

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

TIAGO AUGUSTO DE ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO WEB E
MOBILE PARA GESTÃO DAS CARGAS PERCEPTUAIS DE
TREINAMENTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CURITIBA

2017

TIAGO AUGUSTO DE ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA APLICAÇÃO WEB E
MOBILE PARA GESTÃO DAS CARGAS PERCEPTUAIS DE
TREINAMENTO**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Engenharia Biomédica”- Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Elto Legnani

Co-orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Bassan

CURITIBA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 98

A Dissertação de Mestrado intitulada “Desenvolvimento e validação de uma aplicação web e mobile para gestão das cargas perceptuais de treinamento”, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) Tiago Augusto de Andrade, no dia 06 de outubro de 2017, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração Engenharia Biomédica, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

BANCA EXAMINADORA:

Elto Legnani, Dr – UTFPR

João Antônio Palma Setti, Dr – UTFPR

Sergio Gregorio da Silva, Dr – UFPR

Rosimeide Francisco dos Santos Legnani, Dr^a – UEPG

Bertoldo Schneider Júnior, Dr – UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, ____ de _____ de 20__.

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A553d
2017 Andrade, Tiago Augusto de
 Desenvolvimento e validação de uma aplicação web
 mobile para gestão das cargas perceptuais de treinamento /
 Tiago Augusto de Andrade.-- 2017.
 95 f.: il.; 30 cm.

Disponível também via World Wide Web.
Texto em português com resumo em inglês.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Biomédica, Curitiba, 2017.
Bibliografia: f. 54-62.

1. Aplicações web - Desenvolvimento. 2. Aplicativos
móveis - Desenvolvimento. 3. Software - Validação.
4. Atletas - Treinamento. 5. Periodização do treinamento
físico. 6. Percepção - Aspectos fisiológicos. 7. Aptidão
física do atleta - Avaliação. 8. Engenharia biomédica
- Dissertações. I. Legnani, Elto, orient. II. Bassan, Júlio
Cesar, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica.
IV. Título.

CDD: Ed. 23 -- 610.28

**Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR
Bibliotecária: Luiza Aquemi Matsumoto CRB-9/794**

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”

Marthin Luther King

RESUMO

ANDRADE, Tiago. **Desenvolvimento e validação de uma aplicação web e mobile para gestão das cargas perceptuais de treinamento.** 2017. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Na literatura científica encontramos diferentes metodologias e instrumentos para monitorar a intensidade, dentre elas, algumas destacam a importância da avaliação e monitoramento das cargas de treinamentos em diferentes modalidades esportivas. No entanto, poucos são os estudos que levam em consideração os aspectos psicofisiológicos relacionados ao treinamento físico. Nesse sentido, para que o treinamento possa ser prescrito de forma adequada, respeitando a individualidade do atleta é necessária que seja levado em consideração a percepção do mesmo. Desta forma, a percepção subjetiva de esforço pode ser utilizada como um método simples e eficaz, onde através de uma escala numérica é possível classificar as sensações em relação à intensidade de esforço. Diante dos fatos expostos, o presente estudo tem por **objetivo** desenvolver e validar uma aplicação web e mobile, denominada e-TRIMP, para avaliar a percepção subjetiva de esforço e controle das cargas de treinamento em atletas de diferentes modalidades esportivas. A **metodologia** adotada para o desenvolvimento deste estudo foi dividida em quatro etapas: 1) elaboração do sistema web; 2) elaboração da aplicação mobile; 3) validação de conteúdo da aplicação web e mobile por especialistas da área de esportes; e 4) realização de um estudo piloto para validação do instrumento desenvolvido. Sendo assim, a ferramenta pode ser acessada através dos principais navegadores e também através de qualquer dispositivo como computadores, *tablets* e *smartphones*. É possível coletar os dados relativos às sessões de treinamento e da carga interna (PSE), avaliando os atletas por meio da escala CR10. Os **resultados** podem ser acompanhados por meio da visualização de vários indicadores relacionados às cargas de treinamento, tais como: o impulso do treinamento (TRIMP), monotonia das cargas e *strain* das cargas. As amostras foram compostas pelas modalidades futebol e futsal, sendo que na modalidade futsal foram avaliados 14 atletas do sexo masculino na categoria sub 17. Já na categoria futebol, foram avaliados 26 atletas da categoria sub 12, 20 da categoria sub 13, 26 da categoria sub 14 e 19 da categoria sub 15, todos do sexo masculino. Em ambas as modalidades foram realizadas coletas durante o período de 5 semanas, 3 vezes por semana, com ancoragem da escala juntos aos atletas. Também foi realizada avaliação por especialistas e profissionais do esporte, onde foram avaliados alguns critérios para determinar a importância do desenvolvimento de ferramentas como a desenvolvida neste estudo. Em suma, a aplicação e-TRIMP cumpriu com o objetivo proposto, tornando-se uma ferramenta eletrônica facilitadora na periodização e controle das cargas de treinamento por meio da percepção subjetiva de esforço.

Palavras-chave: Percepção subjetiva de esforço. Impulso de treinamento. Cargas de treinamento. Aplicação web e mobile.

ABSTRACT

ANDRADE, Tiago. **Development and validation of a web and mobile application for management of perceptual training loads.** 2017. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

In the scientific literature we encounter different methodologies and instruments to monitor the intensity, among them, some highlight the importance of evaluating and monitoring the training loads in different sports modalities. However, few studies consider the psychophysiological aspects related to the physical training. Given this, in order for the training to be properly prescribed, respecting the individuality of the athlete is necessary to take into account his perception. This way, the subjective perception of effort can be used as a simple and effective method, where through a numerical scale it's possible to classify the sensations related to the intensity of effort. Based on the above considerations, the present study has the goal of developing and validating a web and mobile application, called e-TRIMP, to evaluate the subjective perception of effort and control of training loads of athletes in different sports modalities. The adopted methodology for the development of this study was divided in four stages: 1) development of the web system; 2) development of the mobile application; 3) validation of the content of the web and mobile application by specialists in the sports area; and 4) conducting a pilot study to validate the developed instrument. Therefore, the tool can be accessed by using the main browsers and any device like computers, tablets and smartphones. It's possible to collect the data related to the training sessions and the internal load (RPE), evaluating the athletes using the CR10 scale. The results can be monitored by the visualization of several indicators related to the training loads, such as: the training impulse (TRIMP), monotony of the loads and strain of the loads. The samples were composed by the soccer and futsal modalities, and in the futsal modality 14 male athletes in the under-17 category were evaluated. In the soccer category, 26 male athletes were evaluated from the under-12 category, 20 from the under-13 category, 26 from the under-14 category and 19 from the under-15 category. In both modalities collections were performed during the period of 5 weeks, 3 times per week, with scale anchoring with the athletes. The evaluation was also carried out by sports specialists and professionals, which evaluated some criteria to determine the importance of the development of tools such as the one developed in this study. In short, the e-TRIMP application fulfilled the proposed goal, turning into an electronic tool that facilitates the periodization and control of training loads through subjective perception of effort.

Keywords: Perceived exertion. Training impulse. Training loads. Web and mobile applications.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Propostas metodológicas de quantificação da carga interna	22
Quadro 2 - Lista das tecnologias utilizadas para desenvolvimento do projeto	31
Quadro 3 - Critérios de avaliação do sistema web/mobile	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de quantificação das cargas durante um mesociclo de treinamento	25
Tabela 2 - Características das aplicações disponíveis no mercado	29
Tabela 3 - Características antropométricas da amostra de futsal sub 17	47
Tabela 4 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 12	47
Tabela 5 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 13	48
Tabela 6 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 14	48
Tabela 7 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 15	48
Tabela 8 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futsal sub 17	49
Tabela 9 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 12	49
Tabela 10 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 13	50
Tabela 11 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 14	50
Tabela 12 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 15	51
Tabela 13 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futsal sub 17	51
Tabela 14 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 12	52
Tabela 15 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 13	52
Tabela 16 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 14	53
Tabela 17 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 15	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala RPE de Borg (1970, 1985, 1998)	19
Figura 2 - Escala CR10 de Borg (1982)	20
Figura 3 - Escala CR10 de Borg (1982, 1998)	21
Figura 4 - Escala CR10 de Borg (1982) adaptada por Foster et al (2001)	22
Figura 5 - Exemplo de quantificação das cargas pela PSE da sessão expressa em unidades arbitrárias	24
Figura 6 - Etapas metodológicas	30
Figura 7 - Página de login da aplicação web	37
Figura 8 - Tela inicial com o logotipo do projeto	38
Figura 9 - Tela de login do aplicativo	38
Figura 10 - Tela de menu para selecionar a escala à ser coletada	38
Figura 11 - Início da tela de coleta da PSE	38
Figura 12 - Fim da tela de coleta da PSE	39
Figura 13 - Design das Telas	40
Figura 14 - Utilização das Cores	41
Figura 15 - Imagens	41
Figura 16 - Velocidade de Navegação	42
Figura 17 - Facilidade de Uso (usabilidade)	42
Figura 18 - Confiabilidade das Informações (segurança)	43
Figura 19 - Apoio ao processo da coleta da escala	44
Figura 20 - Utilidade no controle das cargas de treinamento	44
Figura 21 - Importância para os profissionais do esporte	45
Figura 22 - Importância para os atletas participantes	45
Figura 23 - Contribuição para a área acadêmica	46
Figura 24 - Cumpre com o objetivo proposto	46

LISTA DE SIGLAS

BPM	Batimentos por Minuto
CR10	Category Ratio 10
CT	Carga de Treinamento
DT	Duração da Sessão de Treino
FC	Frequência Cardíaca
FCB	Frequência Cardíaca de Repouso
FCR	Frequência Cardíaca de Reserva
FCST	Frequência Cardíaca Média da Sessão
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure
La	Lactato Sanguíneo
LV	Limiar Ventilatório
PCR	Ponto de Compensação Respiratória
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
RPE	Rating of Perceived Exertion
SSL	Secure Sockets Layer
TI	Tecnologia Integrada
TRIMP	Impulso de Treinamento
UA	Unidades Arbitrárias
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVO GERAL	15
1.2.1 Objetivos Específicos.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 CARGAS DE TREINAMENTO: PRINCIPAIS CONCEITOS	17
2.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	18
2.3 TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS NO MERCADO.....	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	30
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	34
3.2.1 Critérios de Inclusão	34
3.2.2 Critérios de Exclusão	35
3.3 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS.....	35
4 RESULTADOS	36
4.1 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEB.....	36
4.2 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO MOBILE	37
4.3 VALIDAÇÃO DA APLICAÇÃO WEB E MOBILE POR ESPECIALISTAS.....	39
4.4 ESTUDO PILOTO COM ATLETAS DE FUTSAL E FUTEBOL	47
5 DISCUSSÃO	54
6 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A – MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA	66
APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO NO COBEC-SEB 2017	81
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	86
ANEXO B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	91

1 INTRODUÇÃO

O treinamento bem planejado consiste na utilização de métodos de prescrição, controle e acompanhamento do volume, da intensidade das cargas de treinamento, bem como dos intervalos de recuperação dos atletas. Nesse sentido, para que os atletas alcancem um bom nível de aptidão física é necessário um programa de treinamento periodizado, com distribuições adequadas de cargas de treinamento (CT), com adaptações específicas visando o aumento do rendimento (FREITAS; MILOSKI; BARA, 2011). Em geral o planejamento das cargas de treinamento leva em conta somente os aspectos quantitativos, tais como: o volume, a intensidade, a frequência e a duração das sessões dos treinamentos (GOMES, 2002).

Na literatura científica encontramos diferentes metodologias e instrumentos para monitorar a intensidade, dentre eles, alguns destacam a importância da avaliação e monitoramento das cargas de treinamentos em diferentes modalidades desportivas (LEHMANN et al., 1993; MACKINNON et al., 1997; FOSTER, 1998; ATLAOUI et al., 2004; BISHOP, 2004; DAY et al., 2004; SWEET et al., 2004; IMPELLIZZERI et al., 2004; BORIN e MOURA, 2005; FOSTER et al., 2001; OLTMANN et al., 2017). Diante disso torna-se fácil compreender a importância desses procedimentos para treinadores, preparadores físicos e atletas. Considerando a importância dessa temática, poucos são os estudos que levam em consideração os aspectos psicofisiológicos relacionados ao treinamento físico. Nesse sentido, para que o treinamento possa ser prescrito de forma adequada, respeitando a individualidade do atleta é necessária que seja levado em consideração a percepção do mesmo. Pois de acordo com Borg (2000), a percepção subjetiva de esforço, também conhecida como esforço percebido tem como conceito um trabalho muscular intenso, envolvendo uma tensão sobre os sistemas musculoesqueléticos, cardiovascular e pulmonar, diretamente ligado com a intensidade do exercício (BORG, 2000).

A percepção subjetiva de esforço é um método simples e eficaz (GROSLAMBERT; MAHON, 2006), as quais através de uma escala numérica é possível classificar as sensações em relação à intensidade de esforço. A percepção subjetiva de esforço é aceita por professores e pesquisadores por apresentar alta

correlação com índices fisiológicos, tais como consumo de oxigênio, concentração de lactato sanguíneo e frequência cardíaca (OLTMANN et al., 2017; CHEN, 2002).

A percepção subjetiva de esforço (PSE) parece ser um método de uso frequente em diversos esportes (NAKAMURA, 2010; IMPELLIZZERI et al., 2004; BORIN e MOURA, 2005; FOSTER et al., 2001)., no entanto, ainda é considerada uma área carente, sobretudo no que se refere a investigações sistemáticas sobre a carga de treinamento, seus efeitos no organismo dos atletas, e sobretudo, com relação a inclusão de recursos tecnológicos que possam facilitar a gestão e o controle das cargas perceptuais de treinamento em diferentes modalidades esportivas.

Dessa forma, torna-se importante realizar estudos que tenham como objetivo a elaboração e a validação de instrumentos que possam quantificar e auxiliar no controle das cargas de treinamento considerando a sobrecarga fisiológica e perceptiva dos atletas denominada de carga interna.

A literatura vinculada à ciência do esporte faz referência a alguns meios empregados na avaliação e no monitoramento do treinamento de atletas e desempenho dos mesmos, a fim de aperfeiçoar seus resultados e programas de treinamento auxiliando os atletas e técnicos na prevenção do excesso de treinamento, e efeitos adversos no organismo dos mesmos. Na tentativa de minimizar estes problemas muitos pesquisadores utilizam uma variação de procedimentos. Entre os mais empregados, está a utilização da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) e CR-10 elaborada por Borg, aliada ao tempo da sessão de treinamento (LEHMANN et al., 1992; BORG, 1998; FOSTER, 1998; FOSTER et al., 2001; OLTMANN et al., 2017).

Desta forma, diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e validar uma aplicação web e um aplicativo mobile para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Recentemente vários autores têm pesquisado os aspectos relacionados à percepção subjetiva do esforço, ou seja, a forma com que os atletas percebem ou

sentem os esforços realizados nos treinamentos, sobretudo os indicadores relacionados as cargas internas dos treinos (NAKAMURA, 2010).

Os atletas que visam a competição são submetidos a extenuantes sessões de treinamento para seu aprimoramento físico técnico e tático. O processo de treinamento elaborado pelos treinadores tem por objetivo maximizar o desempenho esportivo (NAKAMURA, MOREIRA e AOKI, 2010) e o sucesso dos atletas depende do monitoramento preciso dos diferentes tipos de carga, sobretudo da carga interna de treinamento (CT) (NAKAMURA, 2010). Dessa forma, o monitoramento da (CT) além de ser um componente importante para conduzir o atleta ao pico do desempenho planejado (SUZUKI, MAEDA e TAKAHASHI, 2006), passa a ser um instrumento eficiente para a prevenção do overtraining (FOSTER, 1998; TAHA, 2003).

Nesse sentido, observa-se uma crescente necessidade de se controlar a carga interna dos atletas através de métodos não invasivos e de fácil aplicação, pois o controle feito somente pela carga externa (ex. volume do treinamento) pode não refletir o estresse que a sessão realmente provoca no organismo do atleta. Além disso, torna-se necessário avaliar a relação entre o planejamento do treinador e a resposta do atleta, pois diferenças na intensidade programada e executada podem prejudicar a periodização, interferindo diretamente no rendimento.

Não obstante, a presença maciça da tecnologia e dos recursos tecnológicos no nosso cotidiano, no campo do treinamento esportivo, parece que há uma carência de estudos relacionados a inovação tecnológica aplicada ao esporte, principalmente no que diz respeito a abordagem da PSE, ou seja, ferramentas para melhorar o processo deste método.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e validar uma aplicação web e um aplicativo mobile para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas.

1.2.1 Objetivos Específicos

- 1) Desenvolver uma aplicação web para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas.
- 2) Desenvolver um aplicativo mobile para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas.
- 3) Realizar os procedimentos de validade de conteúdo aplicação web e do aplicativo mobile para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas através da avaliação de critérios por especialistas e profissionais da área do esporte.
- 4) Aplicar um estudo piloto para testar a aplicação web e o aplicativo mobile em atletas de diferentes modalidades esportivas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARGAS DE TREINAMENTO: PRINCIPAIS CONCEITOS

As cargas de treinamento são subdivididas em: cargas externas e cargas internas (fisiológicas e psicológicas). As cargas externas tratam da quantidade de trabalho desenvolvido e são representadas por indicadores quantitativos relacionados a força (Kg), distância (m/km), potência (força x velocidade), resistência (força x velocidade/tempo), dentre outros.

Por outro lado, as cargas internas são os efeitos que o treinamento proporciona sobre o organismo do atleta, são representadas pelos marcadores bioquímicos, lactato, creatinoquinase, cortisol, dentre outros (CHEN, 2002). A carga psicológica é a percepção do atleta em relação ao treinamento. O controle de tais cargas é de treinamento ainda apresenta uma série de dificuldades quando se trata de avaliar e acompanhar os principais indicadores de desempenho de atletas de alto treinamento (BOUDON et al., 2017).

