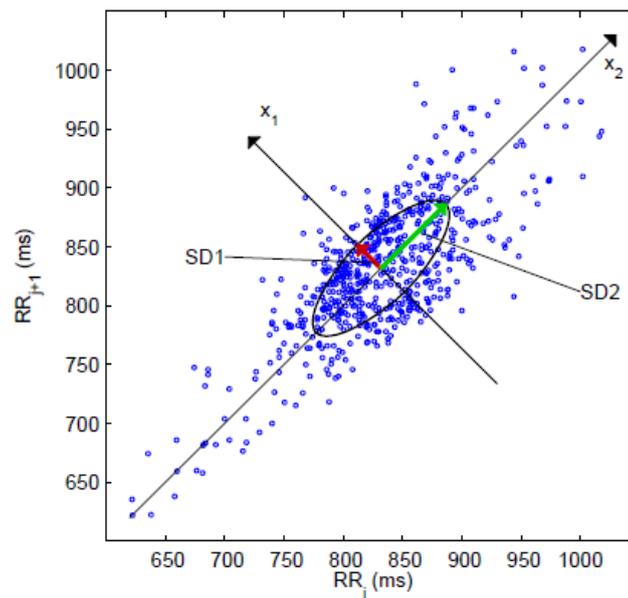
Figura 16 - Gráfico da frequência cardíaca e de sua variabilidade após o esforço – tela 3



Fonte: Arquivo pessoal

Em listagem, clique na aba Geral e selecione uma coluna, o interesse é pela coluna dos milissegundos, ela será necessária para o tratamento no programa Kubios e para sua transformação no Plot de Poicaré.

Figura 17 - Variabilidade da frequência cardíaca



Fonte:

Esse gráfico é o que nos interessa para fazer a interpretação da variabilidade da frequência cardíaca, quanto mais espalhados os sinais estiverem dentro da elipse, melhor será o estado de saúde do indivíduo, quanto mais concentrado estiver o sinal pior será o prognóstico para o indivíduo, podendo o mesmo estar sujeito a várias patologias.

## 10 CONCLUSÃO

A variabilidade da frequência cardíaca vem se firmando como uma ferramenta valiosa de avaliação da modulação autonômica, tanto em condições normais quanto em patológicas.

Sua utilização é bastante ampla, ela tem condições de ser usada na prevenção, tanto de indivíduos normais, como indivíduos que apresentem alguma patologia, bem como é capaz de diagnosticar várias patologias no seu estágio inicial.

Em virtude de ser uma ferramenta não invasiva, ter baixo custo e ser de fácil manuseio, nos parece que essa ferramenta veio para somar ao arsenal já existente de metodologias para manutenção da saúde.

Quanto ao instrumento utilizado para sua interpretação, Polar RS800 e os programas Polar Pro Trainer 5 e Kubios, ainda é necessário que seja melhorada a tecnologia no que diz respeito ao Polar, bem como o suporte dado pela empresa Próximus. Existe necessidade de uma melhor explicação do seu uso e interpretação dos seus dados.

A falta de um manual explicativo foi o fator motivacional para criação do vídeo explicativo, com intuito de facilitar o uso dessa ferramenta.