Os principais objetivos dos atletas durante a preparação física são os picos de performance. Para isso a imposição de cargas de trabalho elevadas em determinados períodos do treinamento, fazem-se necessárias (OLTMANN, ANDRADE e LEGNANI, 2017). Baseado nessa premissa, os autores realizaram extensa uma revisão bibliométrica da literatura para identificar os principais métodos de monitoramento e controle da recuperação física para a gestão biomédica do treinamento esportivo. Entre os principais resultados, observou-se que os esportes que apresentaram uma maior quantidade de pesquisas envolvendo controle de cargas e recuperação dos atletas, foram o futebol e as corridas de fundo.

Nesse sentido, Oltmann, Andrade e Legnani (2017) destacaram que não há consenso na literatura sobre qual o melhor método de controle das cargas de treinamento assim como da recuperação física, pois dos 59 estudos analisados, 25 deles (42,37%) relataram utilizar a combinação de métodos no controle das cargas de treino e no monitoramento da recuperação física de atletas. Os métodos mais recorrentes são os bioquímicos (16,94%; n=10), fisiológicos (15,25%; n=9), psicofisiológicos (16,94%; n=10) e outros (8,47%, n=5).

2.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

O estudo do esforço percebido foi introduzido na década de 1950 por Gunnar Borg. Sua escala de índices do esforço percebido (escala RPE) é utilizada em todo o mundo por profissionais das áreas de fisiologia, medicina, psicologia e ergonomia. Seus primeiros estudos consistiam em avaliar a fadiga e a percepção subjetiva de esforço. De acordo com Borg (2000), fadiga é um estado chamado de sonolência, um alto nível de cansaço, com conseqüente diminuição na capacidade de desempenho do atleta. Níveis altos de fadiga reduzem a capacidade de desempenho, onde a intensidade do exercício está intimamente relacionada ao esforço e a fadiga.

Do mesmo modo, o conceito de esforço percebido está relacionado a um intenso trabalho muscular, envolvendo uma tensão relativamente alta sobre os sistemas musculoesquelético, cardiovascular e pulmonar. A partir deste conceito Borg (2000) concluiu que haveria necessidade de classificar progressivamente o esforço percebido. A primeira escala de percepção de esforço, era uma escala numérica capaz de mensurar a intensidade de esforço durante o exercício, chamada de "*Rating of Perceived Exertion Scale (RPE)*" ou simplesmente Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).

Os primeiros estudos relacionados a PSE no campo esportivo, procuraram relacionar a PSE com a frequência cardíaca, com o lactato sanguíneo e outros biomarcadores. Os estudos precursores foram realizados em cicloergômetros e posteriormente em esteiras para em seguida serem realizados em estudos de campo com atletas de diferentes modalidades esportiva.

Uma das principais vantagens da escala RPE é que a classificação cresce linearmente com a intensidade do exercício, FC e VO₂. As classificações dadas são então fáceis de comparar com medidas comuns de intensidade de exercício (BORG, 1998). Essa escala tem o número 6 como ponto de partida, uma vez que uma estimativa de FC em repouso para muitos adultos é próxima de 60 ($60 = 10 \times 6$). Começando com 6 (em vez de zero) mostra que a escala não é uma escala de razão com um zero absoluto.

Deste modo, o número 12 corresponderia aproximadamente a 55% e o 16 a 85% da frequência cardíaca máxima. A escala RPE também foi construída para dar um aumento bastante linear com FC e VO₂ durante o exercício físico (BORG, 1998).

A escala para avaliação da resposta da percepção subjetiva de esforço do indivíduo baseada na escala PSE é apresentada na Figura 1.

6	Nenhum esforço
7	Extremamente leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco difícil
14	
15	Difícil
16	
17	Muito difícil
18	
19	Extremamente difícil
20	Esforço máximo

Figura 1 - Escala RPE de Borg (1970, 1985, 1998)

Com o avanço das pesquisas no campo da percepção subjetiva de esforço, a escala da PSE original (6 a 20), a mesma passou por algumas alterações que permitiram vários avanços. Um exemplo disso é a primeira versão da escala CR10 de Borg (1982). A escala CR10 é uma escala de intensidade geral que pode ser usada para estimar a maioria dos tipos de intensidades perceptuais. Atualmente, é comumente usado para estimar a intensidade da dor, como dor de angina ou dor musculoesquelética. É também bastante comumente usado em fatores humanos e avaliações ergonômicas de dificuldades ou queixas na manipulação manual de materiais e para outras percepções, como gosto ou intensidade (BORG, 1998).

Uma desvantagem da escala CR10 (BORG, 1982) é o intervalo de números, um pouco menor do que o da escala original (6 a 20). Além disso, para classificações de esforço percebido a escala CR10 não dá a relação linear simples para a intensidade de exercício que a escala da PSE. A escala CR10 tem uma

aplicabilidade mais ampla e pode ser usada para a maioria das intensidades perceptuais, incluindo o esforço percebido (BORG, 1982). Na Figura 2, podemos visualizar a primeira escala CR10 criada por Borg (1982).

0	Nenhum esforço	
0.5	Extremamente fraco	(apenas notável)
1	Muito fraco	
2	Fraco	(leve)
3	Moderado	
4		
5	Forte	(pesado)
6		
7	Muito forte	
8		
9		
10	Extremamente forte	(quase máximo)
●	Máximo	

Figura 2 - Escala CR10 de Borg (1982)

A segunda versão da escala CR10, Figura 3, é uma melhoria da primeira escala CR10, apresentada acima (BORG, 1982). Consiste em uma variação de números de 0 a 10, com a primeira âncora em 0,5 e com possibilidades de dar classificações com decimais e também classificações abaixo de 0,5 e acima de 10 (para evitar efeitos finais). A unidade de medida de 0,5 a 10 é um indicador de intensidade bastante pequeno, mas para fins práticos, muitas vezes é bom o suficiente. A validade da escala CR10 foi mostrada em vários estudos (BORG, 1982; BORG, 1985; BORG, 1998). É uma escala geral para medir a intensidade da maioria dos tipos de percepções sensoriais, experiências e sentimentos. Sua principal utilização tem sido na área da saúde, e mais recentemente na área esportiva (NAKAMURA, 2010).

0	Nenhum esforço	
0.3		
0.5	Extremamente fraco	(apenas notável)
0.7		
1	Muito fraco	
1.5		
2	Fraco	(leve)
2.5		
3	Moderado	
4		
5	Forte	(pesado)
6		
7	Muito forte	
8		
9		
10	Extremamente forte	(quase máximo)
11		
+		
●	Máximo absoluto	(Mais alto possível)

Figura 3 - Escala CR10 de Borg (1982, 1998)

Já o método da PSE da sessão foi proposto por Foster et al. (1996, 2001), com intuito de quantificar a carga de treinamento. É baseado no pressuposto de que as respostas fisiológicas impostas pelo estresse físico são acompanhadas por respostas perceptuais equivalentes. Este método combina a duração e a intensidade da unidade de treinamento, fornecendo a magnitude da carga interna.

Tendo em vista que a realidade diária do treinamento pode não possibilitar a utilização de marcadores fisiológicos e ou bioquímicos para a prescrição e quantificação da carga de treinamento, a utilização de métodos acessíveis como, por exemplo, o da PSE da sessão, pode ser útil.

A metodologia é baseada em um questionamento muito simples. Trinta minutos após o término da sessão de treino, o atleta deve responder a seguinte pergunta: “Como foi a sua sessão de treino?”. A resposta ao questionamento é baseada na escala apresentada na Figura 4.

0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Figura 4 - Escala CR10 de Borg (1982) adaptada por Foster et al (2001)

Desde a proposta inicial com a escala de percepção subjetiva de esforço autorelatada, que pudesse avaliar a intensidade das sessões de treinamento, seguiram-se outros com a inclusão do lactato, da frequência cardíaca e das zonas de treinamento. O Quadro 1 demonstra numa escala temporal os principais autores, suas respectivas propostas metodológicas de quantificação da carga interna e o ano de publicação.

PROPOSTA	AUTOR	ANO
Percepção Subjetiva de Esforço	BORG	1962
Índice de Demanda Total	ILIUTA & DIMITRESCU	1978
Impulso do Treinamento (IT)	BANISTER	1980
Impulso do Treinamento Modificado	MORTONS	1990
Unidades de Treinamento (FC x Lactato)	MUJKA et al.	1996
Zonas de Treinamento (3 zonas FC)	LUCIA et al.	1999
Impulso do Treinamento da Sessão	FOSTER	2001
Produto das cargas de cada zona de FC	EDWARDS	2003
Escores da Trimp (V + I + D)	HAYES & QUIN	2009

Quadro 1 - Propostas metodológicas de quantificação da carga interna

Fonte: Adaptado de Anta e Esteve-Lanao (2011).

No Quadro acima, temos V = Volume; I = Intensidade; D = Densidade; Trimp = Impulso do Treinamento; F= Frequência Cardíaca.

Como se nota, a quantificação das cargas de treinamento não é algo novo e ainda permanece como alvo de pesquisas em diversas modalidades esportivas. Os métodos desenvolvidos, são desde os mais simples aos mais sofisticados. No entanto o que se procura, é um método simples, eficaz, de baixo custo e amplo alcance.

Nesse sentido, o método da PSE parece ser uma alternativa interessante (NAKAMURA, 2010, GROSLAMBERT; MAHON, 2006), pois é aceita por professores e pesquisadores, pois apresenta alta correlação com índices fisiológicos, tais como consumo de oxigênio, concentração de lactato sanguíneo, frequência cardíaca e atividade eletromiográfica (CHEN 2002). Nesse sentido, o método que apresenta a melhor relação custo benefício, nos parece o método proposto por Foster (2001).

De acordo com Foster (2001), as quantificações das cargas internas de treinamento podem ser calculadas e acompanhada por meio do método da PSE da sessão. Esse procedimento pode ser feito pode ser calculado por meio da intensidade do treinamento, identificado através da escala CR10 modificada por Foster et al. (1998), e volume de treinamento, expresso pelo tempo total da sessão de treinamento em minutos. Para avaliar a intensidade do treinamento os atletas devem estar familiarizados com a escala CR10 há algum tempo (ancoragem da escala). De acordo com esse autor, o produto da PSE (intensidade) deve ser multiplicado pela duração total da sessão de treinamento (volume), expresso em unidades arbitrárias (UA), também chamado de TRIMP (*Training Impulse*). Por exemplo, uma sessão de treinamento, com um valor reportado de PSE de 6, com duração de 40 minutos, representaria uma carga de treinamento equivalente a 240 unidades arbitrárias. A figura 5 apresenta um exemplo fictício de como podemos realizar a quantificação das cargas de treinamento expressa em unidades arbitrárias durante um microciclo semanal de treinamento.

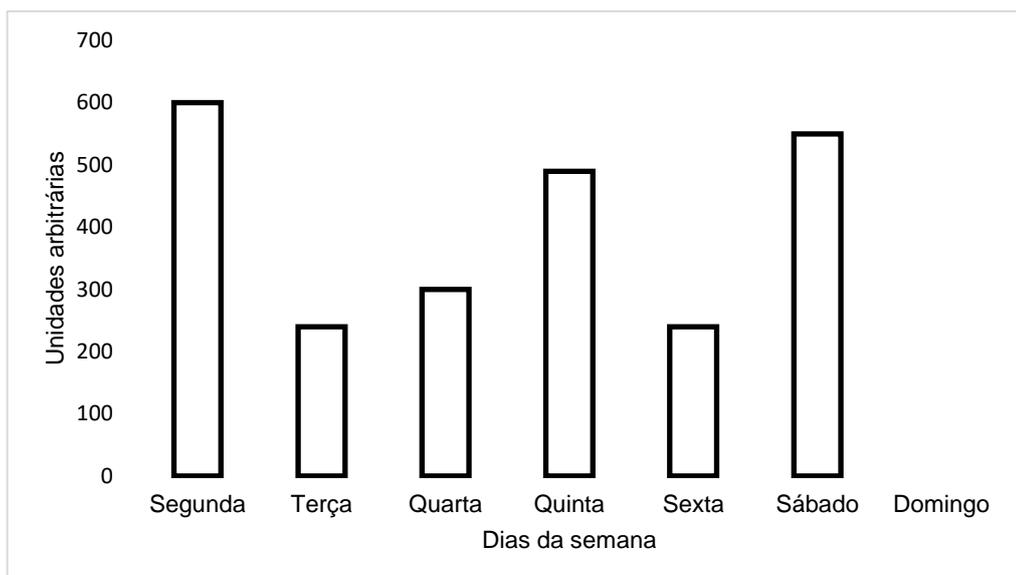


Figura 5 - Exemplo de quantificação das cargas pela PSE da sessão expressa em unidades arbitrárias

Outros índices úteis e práticos também podem ser obtidos a partir da quantificação das cargas de treinamento pela PSE da sessão. Além da magnitude da carga, a monotonia das cargas entre dias consecutivos parece influenciar as respostas adaptativas. A baixa variabilidade pode levar a adaptações negativas, potencializando a chance de overtraining (Foster et al, 2001). A monotonia das cargas, indica a variabilidade da carga entre as sessões de treinamento, na qual altos índices podem contribuir para adaptações negativas do treinamento. Em períodos de cargas elevadas e alto nível de monotonia, observa-se aumento da incidência de doenças infecciosas e lesões (FOSTER, 1998). Por esta razão, recomenda-se o cálculo e o acompanhamento frequente desses índices, bem como o estabelecimento de sua relação com o desempenho competitivo. Esta variável é calculada a partir da razão entre a média e desvio padrão das cargas em uma semana.

Outro indicador que pode expressar o nível de adaptação do atleta é o strain, no qual períodos com cargas elevadas, podem estar associados a uma alta monotonia, aumentando a incidência de doenças infecciosas e lesões. Este índice é calculado a partir do produto entre carga semanal total e monotonia da carga. A Tabela 1 apresenta uma planilha com dados fictícios, com os indicadores de monotonia de carga, strain de carga. O modelo apresentado serviu de matriz para o desenvolvimento da aplicação web e mobile para controle de cargas de treinamento e-TRIMP.

Tabela 1 - Exemplo de quantificação das cargas durante um mesociclo de treinamento

	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
	PSE	Minutos	TRIMP									
Segunda	6	100	600	6	80	480	6	100	600	6	80	480
Terça	4	60	240	4	50	200	4	40	160	4	50	200
Quarta	5	60	300	5	40	200	5	40	200	5	40	200
Quinta	7	70	490	7	70	490	7	100	700	7	70	490
Sexta	6	40	240	6	80	480	6	70	420	6	80	480
Sábado	5	110	550	5	100	500	5	110	550	5	100	500
Somatório das Cargas Semanais		440	2420		420	2350		460	2630		420	2350
Média das cargas	5,5	73,3	403,3	5,5	70,0	391,7	5,5	76,7	438,3	5,5	70,0	391,7
Desvio padrão	0,957	26,6	162,3	1,049	21,9	148,6	1,049	31,4	219,9	1,049	21,9	148,6
Monotonia			2,48			2,6			2,0			2,6
Strain das cargas			6013,4			6191,9			5243,5			6191,9

2.3 TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS NO MERCADO

Durante as últimas décadas, a avaliação do padrão de movimento e do desempenho físico de atletas dependia basicamente de observações, ou seja, baseadas na visão humana. Em seguida foram adicionados os recursos de áudio e vídeo, por meio das análises de imagem e som, para em seguida, serem incorporados a informática e a computação. Primariamente, esses recursos avaliavam basicamente a locomoção humana, caminhada, corrida, dentre outros comportamentos.

Paulatinamente, o esporte vem recebendo auxílio da tecnologia para auxiliar os atletas a aprimorarem suas performances. Com os recentes avanços nas ciências e na produção de novos equipamentos, alguns recursos tecnológicos vêm tomando espaço na sociedade moderna. Nesse sentido, o esporte profissional é um ramo de atividade no qual a busca pela alta performance tornou-se essencial. Por isso, além de metodologias e treinos específicos, a utilização de recursos tecnológicos como aliados é algo indispensável nos dias de hoje (MENDES; CUNHA, 2013).

A tecnologia eletrônica moderna, aliada aos constantes avanços tecnológicos como a Web 2.0, GPS e dispositivos móveis, tem tornado possível aos treinadores e aos atletas obterem, analisarem e integrarem informações e recursos de maneira eficiente e efetiva para aperfeiçoarem o treinamento, a tomada de decisões e as colaborações (BARDUS; SMITH; SAMAHA, 2015).

Até pouco tempo atrás, a principal desvantagem desses sistemas era de não fornecer informações em tempo real, por exemplo, a posição do atleta, o deslocamento do movimento, a velocidade e a aceleração de seus movimentos, que são considerados informações quantitativas vitais para atletas e equipes. Recentemente, foram adotados o uso de sistemas de posicionamento global (GPS) e a tecnologia de acelerometria, dois instrumentos que estão fazendo parte dos métodos de quantificação das demandas mecânicas e fisiológicas em diferentes modalidades esportivas e também na área da atividade física e saúde.

Nesse sentido, a combinação da tecnologia GPS, acelerômetro e frequência cardíaca, denominada tecnologia integrada (TI), permite uma maior compreensão do custo de energia e especificidade dos padrões de movimento em situações

controladas, além de apresentar a capacidade de superar as limitações dos sistemas de análise tempo-movimento.

Alguns exemplos de fornecedores de TI são: GPSports e Catapult Innovations, criadores de dispositivos de TI compactos e duráveis para suportar competições atléticas em diferentes modalidades esportivas (AUGHEY, 2011; BURGESS, NAUGHTO e NORTON, 2006; COUTTS et al., 2010).

As principais vantagens na utilização da TI no campo esportivo são: requer envolvimento humano mínimo durante a coleta de dados devido à sua natureza não-invasiva, produz coleta e análise rápida de dados em comparação com a análise baseada em vídeo, notação de mão e digitalização de computadores.

Estudos mais recentes utilizaram TI para interpretar dados fisiológicos, como taxas metabólicas, magnitude e frequência dos contatos físicos (GABBETT, JENKINS e ABERNATHY, 2012; MACUTKIEWICZ e SUNDERLAND, 2011). Alguns estudos utilizam análise de jogo, onde a TI avalia os jogadores individualmente através do movimento do jogador, medições de fadiga, análises pós-jogo e comparações de desempenho (AUGHEY, 2010; DEUTSCH, KEARNEY e REHRER, 2007; MACLEOD et al., 2009). Tais estudos podem permitir treinamentos de força e condicionamento para aperfeiçoar as habilidades técnicas e as exigências de aptidão tratadas durante os treinamentos para buscar o alto rendimento.

Esses estudos também são altamente benéficos para atletas e treinadores, para obter informações quantitativas sobre o prazo necessário para a recuperação muscular ideal, para garantir que os atletas estejam totalmente descansados e preparados para futuros treinamentos ou competições.

A análise das demandas fisiológicas e metabólicas também revelam informações sobre a formulação de métodos adequados de aptidão e recuperação, pois a incapacidade de fazê-lo pode fazer com que os atletas tenham possíveis decréscimo de desempenho e lesões. Em conjunto com dados de movimento de TI, é possível que cientistas esportivos e treinadores estabeleçam programas de recuperação para garantir que os atletas estejam totalmente descansados antes do treino ou jogo futuro (DELLASERRA, GAO e RANSDELL, 2013).

Os profissionais também podem usar essa informação se for desenvolvido um método de relatório padronizado para que eles possam dar feedback aos treinadores e atletas sobre performances individuais e em equipe.

Segundo Dellaserra, Gao e Ransdell (2013), a TI é um método de análise econômico para treinamento, jogo e prevenção de lesões. Os treinadores também podem utilizar os dados de TI para comparar as exigências de treinamento e competição para determinar se são necessárias modificações no treinamento e no condicionamento. A capacidade da TI para fornecer coleta de dados em tempo real, não invasiva e rápida em medidas como carga de impacto, movimento direcional e identificação de atividade oferece uma vantagem em relação a outros sistemas de análise de tempo-movimento.

Embora a TI tenha avançado significativamente na última década, existem várias limitações derivadas da literatura que colocam dificuldades para coletar dados confiáveis e válidos (AUGHEY, 2010; MADDISON e MHURCHU, 2009). Para que essas abordagens possam ser efetivas, Griffiths et al. (2006) propuseram as mesmas devem apresentar um custo reduzido, ambiente amigável, fornecendo informações e feedbacks em tempo real. Informações sobre os desempenhos técnico, tático e físico dos atletas e da equipe são essenciais para a fase de planejamento e durante as sessões de treino. Essas informações também são subsídios para as tomadas de decisão antes, durante e após os treinos, partidas ou provas de competição. Em função da importância em quantificar os parâmetros e variáveis potencialmente úteis para o treinamento e avaliação do desempenho desportivo, diversos sistemas para coleta e análise de dados têm sido utilizados. Esses sistemas são diferenciados em função da natureza de seus dados e da forma em que eles são analisados (OKAZAKI et al., 2012).

Para subsidiar o processo de desenvolvimento da aplicação web e do aplicativo mobile para avaliação e controle das cargas de treinamento, foi realizada uma revisão da literatura para identificar a existência de aplicativos desenvolvidos para o controle das cargas de treinamento em atletas. Essa análise foi realizada levando em consideração aplicações nacionais e internacionais, independentemente se com fins científicos ou comerciais. As principais características contidas em cada uma das aplicações analisadas, bem as comparações entre as mesmas, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características das aplicações disponíveis no mercado

Característica	e-TRIMP	iTRIMP	Athlete Monitoring	Load Control	mycoach:rpe
Qual o país?	Brasil	Reino Unido	Canadá	Brasil	França
Possui app?	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Todas as plataformas?	Não	Não	Sim	Sim	Não
Apenas PSE da sessão?	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Possui FC?	Não	Não	Sim	Não	Não
Faz cálculo de TRIMP?	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Qualquer modalidade?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Possui integração com agenda?	Sim	Não	Sim	Não	Não
Exporta dados?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Possui publicações?	Sim	Sim	Não	Não	Não

Com base nos dados citados, é possível identificar que cada aplicação possui suas características específicas com a finalidade de atender seu público alvo, porém também é possível perceber que a maior parte dos critérios de comparação possui grande similaridade, pois todos tem como objetivo principal o registro e monitoramento da percepção subjetiva de esforço e o cálculo de TRIMP (impulso de treinamento), porém não calculam outros indicadores como: a carga semanal, a monotonia da carga e o strain da carga de treinamento.

As aplicações supracitadas podem ser acessadas através dos seguintes links:

- <https://www.e-trimp.com.br/>
- <http://www.trainingimpulse.com/itrmp>
- <http://www.athletemonitoring.com/workload-management/>
- <http://www.loadcontrolapp.com/>
- <http://www.mycoachrpe.com/>

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2012), o presente estudo se caracteriza como descritivo, pois procura determinar status, opiniões ou projeções futuras nas respostas obtidas, sendo que um estudo de caso foi realizado para facilitar a sua compreensão, pois não há a tentativa de testar ou construir modelos teóricos. Este mesmo estudo se apresenta como uma validação lógica e de conteúdo. A validade da medida indica quanto o teste ou instrumento mede aquilo que pretende medir (THOMAS, NELSON E SILVERMAN, 2012; PASQUALI, 2009).

Também segundo Thomas, Nelson e Silverman (2012), validação lógica ou de face “é obrigatória quando a medida envolve obviamente o desempenho a ser medido”, portanto, a validade lógica determina se o teste é válido de fato. A validação de conteúdo é relacionada a literatura e ao aprendizado da teoria, portanto, a validade de conteúdo demonstra o quanto o teste, instrumento ou protocolo está adequado a literatura sobre o tema ao qual foi escrito (THOMAS, NELSON E SILVERMAN, 2012).

Este estudo pretende desenvolver e validar um aplicativo web e mobile para o controle de cargas de treinamento em atletas de diferentes modalidades, além de analisar e descrever os principais indicadores psicofisiológicos relacionados às cargas de treinamento físico, sendo que o mesmo compreenderá quatro etapas:

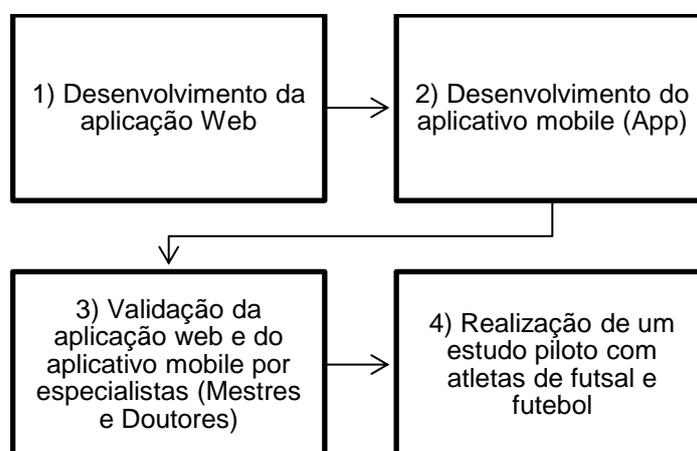


Figura 6 - Etapas metodológicas

Durante a primeira e a segunda etapa, foi desenvolvido uma aplicação web e um aplicativo móvel para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas. As aplicações desenvolvidas apresentam as seguintes características técnicas e utilizam as seguintes tecnologias:

Tecnologia	Definição
ASP.NET MVC	Plataforma de desenvolvimento Microsoft que permite construir uma aplicação Web com uma composição de três camadas: modelo MVC, pode-se dizer que: M (<i>Models</i>) representam os dados e a lógica de negócios; V (<i>Views</i>) constroem a interface do usuário C (<i>Controllers</i>) interagem com as solicitações do usuário e programam a lógica de entrada dos dados.
jQuery	Biblioteca rica em recursos JavaScript cross-browser, desenvolvida para simplificar os <i>scripts client side</i> que interagem com o HTML.
Bootstrap	Biblioteca CSS estrutura de HTML5 e CSS3 projetado para ajudar a alavancar o desenvolvimento de aplicações web e sites.
MySql	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), que utiliza a linguagem <i>Structured Query Language</i> (SQL).
Google Chart	Biblioteca que permite criar facilmente gráficos a partir de alguns dados e incorporá-los em uma página da Web. O Google Chart cria uma imagem PNG de um gráfico a partir de dados e parâmetros de formatação em uma solicitação HTTP.
Android	Sistema operacional baseado no núcleo Linux e atualmente desenvolvido pela empresa de tecnologia Google. Com uma interface de usuário baseada na manipulação direta, o Android é projetado principalmente para dispositivos móveis com tela sensível ao toque como smartphones e <i>tablets</i> .

Quadro 2 - Lista das tecnologias utilizadas para desenvolvimento do projeto

A aplicação e-TRIMP está hospedada em uma empresa de hospedagem web, que pode ser acessado pelo seguinte endereço eletrônico: <http://www.e-trimp.com.br> e pode ser acessado através de qualquer navegador de internet (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari, entre outros) e também através de qualquer dispositivo como computadores (*desktops* e *notebooks*), *tablets* e *smartphones*. A aplicação móvel, desenvolvida para a plataforma Android, pode ser encontrada para *download* na Play Store (loja de aplicativos desta plataforma), em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.etrimp>. À seguir serão listadas e explicadas as principais funcionalidades da aplicação:

- Gerenciar modalidades esportivas: permitir cadastrar, editar, excluir e pesquisar registros das modalidades esportivas, por exemplo: futebol, futsal, basquete, etc.;
- Gerenciar equipes: permitir cadastrar, editar, excluir e pesquisar registros das equipes que praticam algum tipo de modalidade esportiva e que serão controladas por seus respectivos treinadores;
- Gerenciar atletas: permitir cadastrar, editar, excluir e pesquisar registros dos atletas que fazem parte de alguma equipe de uma determinada modalidade esportiva;
- Gerenciar treinos: permitir cadastrar, editar, excluir e pesquisar a prescrição dos treinamentos que envolvem as modalidades esportivas cadastradas;
- Gerenciar frequências de treinos: permitir cadastrar, editar, excluir e pesquisar as frequências dos treinos que serão detalhados no sistema, por exemplo: 1x por semana, 3x por semana, semanal, quinzenal, mensal, etc.;
- Gerenciar grupos de usuários: permitir cadastrar, editar, excluir e pesquisar grupos de usuários, e vincular as permissões que cada grupo poderá ter acesso às funcionalidades do sistema, por exemplo: permissão para cadastrar atletas, permissão para gerar relatórios, etc.;
- Gerenciar usuários: permite cadastrar, editar, excluir e pesquisar os usuários que possuem acesso ao sistema. A autenticação será realizada através de usuário e senha;
- Gerenciar calendário de eventos: permite cadastrar, editar, excluir e pesquisar eventos de treinamentos de uma determinada equipe;

- Realizar avaliações utilizando escala CR10: permite realizar lançamentos de coleta da escala CR10, na qual será possível informar data, hora, atleta, treino, duração e a escala de percepção subjetiva de esforço;
- Gerar resultados baseado na coleta da escala CR10, tais como: TRIMP, Monotonia da carga e *Strain* da carga: permitir construir tabelas e gráficos para representar os resultados obtidos com a percepção subjetiva de esforço.

Na terceira etapa, foram realizados os procedimentos de validação de conteúdo da aplicação web e do aplicativo mobile para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas. Depois de finalizados os trabalhos de desenvolvimento, as aplicações foram analisados por 10 especialistas da área do treinamento físico, onde mediante procedimentos de leitura e testagem dos aplicativos, os mesmos preencheram um parecer técnico sobre a validade das aplicações no controle e monitoramento das cargas psicofisiológicas do treinamento físico. Nesse aspecto os instrumentos foram avaliados mediante os seguintes critérios de análise:

	1	2	3	4	5
	Muito Ruim	Ruim	Bom	Muito Bom	Exce-lente
Design das telas					
Utilização das cores					
Imagens					
Velocidade de navegação					
Facilidade de uso (usabilidade)					
Segurança das informações					
Apoio ao processo de coleta da escala					
Utilidade no controle das cargas de treinamento					
Importância para os profissionais do esporte					
Importância para os atletas participantes					
Contribuição para a área acadêmica					
Cumprir com o objetivo proposto					

Quadro 3 - Critérios de avaliação do sistema web/mobile

A quarta e última etapa, foi efetivada com a realização de um estudo piloto para testar a aplicação web e o aplicativo mobile em atletas de diferentes modalidades esportivas. Nessa etapa, foram realizadas as coletas de dados com atletas das diferentes modalidades esportivas, durante cinco semanas, ou mesociclo de treinamento, em uma frequência mínima de três sessões de treinamento por semana. Todos os atletas que participaram desse estudo piloto assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo A) e no caso dos atletas menores de idade, foi necessário a assinatura do TCLE por um responsável legal e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Anexo B) pelo atleta. Ao final, foram elaborados relatórios técnicos com os principais resultados obtidos com a coleta de dados.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para o presente estudo foram selecionados, por conveniência, 105 praticantes de modalidades esportivas para a quarta etapa do estudo: 14 atletas da modalidade de futsal na categoria sub 17, 26 atletas da modalidade futebol na categoria sub 12, 20 atletas na modalidade futebol categoria sub 13, 26 atletas da modalidade futebol na categoria sub 14 e 19 atletas da modalidade futebol na categoria sub 15. Foram realizadas coletas com estes atletas durante cinco semanas, ou mesociclo de treinamento, em uma frequência mínima de três sessões de treinamento por semana.

Foi apresentada a proposta do estudo aos participantes e a explicado os possíveis riscos envolvidos. Os atletas atestaram a participação voluntária e permitiram a utilização e divulgação das informações. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local sob o parecer nº 1.729.259.

3.2.1 Critérios de Inclusão

Atletas aparentemente saudáveis e com idade variando de 12 a 40 anos, sem restrição clínica e que pratiquem com regularidade o treinamento físico nas suas respectivas modalidades, ou seja, com experiência de 6 meses de treinamento

físico e que estejam desenvolvendo normalmente sua atividade esportiva no mínimo 3 vezes por semana.

3.2.2 Critérios de Exclusão

Atletas que apresentaram alguma restrição clínica no momento do estudo, ou ainda, que não tenham cumprido o número mínimo de sessões de treinamento por semana (3 vezes por semana) durante um mês. Da mesma forma, foi excluído do estudo o sujeito que por livre decisão deixar de participar ou realizar algum teste (coleta de dados incompleta), ou aquele sujeito que apresentar lesões ou restrições quanto da realização das sessões de treinamento que serão realizadas.

3.3 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Em princípio a aplicação via web será capaz de gerar estatística descritiva (medidas de posição e dispersão: média, mediana, moda, mínimo, máximo, desvio padrão, distribuição de frequência), assim como, gráficos interativos de cada sessão de treinamento, de cada ciclo de treinamento e até mesmo de toda a temporada.

Havendo a necessidade de recursos estatísticos mais sofisticados, para a análise dos dados, por meio da aplicação web será possível gerar planilhas para o software Microsoft Excel, sendo possível exportá-las para outros softwares estatísticos mais sofisticados, como por exemplo o SPSS *for Windows*.

4 RESULTADOS

Com objetivo de organizar e oferecer uma melhor compreensão dos resultados por parte do leitor, este capítulo foi estruturado de forma a seguir a ordem das etapas propostas na seção de materiais e métodos, subdividindo-se em: (a) desenvolvimento da aplicação web; (b) desenvolvimento da aplicação mobile; (c) avaliação da aplicação web e do aplicativo mobile por mestres, doutores e profissionais do esporte, como: treinadores, preparadores físicos, fisiologistas, entre outros; (d) e por fim, realização de um estudo piloto com atletas de futsal e futebol para verificar a aplicabilidade dos sistemas.

4.1 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO WEB

O desenvolvimento da aplicação web, realizado durante a primeira etapa do projeto, seu deu após o levantamento de requisitos, ou seja, a definição de todas as funcionalidades que seriam desenvolvidas, delimitando assim o escopo do projeto.

A aplicação foi construída utilizando a linguagem de programação ASP.Net MVC C#, desenvolvida pela Microsoft, linguagem esta que permite desenvolvimento de aplicações para internet.

A ferramenta desenvolvida foi publicada em uma empresa de hospedagem denominada KingHost, permitindo assim que seja acessada de qualquer navegador (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, entre outros) em notebooks e desktops, quanto em dispositivos móveis como tablets e smartphones que possuam acesso à internet.

A aplicação pode ser acessada através do seguinte link: <https://www.e-trimp.com.br>, sendo necessário autenticação através de usuário e senha previamente cadastrados. A aplicação possui estrutura de permissões de acesso, para que cada perfil de usuário tenha acesso a determinadas funcionalidades ou dados, como por exemplo, relatórios e gráficos.

Outra característica importante da interface web desenvolvida é a responsividade, ou seja, a interface se adapta a qualquer tamanho de tela do dispositivo que está sendo utilizado pelo usuário para acessar a aplicação.

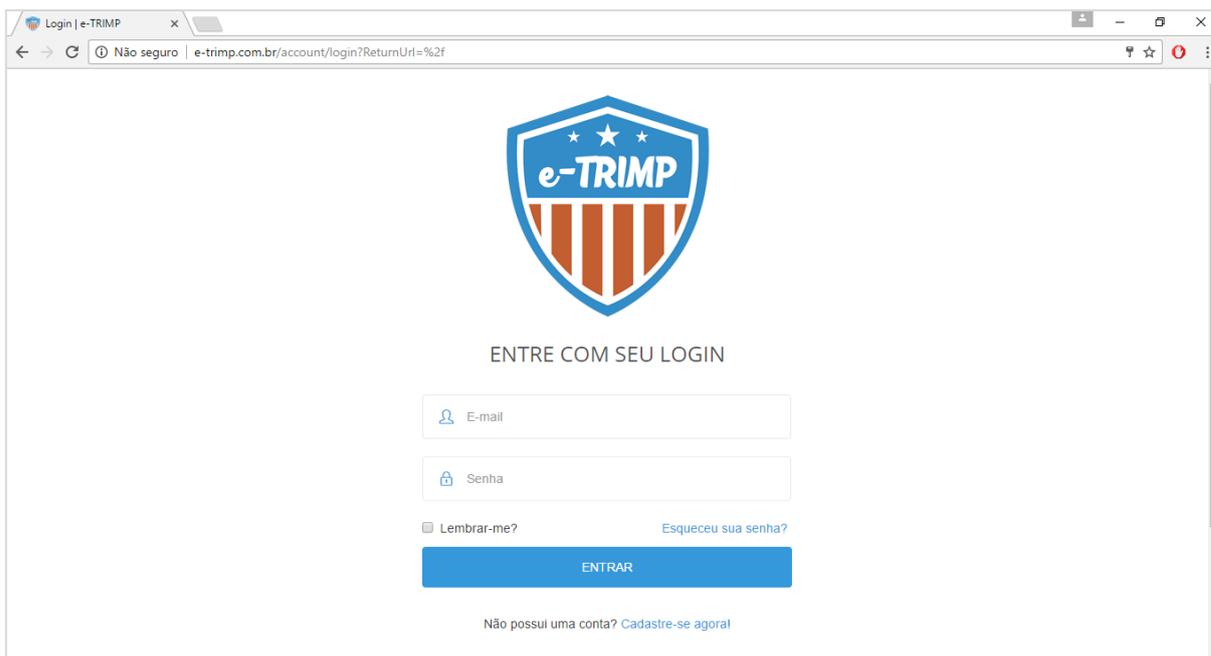


Figura 7 - Página de login da aplicação web

Após o término do desenvolvimento, foi gerado um manual de utilização do sistema (Apêndice A), no qual podemos encontrar de forma detalhada como pode ser utilizada cada funcionalidade do sistema.