O vídeo proporciona o uso mais democrático dessa ferramenta trazendo-a dos meio acadêmicos, laboratoriais, para ser utilizada em campo, no dia a dia do profissional de Educação Física, sendo um dos objetivos da interpretação da variabilidade da frequência cardíaca pelo cardiofrequencímetro Polar.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.B.; ARAÚJO, C.G.S.; **Efeitos do treinamento aeróbico sobre a variabilidade da frequência cardíaca**, Rio de Janeiro, v.9, n.2, p.104-110. mar/abr, 2003.
- ARAÚJO, C.G.S; ALMEIDA, M.B. Efeitos do Treinamento Aeróbico Sobre a Frequência Cardíaca. **Rev Bras Med Esporte**, Rio de Janeiro, v.9, n.2, p.104-112, mar/abr, 2003.
- ASCENSÃO, A; MAGALHÃES, J; OLIVEIRA, J; DUARTE, J; SOARES, J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n.1, p.108-123, 2003.
- AZEVEDO, B.M.S. *et al.* A Formação Médica em Debate: Perspectivas a partir do Encontro entre Instituições de Ensino e Rede Pública de Saúde. **Interface – Comunic., Saúde, Educ.** 2012.
- BASÍLIO, D. L. *et al.* Síndrome de Alterações Metabólicas e Fisiológicas. **Electronic Journal of Pharmacy**, v.12, Suplemento, p.48-49, 2015.
- BRASIL. Programa de Educação pelo Trabalho para Saúde – PET Saúde. M.S. Secretaria de Gestão e de educação na Saúde. Jan, 2009.
- BRICCIA, V.; CARVALHO, A.M.P. Competências e Formação de Docentes dos Anos Iniciais para Educação Científica. **Revista e Ensaio**, Belo Horizonte, v.18, n.1, p.1-22, jan/abr., 2016.
- BRUM, P.C; FORJAZ, C.L.M; TINUCCI, T; NEGRÃO, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Rev. paul. Educ. Fís.**, São Paulo, esp. v.18, p.21-31, ago, 2004.
- BRUNETO, A.F. *et al.* Limiar Ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes, Londrina, **Revista brasileira de medicina do esporte**, v.11, n.1, jan.-fev, p.22-26, 2006.
- CARNEIRO, E.F. **O Eletrocardiograma: 10 anos depois.** 4ª reimpressão. Rio de Janeiro: Livraria Editora Enéas Ferreira Carneiro, 1997.
- CARVALHO, A.M.P.; VIANNA, M.D. **Formação Permanente: A Necessidade da Interação entre Ciência dos Cientistas e a Ciência da Sala de Aula.** Unitermos: Formação Permanente, ensino de ciências, pesquisa e ensino. 2000.

CYRINO, E.G. *et al.* Ensino e Pesquisa na Estratégia de saúde da Família: O PET Saúde da FMB/Unesp. **Revista brasileira de Educação Médica**, v.36, n.1, supl. 1, p.92-101, 2012.

DE CORTE, E. **Aprendizaje Apoyado en el Computador: Uma Perspectiva a partir de Investigación acerca del Aprendizagem y la Instrucción.** 1996.

FELDMAN, J; GOLDWASSER, G.P. Eletrocardiograma: Recomendações para sua Interpretação. **Revista da SOCERJ**, Rio de Janeiro, v.17, n.4, p.251-256, out/nov/dez, 2004.

FERRÉS, J. **Pedagogia dos Meios Audiovisuais e Pedagogia com os Meios Audiovisuais.** 1998.

FIGUEIREDO, A.P. *et al.* **Comportamento da Variabilidade da Frequência Cardíaca em testes de cargas progressivas.** 2016.

FILHO, L.A.C.R. *et al.* Contribuições dos Estudos de Recepção Audiovisual para a Educação em Ciências e Saúde. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.2, p.143-161, junho, 2015.

GADOTTI, M. **A Questão da Educação Formal / Não Formal.** Institut International des Droits de L'enfant (IDE). Sion (Suisse), 18 au 22, octobre. 2005.

GUERRA, Z.F; OLIVEIRA, T.P; MOREIRA, D.N; SILVA, L.P; LATERZA, M.C; LIMA, J.R.P. Influência do nível de atividades físicas laborais, de lazer e locomoção na modulação autonômica cardíaca de repouso e na frequência cardíaca de recuperação. **R. bras. Ci. e Mov**, v.20, n.1, p.14-20, 2012.

GUIDELINES. Heart Rate Variability, american heart Association Inc. European Society of Cardiology, **European Heart Journal**, London, v. n.17, p.354-381, 1996.

GUYTON A; HALL, J. **Tratado da Fisiologia Humana**, 9. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1997.

HON, EH; LEE, ST. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: further observations. **Am J Obstet Gynecol**, v.87, p.814-826, 1965.

IRIGOYEN, M.C. *et al.* Controle Cardiovascular: Regulação Reflexa e papel do Sistema Nervoso Simpático. **Rev Bras Hipertens**, v.8, n.1, p.55-62, janeiro/março. 2001.

LEITE, G.S. *et al.* Overtraining, Variabilidade da Frequência Cardíaca e esporte: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.** São Paulo, v.6, n.33, p.183-191, Maio/Jun. 2012.