4.2 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO MOBILE

O desenvolvimento da aplicação mobile, realizado durante a segunda etapa do projeto, se deu utilizando a plataforma Android com versão igual ou superior à 3.0, também chamada de Honeycomb.

Na versão mobile, a principal funcionalidade é a de coleta de dados, ou seja, é possível coletar os dados de suas equipes e seus respectivos atletas, informando o tipo de treino aplicado, a duração do treino, a data da coleta e também selecionar a escala CR10 informada pelo atleta (Apêndice A).

O aplicativo está disponível para download na loja de aplicativos do Google, conhecida como Play Store e pode ser instalado a partir do seguinte link: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.etrimp>, de maneira gratuita.

Abaixo podemos visualizar as principais telas do aplicativo desenvolvido para a plataforma Android:



Figura 8 - Tela inicial com o logotipo do projeto

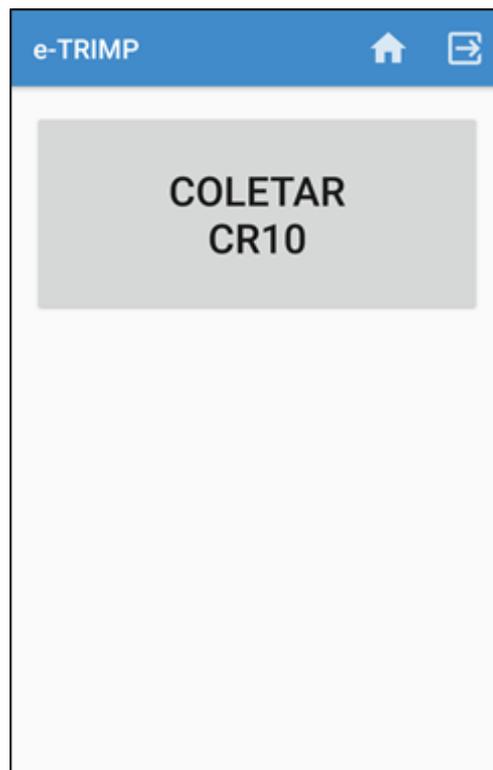


Figura 10 - Tela de menu para selecionar a escala à ser coletada

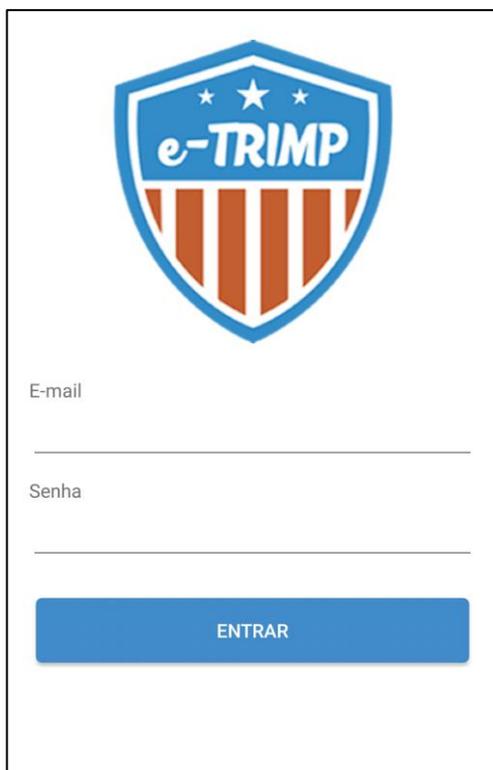


Figura 9 - Tela de login do aplicativo

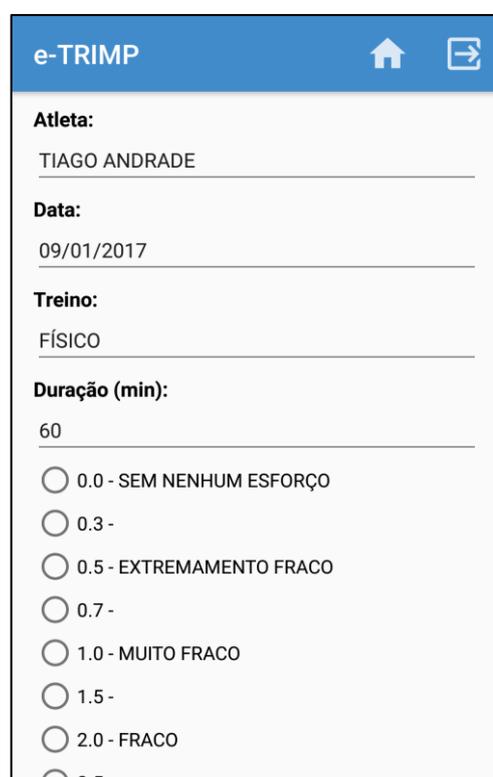
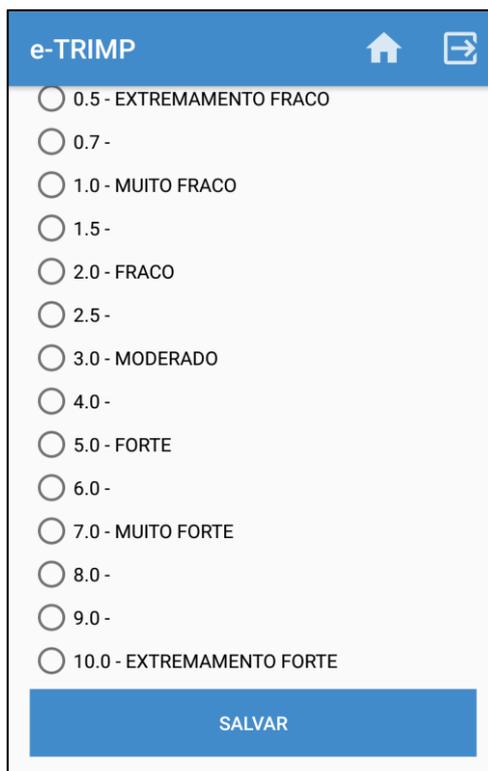


Figura 11 - Início da tela de coleta da PSE



The image shows a mobile application interface for 'e-TRIMP'. At the top, there is a blue header with the text 'e-TRIMP' on the left, a home icon in the center, and a share icon on the right. Below the header is a list of radio button options representing intensity levels: 0.5 - EXTREMAMENTE FRACO, 0.7 -, 1.0 - MUITO FRACO, 1.5 -, 2.0 - FRACO, 2.5 -, 3.0 - MODERADO, 4.0 -, 5.0 - FORTE, 6.0 -, 7.0 - MUITO FORTE, 8.0 -, 9.0 -, and 10.0 - EXTREMAMENTE FORTE. At the bottom of the list is a blue button with the text 'SALVAR' in white.

Figura 12 - Fim da tela de coleta da PSE

4.3 VALIDAÇÃO DA APLICAÇÃO WEB E MOBILE POR ESPECIALISTAS

A terceira etapa proposta na seção de materiais e métodos, trata-se da submissão da aplicação para avaliação de especialistas da área, ou seja, Mestres e Doutores das principais universidades do país. Também foi enviado o convite de avaliação para profissionais da área dos esportes, como por exemplo: treinadores, preparadores físicos e fisiologias de diversas modalidades esportivas.

Esta etapa de avaliação foi realizada através dos seguintes passos: primeiramente foi enviado um e-mail em formato de convite para os professores e profissionais selecionados. Este e-mail, elaborado em caráter formal, foi enviado apresentando uma breve descrição do projeto e convidando-os a utilizar a aplicação seguindo os passos especificados no manual de utilização do sistema (Apêndice A) e solicitando o preenchimento dos critérios de avaliação após o término dos testes.

Após o preenchimento das avaliações e sugestões pelos convidados, foi possível extrair todos os resultados em formato de gráficos que serão apresentados a seguir, critério a critério.

Os critérios foram divididos em 2 categorias, sendo que a primeira categoria visava avaliar 6 pontos referentes ao sistema web e o aplicativo mobile desenvolvidos. Já a segunda categoria tinha como finalidade avaliar 6 pontos referentes ao projeto proposto.

O primeiro critério avaliado pelos especialistas foi o critério de “Design das Telas”. Esse critério trata da disposição dos elementos na tela, tamanho de fonte para leitura, tamanho dos ícones, apresentação agradável aos olhos do usuário da aplicação e posicionamento dos dados e resultados. Dessa forma o mesmo foi avaliado em 1 voto para “Bom”, 8 votos para “Muito Bom” e 1 voto para “Excelente”.

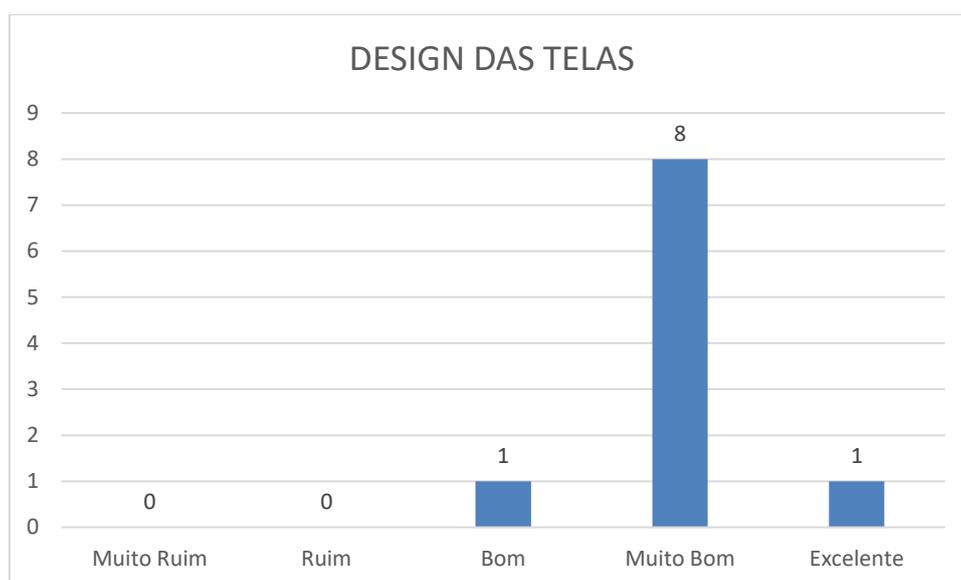


Figura 13 - Design das Telas

O segundo critério avaliado foi o critério de “Utilização das Cores”, no qual era importante saber se as cores utilizadas no desenvolvimento foram bem distribuídas, a fim de causar uma boa impressão ao usuário, evitando um desequilíbrio de excessivo de cores. Assim este critério foi avaliado com 1 voto para “Bom”, 5 votos para “Muito Bom” e 4 votos para “Excelente”.

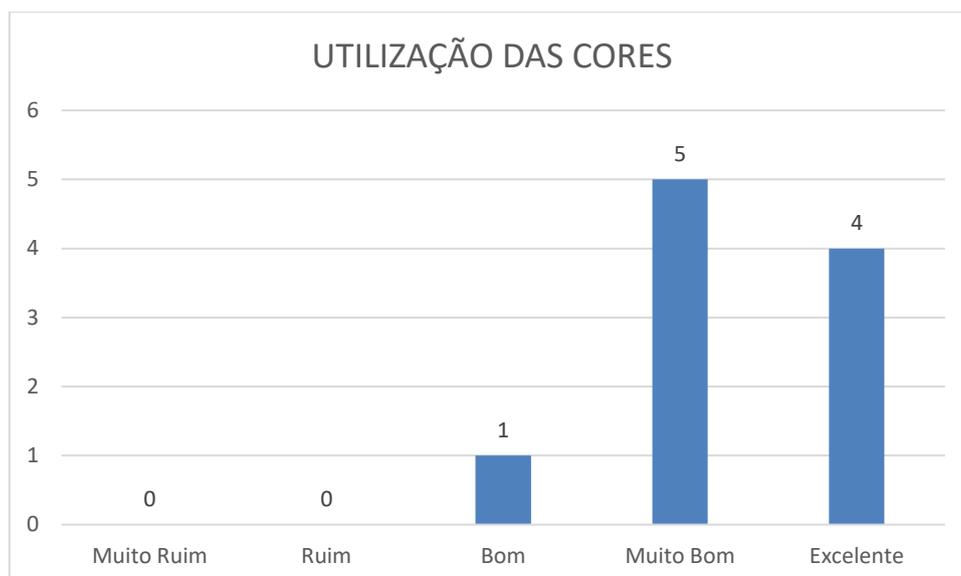


Figura 14 - Utilização das Cores

O terceiro critério avaliado foi o critério de "Imagens", onde era importante saber se imagens como por exemplo logo da aplicação, *favicon* (ícone miniatura da aplicação) e avatar do usuário foram escolhidas de forma correta para representar o contexto da aplicação. Dessa forma, este critério recebeu 2 votos para "Bom", 5 votos para "Muito Bom" e 3 votos para "Excelente".

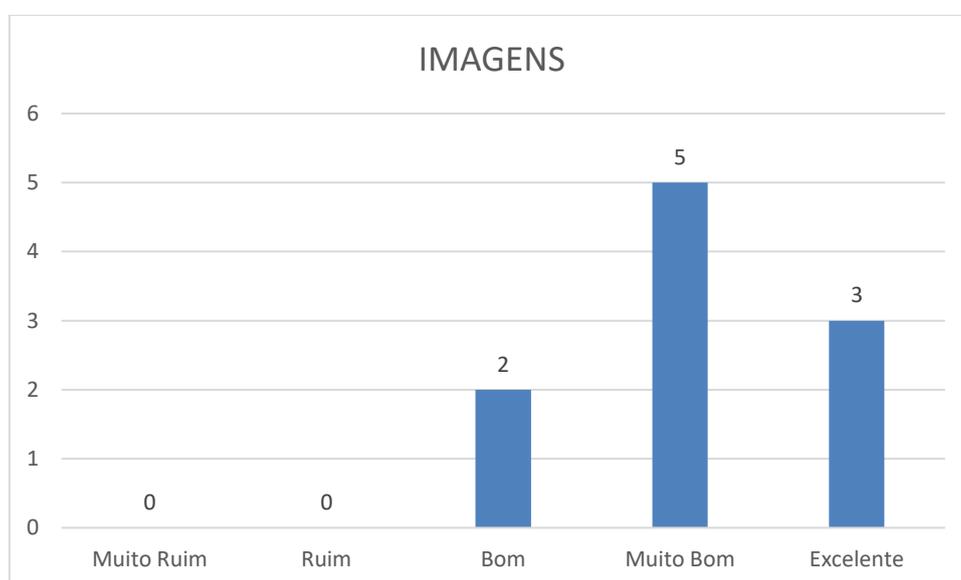


Figura 15 - Imagens

O quarto critério foi o de "Velocidade de Navegação", onde era importante avaliar o tempo de resposta da aplicação para carregamento das páginas, processamento dos dados e visualização dos dados em formato de relatórios e gráficos, sendo esses dados

visualizados na própria aplicação ou exportados para outras ferramentas. Este critério recebeu 1 voto para “Bom”, 3 votos para “Muito Bom” e 6 votos para “Excelente”.

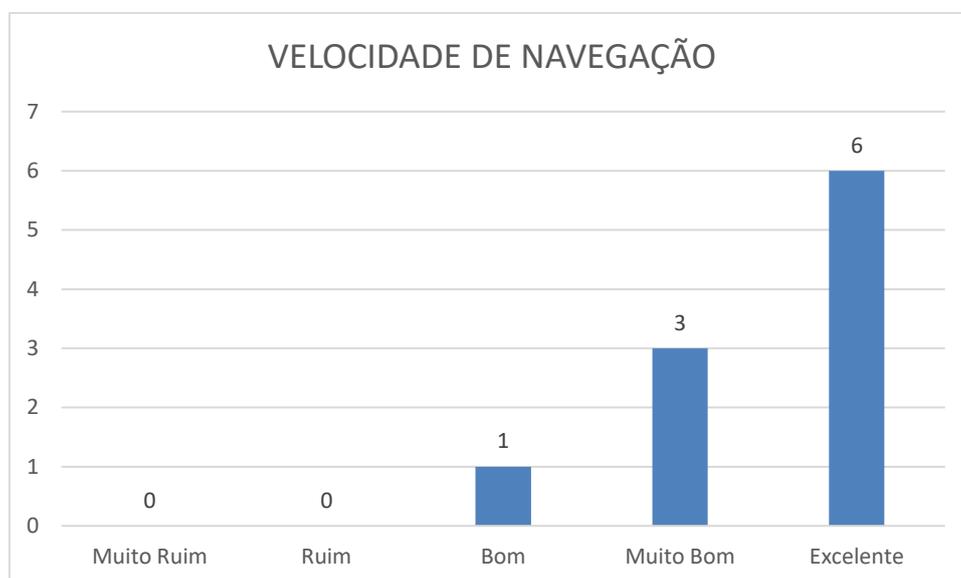


Figura 16 - Velocidade de Navegação

O quinto critério avaliado, “Facilidade de Uso (Usabilidade)”, desejava identificar se a aplicação era de fácil compreensão, ou seja, autoexplicativa, onde o usuário consegue atingir seu objetivo de maneira clara, rápida e fácil. Este critério recebeu 3 votos para “Bom”, 3 votos para “Muito Bom” e 4 votos para “Excelente”.

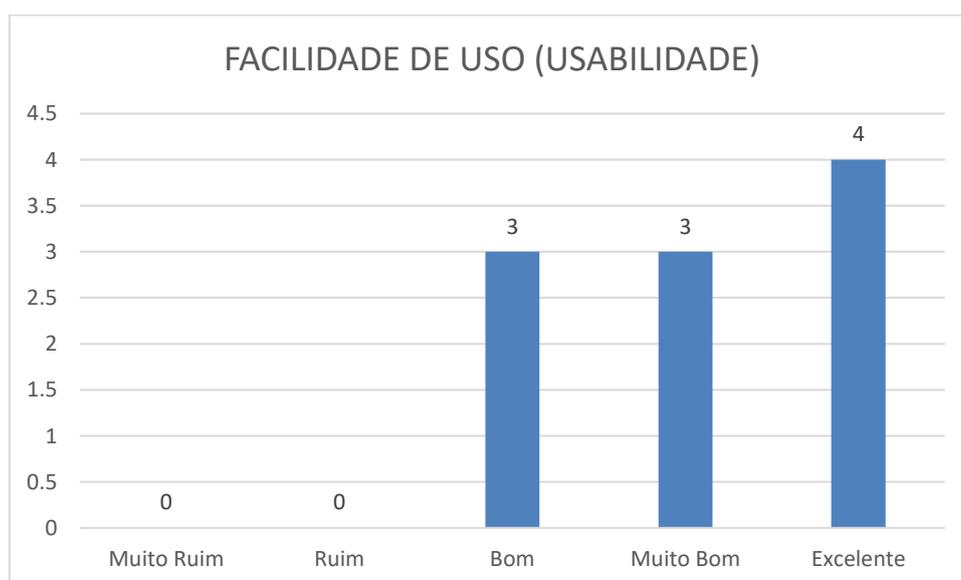


Figura 17 - Facilidade de Uso (usabilidade)

Já o sexto critério, “Confiabilidade das informações (segurança)”, tratava da segurança das informações, ou seja, se em algum momento algum dado foi inserido ou processado de maneira errada, se foi possível visualizar informações que não pertenciam ao usuário que estava logado e se o sistema de permissões de acesso da aplicação eram seguros. Esse critério recebeu 1 voto para “Bom”, 4 votos para “Muito Bom” e 5 votos para “Excelente”.

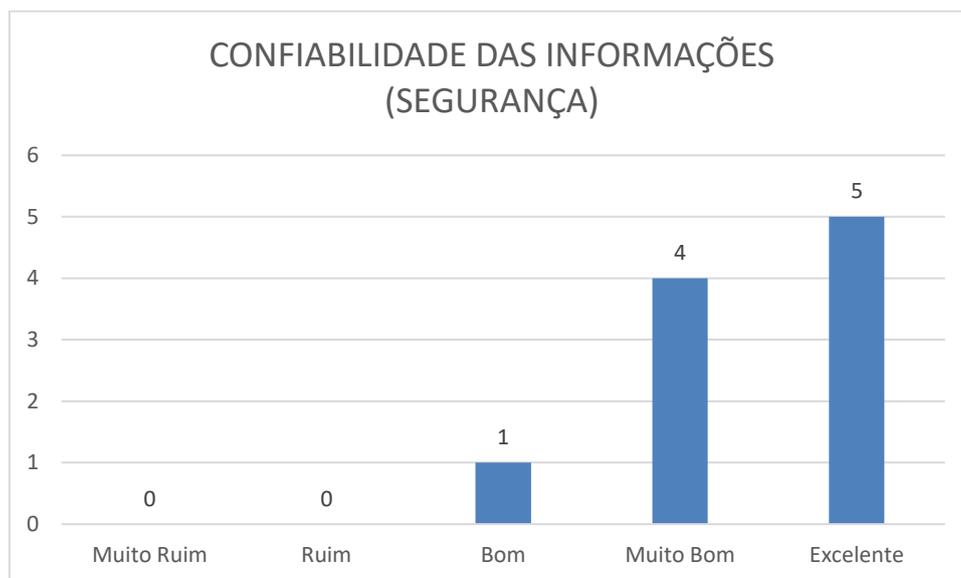


Figura 18 - Confiabilidade das Informações (segurança)

Já em relação à segunda categoria, foram avaliados 6 critérios que tratam sobre o projeto proposto. O primeiro critério avaliado foi “Apoio ao processo de coleta da escala”, que tinha como objetivo avaliar a praticidade e agilidade durante o processo de coleta e armazenamento da PSE. Este critério foi avaliado em 2 votos para “Bom”, 5 votos para “Muito Bom” e 3 votos para “Excelente”.

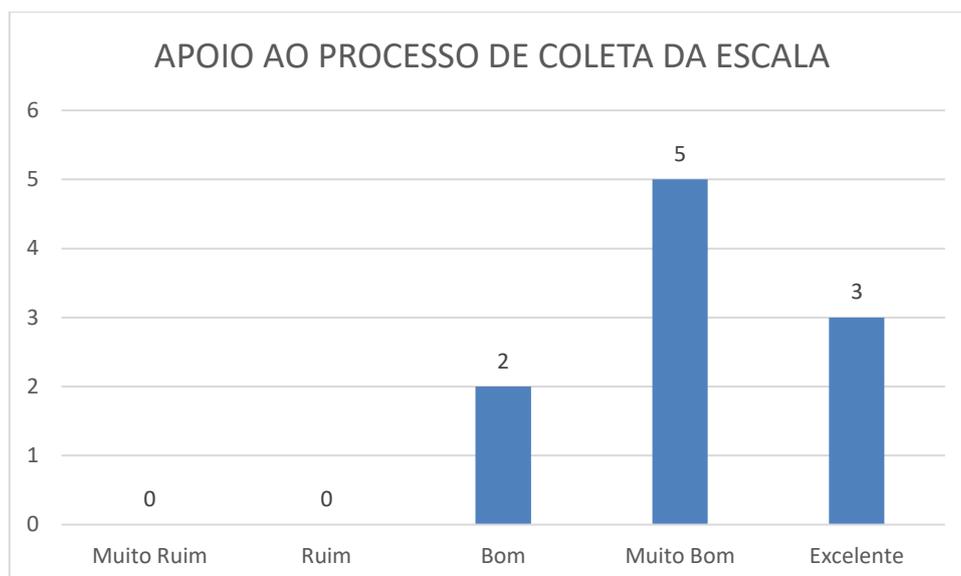


Figura 19 - Apoio ao processo da coleta da escala

O critério seguinte foi “Utilidade no controle das cargas de treinamento” que recebeu 2 votos para “Muito Bom” e 8 votos para Excelente. O objetivo desse critério era identificar se a ferramenta proposta e desenvolvida, aplicando o método de percepção subjetiva de esforço, era válida no controle das cargas de treinamento.

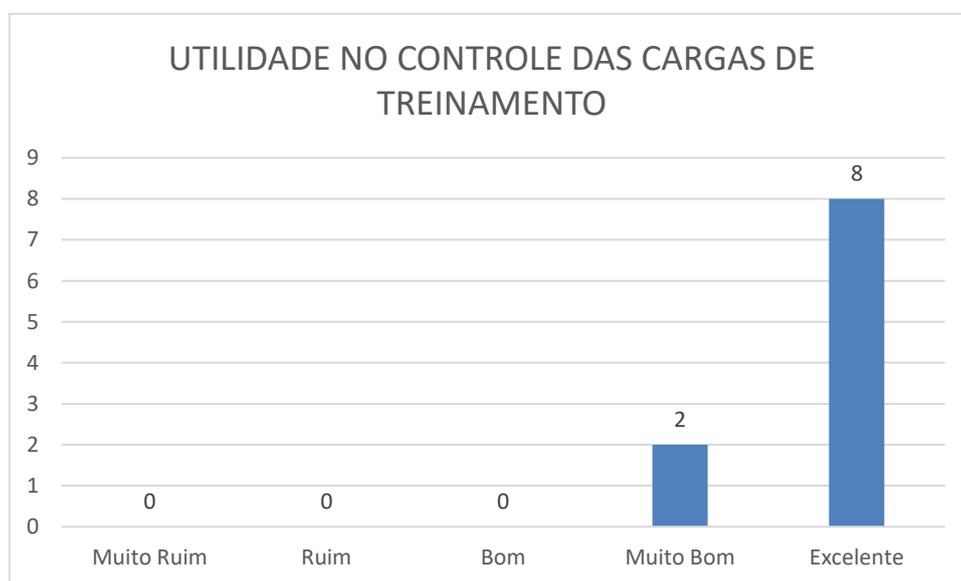


Figura 20 - Utilidade no controle das cargas de treinamento

Já o critério de “Importância para os profissionais do esporte” tinha como objetivo identificar se a ferramenta seria útil durante o dia-a-dia dos profissionais ligados ao esporte, seja ele um médico, fisiologista, preparador físico ou qualquer outro. Este critério recebeu 1 voto para “Muito Bom” e 9 votos para “Excelente”.



Figura 21 - Importância para os profissionais do esporte

O critério de “Importância para os atletas participantes” recebeu 2 votos para “Muito Bom” e 8 votos para “Excelente”. Este critério tinha como objetivo identificar se a ferramenta ajudaria no dia-a-dia do atleta, evitando lesões e permitindo atingir um ótimo desempenho físico durante os jogos e treinamentos.

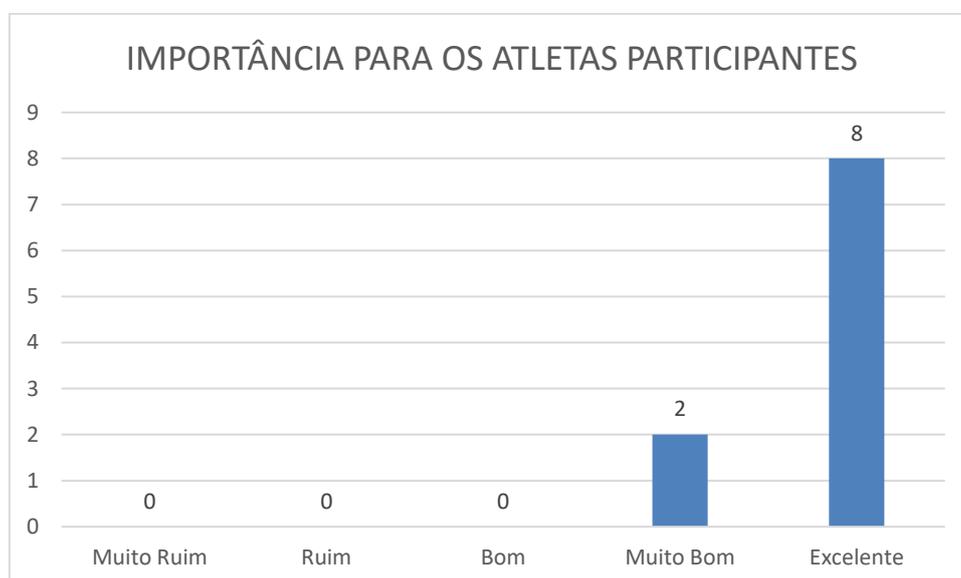


Figura 22 - Importância para os atletas participantes

O critério de “Contribuição para a área acadêmica” recebeu 4 votos para “Muito Bom” e 6 votos para “Excelente”. Esse critério leva em consideração se existem outras ferramentas de apoio que foram validas academicamente através de publicações.

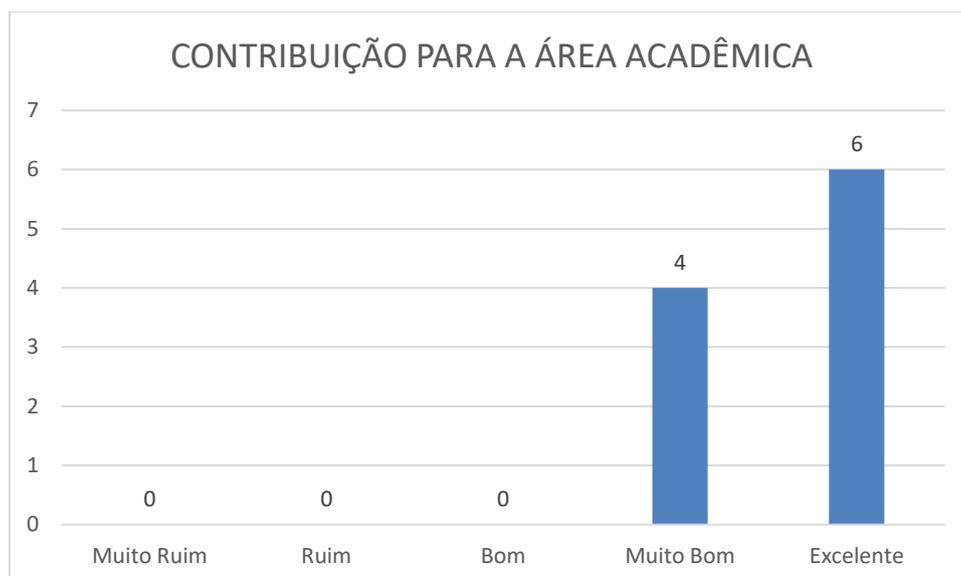


Figura 23 - Contribuição para a área acadêmica

E por fim, o critério “Cumprir com o objetivo proposto” foi avaliado em 1 voto para “Bom”, 2 votos para “Muito Bom” e 7 votos para “Excelente”. Este critério tem como objetivo avaliar se a ferramenta desenvolvida e validada para controle das cargas de treinamento através da percepção subjetiva de esforço cumpre com projeto proposto inicialmente no programa de pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB).

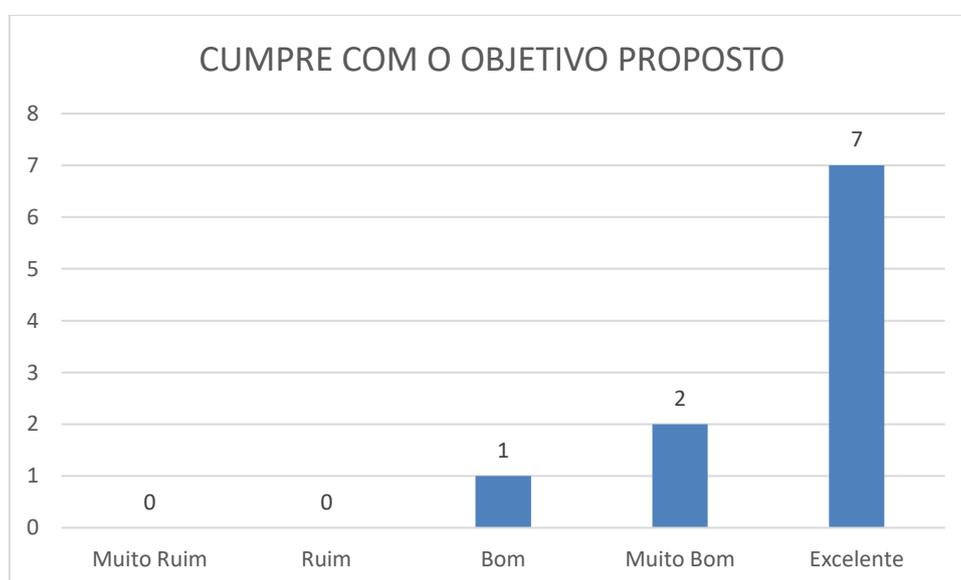


Figura 24 - Cumprir com o objetivo proposto

4.4 ESTUDO PILOTO COM ATLETAS DE FUTSAL E FUTEBOL

Na etapa relativa ao procedimento de coleta para validação da ferramenta proposta, denominada e-TRIMP, foram avaliados 14 atletas da modalidade de futsal na categoria sub 17, 26 atletas da modalidade futebol na categoria sub 12, 20 atletas na modalidade futebol categoria sub 13, 26 atletas da modalidade futebol na categoria sub 14 e 19 atletas da modalidade futebol na categoria sub 15. A seguir, serão apresentados os resultados das amostras por modalidade e categoria.

A amostra da modalidade futsal na categoria sub 17 foi composta por 14 indivíduos do sexo masculino, com média de idade de 16,51 ($\pm 0,61$), massa corporal de 69,03 ($\pm 12,51$), a estatura de 175,03 ($\pm 4,60$) e IMC de 22,27 kg/m² ($\pm 3,16$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Características antropométricas da amostra de futsal sub 17

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	16,00	17,33	16,51	0,61
Massa Corporal (kg)	54,60	88,90	69,03	12,51
Estatura (cm)	170	182	175,63	4,60
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	18,67	27,12	22,27	3,16

A amostra da modalidade futebol na categoria sub 12 foi composta por 26 indivíduos do sexo masculino, com média de idade de 12,55 ($\pm 0,63$), massa corporal de 43,60 ($\pm 9,44$), a estatura de 152,18 ($\pm 8,68$) e IMC de 18,62 kg/m² ($\pm 2,20$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 12

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	12,00	13,42	12,55	0,63
Massa Corporal (kg)	30,10	67,70	43,60	9,44
Estatura (cm)	138	170	152,18	8,68
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	15,81	23,43	18,62	2,20

A amostra da modalidade futebol na categoria sub 13 foi composta por 20 indivíduos do sexo masculino, com média de idade de 14,83 ($\pm 0,61$), massa corporal de 47,18 ($\pm 5,83$), a estatura de 159,31 ($\pm 7,88$) e IMC de 18,52 kg/m² ($\pm 0,98$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 13

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	14,00	15,42	14,83	0,61
Massa Corporal (kg)	34,20	57,70	47,18	5,83
Estatura (cm)	146	175	159,31	7,88
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	16,04	19,51	18,52	0,98

A amostra da modalidade futebol na categoria sub 14 foi composta por 26 indivíduos do sexo masculino, com média de idade de 14,83 ($\pm 0,61$), massa corporal de 55,95 ($\pm 8,75$), a estatura de 168,18 ($\pm 7,03$) e IMC de 19,68 kg/m² ($\pm 1,91$) (Tabela 6).