MATSUDO, S.M; MATSUDO, V.K.R; NETO, T.L.B. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e mental durante o processo de envelhecimento. **Revista brasileira de atividade física e saúde**, v.5, n.2, 2000.

McARDLE, W.D, *et al.* **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1998.

MORAN, J.M. O Vídeo na Sala de Aula. **Revista Comunicação & Educação**. São Paulo, v.2, p.27-35, jan./abr., 1995.

MORAN, José Manuel. Perspectivas (virtuais) para a educação. **Mundo Virtual. Cadernos Adenauer IV**, n. 6, abr., p. 31-45, 2004.

NETO, T.L.B. *et. al.* Respostas cardiorrespiratórias ao exercício em indivíduos portadores de hipotrofia por imobilização, **Revista brasileira de ciências e movimento**, Brasília, v.8, n.1, p.35-42, jan. 2000.

PASCHOAL MA, PETRELLUZZI KFS, GONÇALVES NVO. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Rev Ciênc Med.**, v.11, n.1, p.27-37, 2002.

PASCHOAL MA; PETRELLUZZI KFS; GONÇALVES NVO. Controle autonômico cardíaco durante a execução de atividade física dinâmica de baixa intensidade. **Rev Soc Cardiol.**, v.13, n.5, suplA, p.1-11, 2003

PRESNKY, M. Nativos Digitais Imigrantes Digitais. **De On The Orizon NCB University Press**, v. 9, n.5, out. 2001.

QUARTIERO, E.M. **Da Máquina de Ensinar a Máquina de Aprender: Pesquisas em Tecnologia Educacional**. Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, v.2, n.3, p. 11-28, 2005.

ROBERTS, W. Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function. **Cleveland Clinic Journal of Medicine**, v.76 (Suppl 2), p.37-40, 2009.

ROSSI, L.F; RAMOS, L.A.M; RAMOS, R.R; ARAÚJO, A.R.C. Rabdomiólise Induzida por Esforço Físico Intenso com Altos Níveis de Creatinoquinase, **Revista da AMRIGS**, Porto Alegre, v.53, n.3, p.269-272, jul-set., 2009.

SOARES-MIRANDA, L. Associations between Cardiovascular Risk Factors, **Physical Activity and Autonomic Function**. Universidade do Porto, 2011.

SOARES-MIRANDA, L., *et al.* Benefits of Achieving Vigorous as Well as Moderate Physical Activity Recommendations: Evidence from Heart Rate Complexity and Cardiac Vagal Modulation. **Journal of Sports Sciences**, 29, p.1011-1018, 2011.

SOUZA, R.C. **Estudos com Foco no(a) Professor(a), Abordagens e Referenciais:** Tecnologias da Informação e da Comunicação no Ensino. 2002.

TADDEI, S. *et al.* Função Endotelial de Adolescentes Normotensos sem fatores de risco para a hipertensão arterial. **Jornal de Pediatria**, v.81, n.5, 2005.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional.** Petrópolis: Vozes, 2002.

TERCCHTCHENCO L. DORONINA SA, POCHINOK EM, RIFTINE A. Autonomic tone in Patients with supraventricular arrhythmia associated with mitral valve prolapsed in young men, **Pace clin Eletrophiol.**, v.26, p.444-446, 2003.

TULPPO, M.P.; HAUTALA, A.J.; MAKIKALLIO, T.H.; LAUKKANEN, R.T.; NISSILA, S.; HUGHSON, R.L.; HUIKURI, H.V. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. **J. Appl. Physiol.**, v.95, p.364-372, 2003.

VALENTE, M.E. *et al.* Museus, Ciência e Educação: Novos Desafios. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 12 (supl), p.183-203, 2005.

VANDERLEI, L.C.M. *et al.* Noções Básicas de Variabilidade da Frequência Cardíaca e sua aplicabilidade clinica, **Revista brasileira de cirurgia cardiovascular**, São Jose do Rio Preto, v.24, abril/junho, 2009.

WESTPHAL, M.F.; SANTOS, J.L.F. Práticas Emergentes de um Novo Paradigma de Saúde: O Papel da Universidade. **Estudos avançados**, v.13, n.3, 1999.