Tabela 6 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 14

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	14,00	15,42	14,83	0,61
Massa Corporal (kg)	41,80	76,20	55,95	8,75
Estatura (cm)	160	180	168,18	7,03
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	16,13	24,32	19,68	1,91

A amostra da modalidade futebol na categoria sub 15 foi composta por 19 indivíduos do sexo masculino, com média de idade de 15,54 ($\pm 0,87$), massa corporal de 61,10 ($\pm 7,13$), a estatura de 172,63 ($\pm 5,89$) e IMC de 20,47 kg/m² ($\pm 1,78$) (Tabela 7).

Tabela 7 - Características antropométricas da amostra de futebol sub 15

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	14,00	16,33	15,54	0,87
Massa Corporal (kg)	52,00	80,00	61,10	7,13

Estatura (cm)	167	190	172,63	5,89
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	17,99	25,26	20,47	1,78

Na análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade futsal categoria sub 17, os valores mínimos relatados após as sessões dos jogos e treinos ficaram entre 0 e 3, os valores máximos observados ficaram entre 9 e 10 da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), com os valores apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futsal sub 17

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana
Semana 1	2,0	9,0	3,71	1,77	3,00
Semana 2	1,0	10,0	6,09	2,3	6,00
Semana 3	3,0	10,0	6,21	1,8	6,0
Semana 4	1,0	9,0	5,0	2,0	5,0
Semana 5	0,0	10,0	4,17	2,86	4,0
Semana 6	1,0	9,0	5,25	2,63	4,5

Em relação a análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade futebol categoria sub 12, os valores mínimos relatados após as sessões dos jogos e treinos ficaram entre 1 e 4, os valores máximos observados ficaram entre 8 e 9 da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), com os valores apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 12

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana
Semana 1	2,0	9,0	4,92	2,01	4,0
Semana 2	1,0	9,0	4,8	1,55	5,0
Semana 3	1,0	8,0	4,28	1,3	4,0
Semana 4	4,0	8,0	5,86	1,18	6,0
Semana 5	3,0	8,0	5,52	1,14	5,0

Em relação a análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade futebol categoria sub 13, os valores mínimos relatados após as sessões dos jogos e treinos ficaram entre 1 e 2, os valores máximos observados ficaram entre 6 e 10 da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), com os valores apresentados na Tabela 10 à seguir.

Tabela 10 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 13

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana
Semana 1	2,0	10,0	6,32	2,24	7,0
Semana 2	1,0	9,0	4,7	2,01	4,0
Semana 3	2,0	6,0	3,59	1,21	3,0
Semana 4	2,0	8,0	5,08	1,41	5,0
Semana 5	2,0	7,0	5,09	1,49	5,0

Em relação a análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade futebol categoria sub 14, os valores mínimos relatados após as sessões dos jogos e treinos ficaram entre 0 e 1, os valores máximos observados ficaram entre 6 e 10 da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), com os valores apresentados na Tabela 11 à seguir.

Tabela 11 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 14

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana
Semana 1	1,0	10,0	3,88	1,9	3,0
Semana 2	1,0	8,0	4,06	1,55	4,0
Semana 3	1,0	7,0	3,19	1,78	3,0
Semana 4	0,0	8,0	4,0	1,99	4,0
Semana 5	1,0	6,0	2,87	1,19	3,0

Em relação a análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade futebol categoria sub 15, os valores mínimos relatados após as sessões dos jogos e treinos foram de 1, os valores máximos observados ficaram entre 7 e 10 da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), com os valores apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas do futebol sub 15

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	Mediana
Semana 1	1,0	10,0	5,05	1,9	5,0
Semana 2	1,0	8,0	4,55	1,57	5,0
Semana 3	1,0	9,0	3,67	2,17	4,0
Semana 4	1,0	8,0	4,52	1,92	4,5
Semana 5	1,0	7,0	3,09	1,31	3,0

Foram analisados também os indicadores baseados no impulso de treinamento (TRIMP) da modalidade futsal categoria sub 17. São eles: carga semanal total, monotonia da carga e strain da carga, sendo que para a carga semanal foi considerado a soma do TRIMP em unidades arbitrárias de todos os atletas dessa equipe, para a monotonia da carga foi considerado a média da carga semanal dividido pelo desvio padrão da carga semanal dessa equipe e por fim, para o strain da carga foi considerado a soma da carga semanal multiplicado pela monotonia da carga dessa equipe, conforme valores apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futsal sub 17

	Carga Semanal Total	Monotonia da Carga	Strain da Carga
Semana 1	7.560	2,1	15.876
Semana 2	10.940	2,3	25.162
Semana 3	15.600	3,3	51.480
Semana 4	9.000	2,5	22.500
Semana 5	14.040	1,5	21.060

Na modalidade futebol categoria sub 12 também foram analisados os indicadores baseados no impulso de treinamento (TRIMP). Nessa análise podemos perceber que nas 3 primeiras semanas de treinamento que foram monitoradas tivemos uma carga semanal total inferior as 2 semanas seguintes. Este comportamento se deu devido a um planejamento de tipos de treinos devido a proximidade com jogos oficiais.

Tabela 14 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 12

	Carga Semanal Total	Monotonia da Carga	Strain da Carga
Semana 1	22.040	2,0	44.080
Semana 2	26.200	3,2	83.840
Semana 3	24.180	3,0	72.540
Semana 4	36.360	5,0	181.800
Semana 5	31.147	4,7	146.390,9

Na modalidade futebol categoria sub 13 também foram analisados os indicadores baseados no impulso de treinamento (TRIMP). A partir dessa análise podemos perceber que nas semanas 1 e 4 tivemos uma carga semanal total superior as semanas 2, 3 e 5. Este comportamento se deu devido a um planejamento de tipos de treinos com o objetivo evitar *overtraining* dos atletas dessa equipe.

Tabela 15 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 13

	Carga Semanal Total	Monotonia da Carga	Strain da Carga
Semana 1	26.515	2,4	63.636
Semana 2	12.760	2,0	25.520
Semana 3	14.220	3,0	42.660
Semana 4	23.000	3,4	78.200
Semana 5	13.515	3,3	44.599,5

Na modalidade futebol categoria sub 14 também foram analisados os indicadores baseados no impulso de treinamento (TRIMP). A partir dessa análise podemos perceber que nas semanas 1, 2 e 4 tivemos uma carga semanal total superior as semanas 3 e 5. Este comportamento se deu devido a uma maior aplicação de treinos físicos do que treinos táticos e técnicos, pois estes atletas estavam sendo preparados para participarem de campeonatos que estavam por iniciar.

Tabela 16 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 14

	Carga Semanal Total	Monotonia da Carga	Strain da Carga
Semana 1	27.270	1,9	51.813
Semana 2	28.890	2,6	75.114
Semana 3	20.030	1,8	36.054
Semana 4	27.000	2,0	54.000
Semana 5	12.120	2,0	24.240

Na modalidade futebol categoria sub 15 também foram analisados os indicadores baseados no impulso de treinamento (TRIMP). A partir dessa análise podemos perceber que nas semanas 1, 2 e 4 tivemos uma carga semanal total superior as semanas 3 e 5. Este comportamento se deu devido a uma maior aplicação de treinos físicos do que treinos táticos e técnicos, pois estes atletas estavam sendo preparados para participarem de campeonatos que estavam por iniciar.

Tabela 17 - Análise dos indicadores baseados no TRIMP do futebol sub 15

	Carga Semanal Total	Monotonia da Carga	Strain da Carga
Semana 1	40.950	2,3	94.185
Semana 2	36.000	2,9	104.400
Semana 3	20.160	1,7	34.272
Semana 4	35.010	2,4	84.024
Semana 5	11.400	2,0	22.800

5 DISCUSSÃO

Considerando os resultados obtidos até o presente momento, foram encontradas apenas quatro aplicações que tem como objetivo fazer a gestão da percepção subjetiva de esforço, e também, que as mesmas apresentam características similares quanto a sua elaboração e lógica de processamento das informações relativas a carga perceptual da sessão de treinamento (PSE).

O presente estudo se diferencia dos demais por algumas funcionalidades que foram agregadas ao projeto tais como: a) permite o acesso a partir de qualquer local e dispositivo (computadores, notebooks, smartphones e tablets), está disponível gratuitamente no link: <https://www.e-trimp.com.br>, mesmo porque, as demais aplicações disponíveis possuem fins comerciais; b) foi elaborada com uma camada adicional de segurança (protocolo HTTPS e SSL). Essa camada adicional permite que os dados sejam transmitidos por meio de uma conexão criptografada e que se verifique a autenticidade do servidor e do cliente por meio de certificados digitais.

O fato de o aplicativo móvel e-TRIMP ter sido desenvolvido inicialmente para a plataforma Android se justifica em função de que a maioria dos aplicativos móveis disponíveis no mercado atualmente são desenvolvidos para a referida plataforma, pois a mesma atende a 84,8% do *market share* (quota de mercado) mundial (GARTNER, 2017), e pode ser encontrado gratuitamente na Play Store através do seguinte link: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.etrimp&hl=pt_BR.

Em relação aos resultados obtidos a partir da avaliação dos especialistas apontam para uma boa aceitação da ferramenta, sendo observadas apenas notas superiores a “Bom”, com destaque para os critérios “design das telas”, “velocidade de navegação” e “segurança”. A ferramenta além de possuir características que agregam no meio profissional, também pode contribuir para o meio acadêmico, gerando um rico banco de dados para pesquisas e incentivando assim, a construção de novas ferramentas que suportem esse tipo de aplicabilidade.

É importante ressaltar também o comparativo realizado entre as aplicações encontradas no mercado e a desenvolvida nesse estudo, independente se o propósito for comercial ou acadêmico, pois foi identificado que todas possuem características importantes para o controle da carga de treinamento através de métodos com foco na carga interna do indivíduo e que não são métodos invasivos, como por exemplo, a percepção subjetiva de esforço.

A utilização com sucesso da PSE para o controle das cargas de treinamento em modalidades coletivas já havia sido realizada anteriormente (LEHMANN et al., 1993; FREITAS; MILOSKI; BARA, 2011). Entretanto o estudo piloto realizado com os atletas de futsal teve como intuito, além do controle da carga de treinamento, demonstrar a importância da aplicação em diferentes modalidades, com exigências fisiológicas e metabólicas diferentes, apresentando os resultados em gráficos e tabelas para tomada de decisão dos profissionais envolvidos na definição das cargas de treinamentos.

No que se refere à análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade de futsal, podemos verificar que há uma variação dos valores da PSE ao longo da semana, o que pode representar a variação da carga ao longo da semana ou ainda o próprio comportamento individual aos estímulos e a capacidade de recuperação.

Ao longo da temporada as cargas impostas aos atletas geram grande estresse físico e mental, e a permanência destas cargas por períodos prolongados sem as devidas recuperações podem levar estes atletas ao estado de esgotamento. Quando observamos a Tabela 5, podemos perceber que as cargas semanais totais, monotonia de carga e strain da carga monitorada no período de cinco semanas, demonstram como o grupo se comportou dentro do mesociclo da periodização, bem como as semanas de maior esgotamento e os momentos mais indicados para a diminuição da carga de treinamento.

6 CONCLUSÃO

Os resultados permitem concluir que o aplicativo e-TRIMP teve uma excelente aceitação por parte dos profissionais do treinamento desportivo. Outrossim, pela avaliação de face e conteúdo, realizada pelos mesmos, evidenciam que a aplicação web e mobile, pode ser considerada uma ferramenta válida e útil, e pode ser usada na gestão das cargas perceptuais de treinamento de atletas de diferentes modalidades.

Do mesmo modo, a realização do estudo piloto, que avaliou as cargas perceptuais de treinamento de atletas de futebol e futsal, demonstrou ser uma ferramenta prática, que facilitou a coleta, o processamento e o acompanhamento e o controle do treinamento físico dos atletas avaliados, sobretudo, no que diz respeito à abordagem da PSE.

De qualquer forma, a utilização de aplicações como a apresentada neste estudo torna o processo que antes era executado de maneira manual mais prático e eficaz, fazendo com que os treinadores, preparadores físicos, fisiologistas e outros profissionais do esporte possam realizar o acompanhamento de seus atletas buscando sempre o alto rendimento.

REFERÊNCIAS

ACSM. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.

ACSM. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Position stand on exercise and physical activity for older adults**. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.30, n.6, 1998.

ANDRADE, T. A.; OLTMANN, C.; LEGNANI, E.. Validade e aplicabilidade de um sistema web e mobile para controle das cargas de treinamento físico em atletas. In: **Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica**. Uberlândia, 2018.

ATLAOUI, D., MARTINE, D., GOUARNE, C., LACOSTE, L., BARALE, F., CHATARD, J-C. The 24h urinary cortisol/cotisone ratio for monitoring training in elite swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 2, p. 218-223, 2004.

AUGHEY, R. J. Applications of GPS technologies to field sports. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 6, p. 295 - 310, 2011a.

AUGHEY, R. J. Australian football player work rate: Evidence of fatigue and pacing? **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 5, p. 394 - 405, 2010.

AUGHEY, R. J. E FALLOON, C. Real-time versus post-game GPS data in team sports. **Medicine and Science in Sports**, v.13, p. 348 - 349, 2010.

AUGHEY, R. J. Increased physical activity during in elite Australian football finals matches. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 6, p. 367 - 379, 2011b.

BANISTER E. W. Modeling elite athletic performance. In: MacDougall J. D., Wenger H. A., Green H.J., eds. *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. **2nd ed. Champaign, IL: Human kinetics**; p. 403-425, 1991.

BARDUS M., SMITH J. R., SAMAHA L., ABRAHAM C. Mobile Phone and Web 2.0 Technologies for Weight Management: A Systematic Scoping Review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 11, p. 16-17, 2015.

BARDUS M.; SMITH J. R.; SAMAHA L.; ABRAHAM C. Mobile Phone and Web 2.0 Technologies for Weight Management: A Systematic Scoping Review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 11, p. 16-17, 2015.

BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. **International Journal Sports Medicine**, v. 25, p. 68-72, 2004.

BORG G. Perceived exertion: A note on "history" and methods. **Medicine and Science in Sports**, v. 5, p. 90–93, 1973.

BORG G. Physical work and effort. **Wenner-Gren Center International Symposium Series**. Pergamon Press, Oxford, v. 28, 1977.

BORG G.; LJUNGGREN G.; MARKS L. E. General and differential aspects of perceived exertion and loudness assessed by two new methods. **University of Stockholm, Department of Psychology, Stockholm**, n. 636, 1985.

BORG G.; LJUNGGREN G.; CECI R. The increase of perceived exertion, aches and pain in the legs, heart rate and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer. **Eur J Appl Physiol** 54: p. 343–349, 1985.

BORG G.; OTTOSON D. The perception of exertion in physical work. **Wenner-Gren Center Int Symp Series**. MacMillan Press, London, 1986.

BORG, G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. **Champaign, IL, Human Kinetics**, 1998.

BORG, G. **Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido**. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 2–3, p. 92–98, 1970.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BORG, G.; NOBLE, B. J.; JACOBS, I.; CECI, R.; KAISER, P. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 15(6), p. 523-528, 1983.

BORG, I.; ELIZUR, D. Job insecurity: Correlates, moderators and measurement. **International Journal of Manpower**, 13, 13-26, 1992.

BORIN, J. P.; MOURA, N. A. Avaliação e controle do treinamento: limitações e possibilidades na preparação desportiva. **XIV Conbrace**, Porto Alegre, 2005.

BORIN, J. P.; PRESTES, J.; MOURA, N. A.; LEITE, R. D.; ZANUTO, R.; PEREIRA, G. B. Caracterização, controle e avaliação: limitações e possibilidades no âmbito do treinamento desportivo. **Rev Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v.1, n.3, 2007.

BURGESS, D. G.; NAUGHTON, J.; NORTON, K. I. Profile of movement demands of national football players in Australia. **J Sci Med Sport**, v.9, p. 334-341, 2006.

CHEN, M.J.; FAN, X.; MOE, S.T. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. **Journal of sports sciences**, v.20, n.11, p.873-899, 2002.

COELHO, D. B. **Determinação da intensidade relativa de esforço de jogadores de futebol de campo durante jogos oficiais, usando-se como parâmetro as medidas da frequência cardíaca**. 2005. 114 f. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, UFMG, Belo Horizonte, 2005.

COUTTS, A. J.; QUINN, J.; HOCKING, J.; CASTAGNA, C.; RAMPININI, E. Match running performance in elite Australian Rules Football. **J Sci Med Sport**, v. 13, p. 543-548, 2010.

DAY, M.L., MACGUIGAN, M.R., BRICE, G., FOSTER, C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 353-358, 2004.

DELLASERRA C. L.; GAO Y., RANSDELL L. Use of integrated technology in team sports: a review of opportunities, challenges, and future directions for athletes. **J Strength Cond Res**, v. 28(2), p. 556-73, 2014.

DEUTSCH, M.; KEARNEY, G.; REHRER, N. Time-motion analysis of professional rugby union players during match-play. **J Sport Sci**, v. 25, p. 461-472, 2007.

EDWARDS S. **The Heart Rate Monitor Book**. Sacramento, CA: Fleet Feet Press; 1993.

FORTEZA, C. A. **Treinamento Desportivo: Carga, estrutura e planejamento**. Phorte, São Paulo, 2001.

FOSTER C., HECTOR L. L., WELSH R., SCHRAGER M., GRENN M. A., SNYDER A. C. Effects of specific versus cross-training on running performance. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, n. 70, p. 367-72, 1995.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 7, p. 1164-1168, 1998.

FOSTER, C., FLORHAUG, J.A., FRANKLIN, L.G., HROVATIN, L.A., PARKER, P.D., DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

FREITAS, V. H. MILOSKI, B. BARA F. M. Monitoramento da carga interna de treinamento em jogadores de futsal ao longo de uma temporada. **Rev. Bras. Cineantropom Desempenho Hum**. Vol.14, n.6, 2013.

FREITAS, V. H.; MILOSKI, B.; BARA FILHO, M. G. Quantificação da carga de treinamento através do método percepção subjetiva do esforço da sessão e desempenho no futsal. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 14, n. 1, 2011.

GABBETT, T., JENKINS, D., ABERNATHY, B. Physical demands of professional rugby league training and competition using microtechnology. **J Sci Med Sport**, v. 15, p. 80-86, 2012.

GABBETT, T.; JENKINS, D.; ABERNATHY, B. Physical demands of professional rugby league training and competition using microtechnology. **J Sci Med Sport**, v. 15, p. 80-86, 2012.

GARTNER, Inc. Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Grew 9 Percent in First Quarter of 2017, Maio de 2017. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/3725117>>. Acesso em: Agosto de 2017.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo**: estruturação e periodização. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo**: estruturação e periodização. 2 Ed. Porto Alegre: Artmes, 2009.

GROSLAMBERT, A.; MAHON, A.D. Perceived Exertion Influence of Age and Cognitive Development. **Sports Medicine**, v.36, n.11, p.911-928, 2006.

HASKELL, W. L.; YEE, M. C.; EVANS, A.; IRBY, P. Simultaneous measurements of heart rate and body motion to quantitate physical activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 1, 1993.

HAYES P. R., QUINN M. D. A mathematical model for quantifying training. **Eur J Appl Physiol**. V. 106, p. 839-47, 2009.

HILLS, A. P.; BRNE, N.M.; RAMAGE, A. J. Submaximal markers of exercise intensity. **Journal of Sports Science**, v. 16, 1998.

IMPELLIZZERI F. M., RAMPININI E., COUTTS A. J., SASSI A., MARCORA S.M. Use of RPE Based Training Load in Soccer. **Med Sci Sports Exerc**, n. 3, v. 6, p. 1042-47, 2004.

IMPELLIZZERI F. M., RAMPININI E., MARCORA S.M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **J Sports Sci**, n. 23, v. 6, p. 583-92, 2005.

IMPELLIZZERI, F.M., RAMPININI, E., COUTTS, A.J., SASSI, A., MARCORA, S.M. Use of RPE-Based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 6, p. 1042-1047, 2004.

KARVONEN, J.; VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities: practical application. **Sports Medicine**, v. 5, 1988.

LAMB, K. L.; ESTON, R. G.; CORNS, D. Reliability of ratings of perceived exertion during progressive treadmill exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v. 33, 1999.

LEHMANN, M., FOSTER, C., DICKHUTH, H-H., GASTMANN, U. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n 7, p, 1140-1145, 1998.

LEHMANN, M., SCHNEE, W., SCHEU, R. Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? **International Journal Sports Medicine**, v. 13, p. 236-42, 1992.

LEHMANN, M.; FOSTER, C. KEUL, J. Overtraining in endurance athletes: a brief review. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 7, p. 854-862, 1993.

LUCIA A., HOYOS J., SANTALLA A., EARNEST C., CHICHARO J. L. Tour de France versus vuelta a España: Which is harder? **Med Sci Sports Exerc**, n. 35, p. 872-8, 2003.

MACKINNON, L.T., HOOPER, S.L., JONES, S., GORDON, R.D., BACHMANN, A.W., Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in elite swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, n. 12, p. 1637-1645, 1997.

MACLEOD, H.; MORRIS, J.; NEVILL, A.; SUNDERLAND, C. The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. **J Sports Sci**, v. 27, p. 121-128, 2009.

MADDISON, R.; MHURCHU, C. N. Global positioning system: A new opportunity in physical activity measurement. **Int J Behav Nutr Phys Act**, v. 6, p. 73-81, 2009.

MANZI V., D'OTTAVIO S., IMPELLIZZERI F. M., CHAOUACHI A., CHAMARI K., CASTAGNA C. Profile of Weekly Training Load in Elite Male Professional Basketball Players. **J Strength and Cond Res**, n. 24, v.5, p. 1399-406, 2010.

MCARDLE, W. W.; KATCH, R. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5ª. ed: Editora Guanabara Koogan, 2003.

MCINNES, S. E.; CARLSON, J. S.; JONES, C. J.; MCKENNA, M. J. The physiological load imposed on basketball players during competition. **Journal of Sports Sciences**, v.13, 1995.

MENDES, C. M. L.; CUNHA, R. C. L. As novas tecnologias e suas influencias na prática de atividade física e no sedentarismo. **Revista interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia, Juazeiro do Norte**, v. 1, n. 3, s/p, jun., 2013.

MENDES, C.M.L.; CUNHA, R.C.L. As novas tecnologias e suas influencias na prática de atividade física e no sedentarismo. **Revista interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia, Juazeiro do Norte**, v. 1, n. 3, s/p, jun., 2013.

MERSKEY, H; BOGDUK, N. Part III: Pain Terms, A Current List with Definitions and Notes on Usage. In H. Merskey & N. Bogduk (Eds.), **Classification of chronic pain, IASP task force on taxonomy**. Seattle, WA: IASP Press, 1994.

MILANEZ V. F., EVANGELISTA R. P., MOREIRA A., BOULLOSA D. A., SALLE-NETO F., NAKAMURA F. Y. The role of aerobic fitness on session-rating of perceived exertion in futsal players. **Int Journal Sport Phys and Perf**, n. 6, v. 3, p. 358-66, 2011.

MONTOYE, H. J. Introduction: evaluation of some measurements of physical activity and energy expenditure. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 9, Suplementum, 2000.

NAKAMURA, F. Y.; GANCEDO. M. R.; SILVA, L. A.; LIMA, J. R. P.; KOKUBUN, E. Utilização do esforço percebido na determinação da velocidade crítica em corrida aquática. **Rev Bras Med Esport**; 2005.

NAKAMURA, F. Y; MOREIRA, A; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: A percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável?. **Rev da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, 2010.

NOBLE B, J; ROBERTSON R, J. **Perceived Exertion**. Champaign: Human Kinetics Books, 1996.

OLTMANN, C.; ANDRADE, T. A.; LEGNANI, E.. Métodos de Monitoramento e Controle da Recuperação Física em Atletas: Estudo de Revisão. **V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica**, 2017, Uberlândia, MG.

OLTMANN, C.; ANDRADE, T. A.; LEGNANI, E.. Métodos de monitoramento e controle da recuperação física em atletas: Estudo de revisão.. In: **Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica**. Uberlândia, 2018.

PASQUALI, L.. **Psicometria**. Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 43 (Esp.), p. 992-999, dez 2009.

RASOILLO, J. Utilização de monitores de FC no controle do treino. **Revista Treino Desportivo**. Vol 1, nº 5, 3ª Série. 1998.

ROBERTSON R. J, NOBLE B. J. Perception of Physical Exertion: Methods, Mediators, and Applications. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 1997.

SEILER K. S., KJERLAND G. O. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an optimal distribution? **Scand J Med Sci Sports**, n. 16, p. 49-56, 2006.

STAGNO K. M., THATCHER R., SOMEREM K. A. V. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. **J Sports Sci**, n. 25, p. 629-34, 2007.

SUZUKI, H., SATO, T., MAEDA, A., TAKAHASHI, Y. Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: A case study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 1, p. 36-42, 2006.

SWEET, T.W., FOSTER, C., MACGUIGAN, M.R., BRICE, G. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 796-802, 2004.

TAHA T, THOMAS S.G. Systems modelling of the relationship between training and performance. **Sports Med**, v. 33, n. 14, p.1061-1073, 2003.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 478 p.

VERKHOSHANSKI, Y. V. **Entrenamiento deportivo**. Barcelona: Martinez Roca, 1990.

VERKHOSHANSKI, Y. V. Principles for a rational organization of the training process aimed at speed development. **Treinamento Desportivo**, v. 4, n.1, 1999.

VIVEIROS, L.; COSTA, E. C.; MOREIRA, A.; NAKAMURA, F. Y.; AOKI, M. S. Monitoramento do treinamento no judô: comparação entre a intensidade da carga

planejada pelo técnico e a intensidade percebida pelo atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 17, n. 4, 2011.

APÊNDICE A – MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

Este sistema foi desenvolvido com a finalidade de controlar a carga e a recuperação dos atletas durante os treinamentos em diferentes modalidades esportivas. Para acessar a aplicação web, basta clicar no seguinte link: <http://www.e-trimp.com.br/>

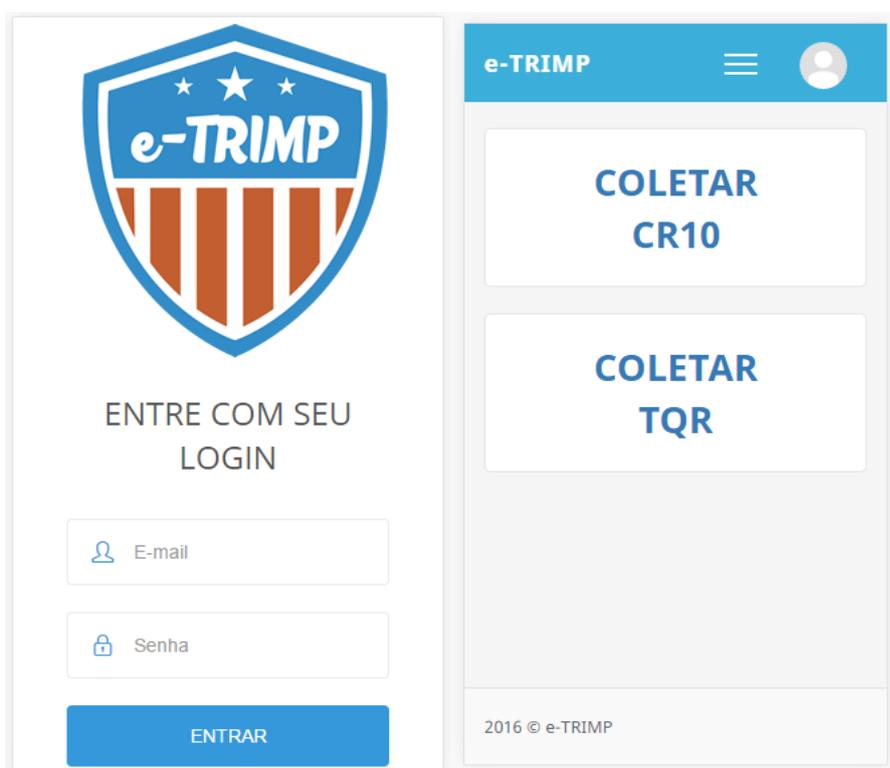
Para ter acesso ao ambiente de testes da aplicação com o objetivo de realizar um demo de utilização do mesmo, utilize os dados a seguir:

Login: demo@e-trimp.com.br

Senha: demo123

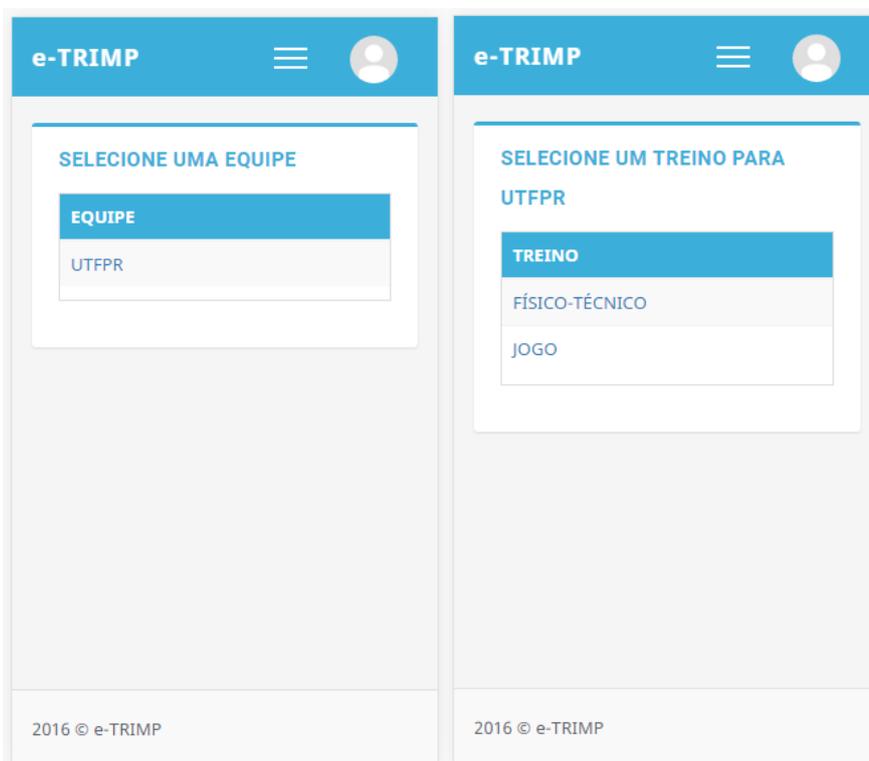
A aplicação pode ser acessada tanto de navegadores padrões (exemplo: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, entre outros) em notebooks e desktops, quanto em dispositivos móveis como tablets e smartphones.

Abaixo iremos apresentar o fluxo de navegação na aplicação para realização de uma coleta de dados, acessando através de um smartphone:



Após realizar o acesso, será possível escolher entre as opções de escala: CR10 e TQR. A escala CR10 será utilizada para recolher a percepção subjetiva de esforço sobre a carga aplicada ao atleta durante uma sessão de treinamento. Já a escala TQR será utilizada para definir a recuperação do atleta desde sua última sessão de treino até a data da coleta.

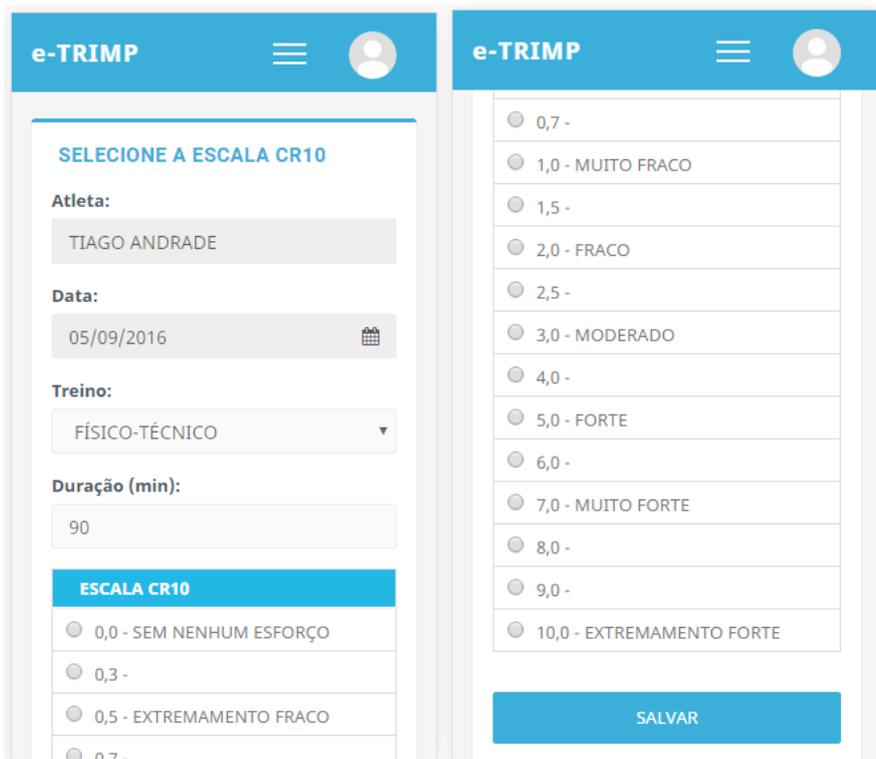
Para realizar uma coleta de dados utilizando a escala CR10, é necessário selecionar a equipe desejada que está vinculada ao usuário logado, informado na tela de login. Em seguida, selecione o treino que será aplicado durante a sessão de treinamento, conforme imagens abaixo:



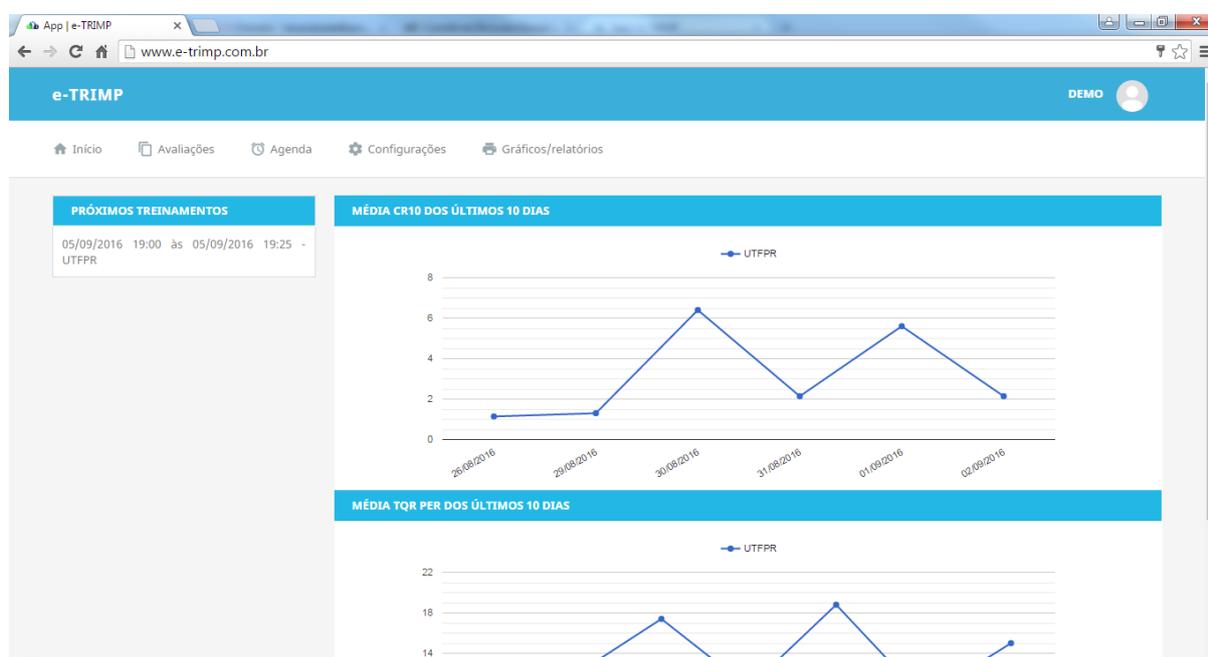
Após selecionar a equipe desejada, serão carregados os atletas dessa equipe para você selecionar o registro desejado e aplicar o treino selecionado anteriormente.



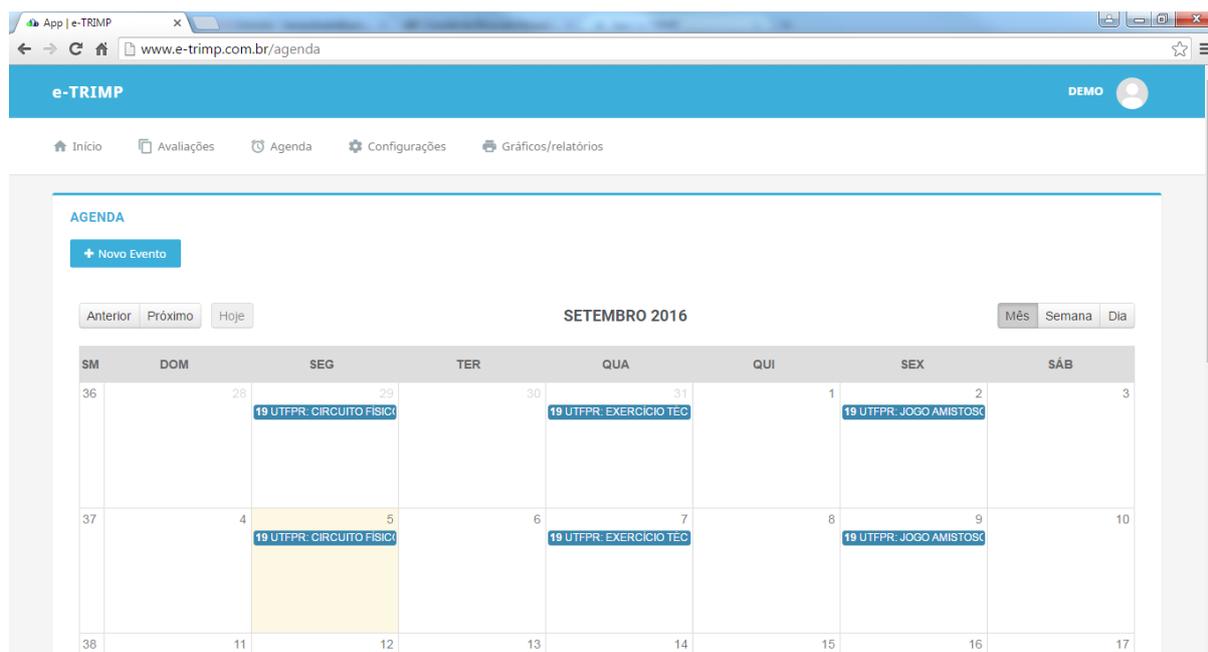
Em seguida, será apresentada ao usuário a escala CR10 para representar a carga de treinamento, sendo necessário preencher um valor entre 0 e 10, conforme imagens a seguir:



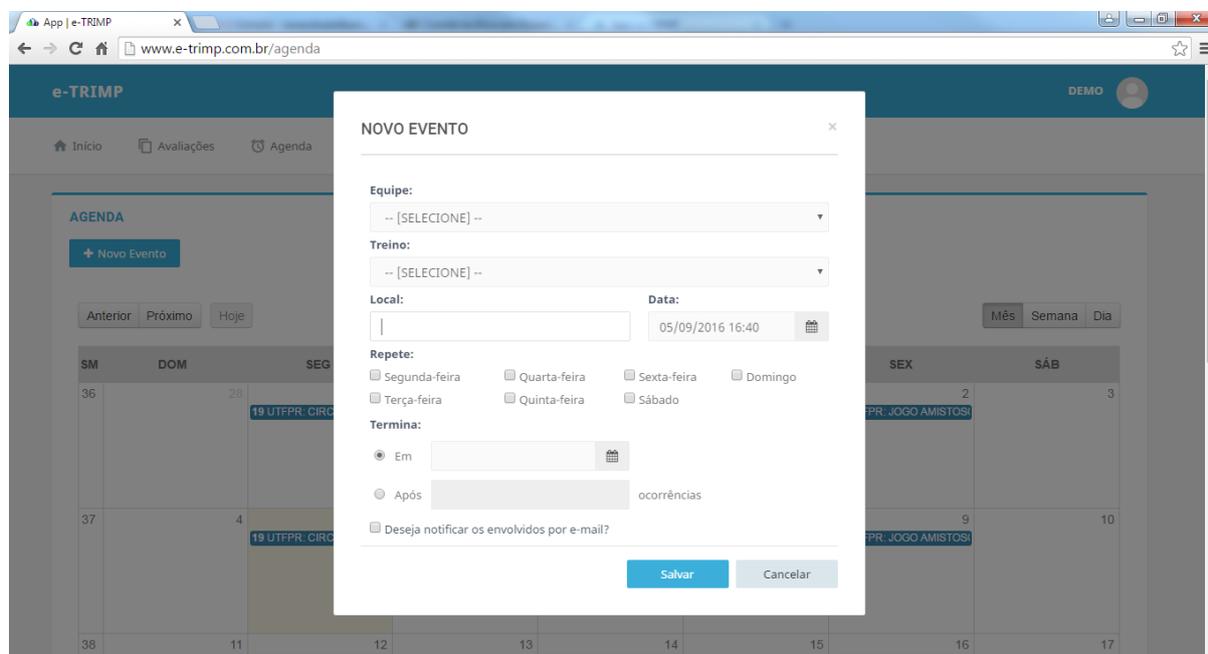
Para visualizar os resultados após simular o fluxo de coleta de dados, vamos utilizar a visão para desktops e notebooks, assim temos uma área de visão maior para os resultados. Após realizar o login de acesso do sistema, será apresentada ao usuário a página inicial, onde podemos ver algumas informações rápidas, tais como: próximos treinamentos que foram agendados através da função calendário da aplicação, e gráficos de média da CR10 e TQR das suas equipes nos últimos 10 dias. Essa informação torna-se importante para os fisiologistas, preparadores físicos e técnicos para que possam decidir a carga e a intensidade da próxima sessão de treinamento.



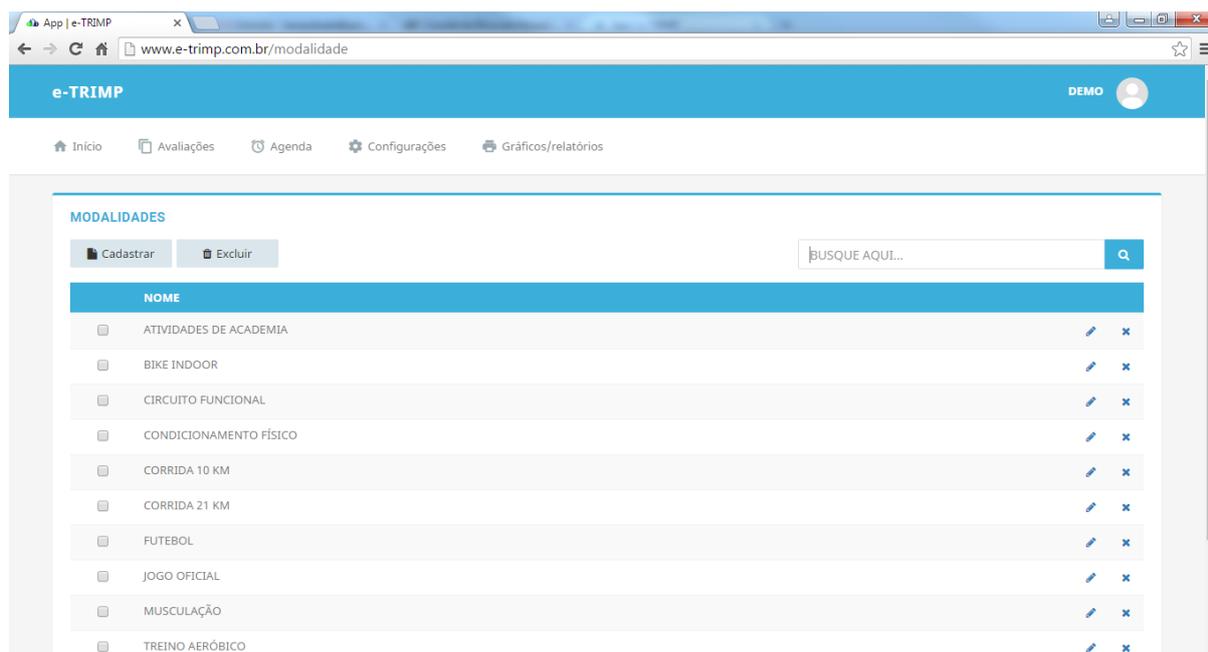
A aplicação disponibiliza a função de criar e gerenciar eventos de treinos. Estes eventos poderão ser visualizados em formato de calendário, conforme imagem abaixo:



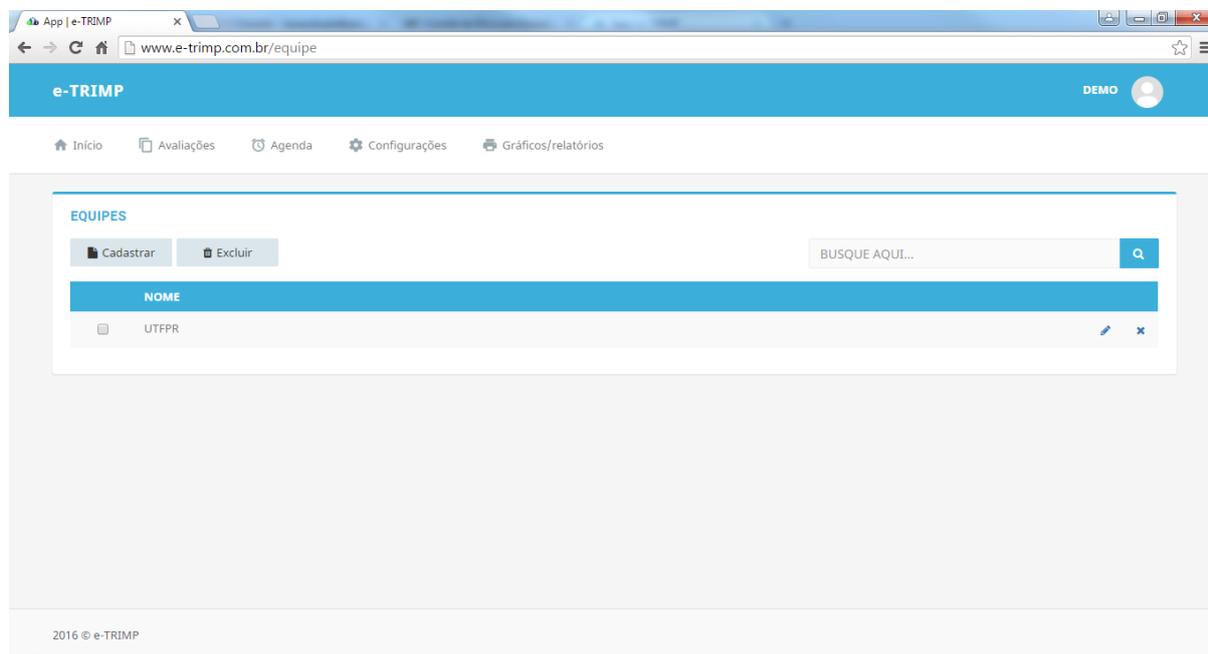
Para criar um novo evento, basta clicar no botão “Novo Evento”, selecionar a equipe, o treino, informar o local, data e em caso de repetições, informar também quantas repetições ou então até qual data o evento deve se repetir.



Caso a modalidade em que você trabalha não esteja previamente cadastrada no sistema, basta acessar o menu “Configurações” → “Modalidades” e cadastrar ou editar a modalidade desejada.



Caso você venha a treinar uma nova equipe e queira adicioná-la ao seu acesso, entre no menu “Configurações” → “Equipes” para cadastrar, editar o excluir uma equipe.



Para criar, editar ou excluir seus atletas, basta acessar o menu “Configurações” → “Atletas”. Nessa opção também será possível realiza buscas e visualizar as principais informações dos atletas cadastrados.

ATLETAS

Cadastrar Excluir BUSQUE AQUI...

	NOME	EQUIPE	E-MAIL	NASCIMENTO	PESO	ALTURA	IMC		
<input type="checkbox"/>	CLAUDIO OLTMANN	UTFPR	tgnandrade@hotmail.com	04/04/2016	81,00	1,79	25,28	✎	✕
<input type="checkbox"/>	ELTO LEGNANI	UTFPR	tgnandrade@hotmail.com	04/04/2016	85,00	1,82	25,66	✎	✕
<input type="checkbox"/>	PETERSON AZEVEDO	UTFPR	tgnandrade@hotmail.com	03/11/1990	70,00	1,78	22,09	✎	✕
<input type="checkbox"/>	RICARDO NUNES	UTFPR	tgnandrade@hotmail.com	17/06/1988	60,00	1,72	20,28	✎	✕
<input type="checkbox"/>	TIAGO ANDRADE	UTFPR	tgnandrade@hotmail.com	10/08/1990	68,00	1,80	20,99	✎	✕

2016 © e-TRIMP

Outra opção disponível no menu “Configurações” é o de “Frequências”, no qual através deste, será possível definir a frequência em que os treinos que serão cadastrados a seguir irão ocorrer.

FREQUÊNCIAS

Cadastrar Excluir BUSQUE AQUI...

	NOME		
<input type="checkbox"/>	1X POR SEMANA	✎	✕
<input type="checkbox"/>	2X POR SEMANA	✎	✕
<input type="checkbox"/>	3X POR SEMANA	✎	✕
<input type="checkbox"/>	4X POR SEMANA	✎	✕
<input type="checkbox"/>	5X POR SEMANA	✎	✕
<input type="checkbox"/>	ANUAL	✎	✕
<input type="checkbox"/>	BIMESTRAL	✎	✕
<input type="checkbox"/>	DIÁRIO	✎	✕
<input type="checkbox"/>	MENSAL	✎	✕
<input type="checkbox"/>	QUINZENAL	✎	✕

E por fim, temos que definir previamente os tipos de treinos que iremos aplicar em nossas equipes, com o objetivo de facilitar o preenchimento dos dados durante o

processo de coleta das escalas de carga e recuperação. Neste cadastro definimos o nome do treinamento, a modalidade, a frequência e a duração em minutos.

The screenshot shows the 'TREINOS' section of the e-TRIMP application. It features a table with the following data:

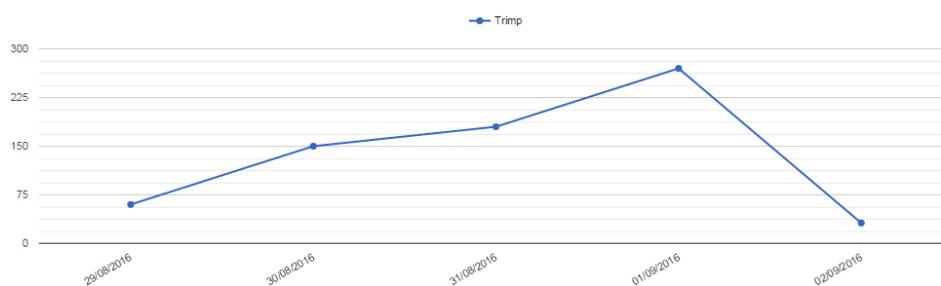
NOME	MODALIDADE	DURAÇÃO
FÍSICO-TÉCNICO	FUTEBOL	90 minutos
JOGO	FUTEBOL	80 minutos

Assim que todas as configurações estejam finalizadas e as coletas se iniciem, é possível realizar o acompanhamento dos resultados através de gráficos que estão disponíveis no menu “Gráficos/relatórios”, na opção “Gráficos”. Abaixo podemos visualizar as escalas CR10 e TQR coletadas de um atleta que foi selecionado no filtro disponível nesta página.



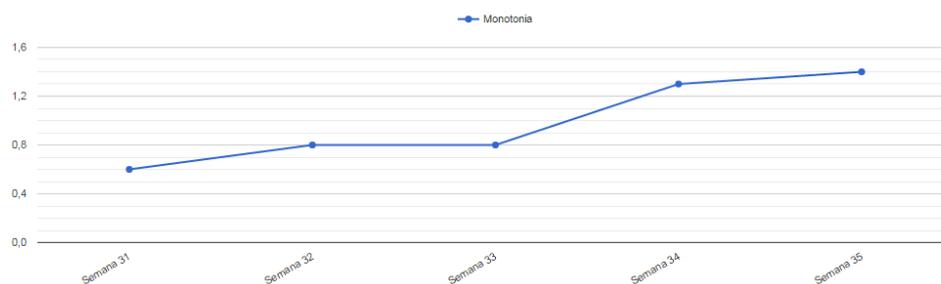
Outro indicador importante é o acompanhamento da TRIMP (impulso de treinamento), dia-a-dia, durante o período selecionado e para o atleta selecionado.

TRIMP DE ACORDO COM OS DIAS DE TREINAMENTO



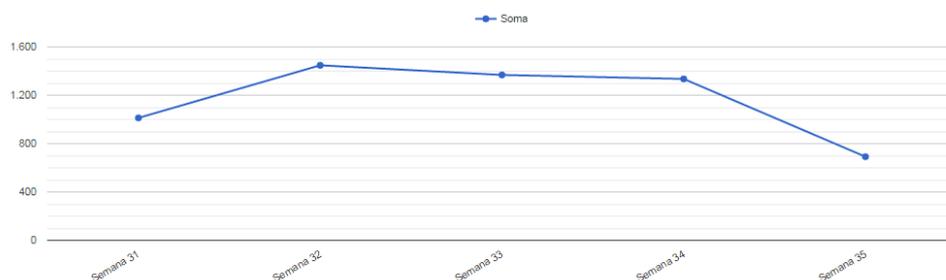
Outro indicador gerado pela aplicação é a monotonia das cargas semanais (a monotonia indica a variabilidade da carga entre as sessões de treinamento, na qual altos índices podem contribuir para adaptações negativas do treinamento), conforme imagem a seguir:

MONOTONIA DAS CARGA SEMANAIS



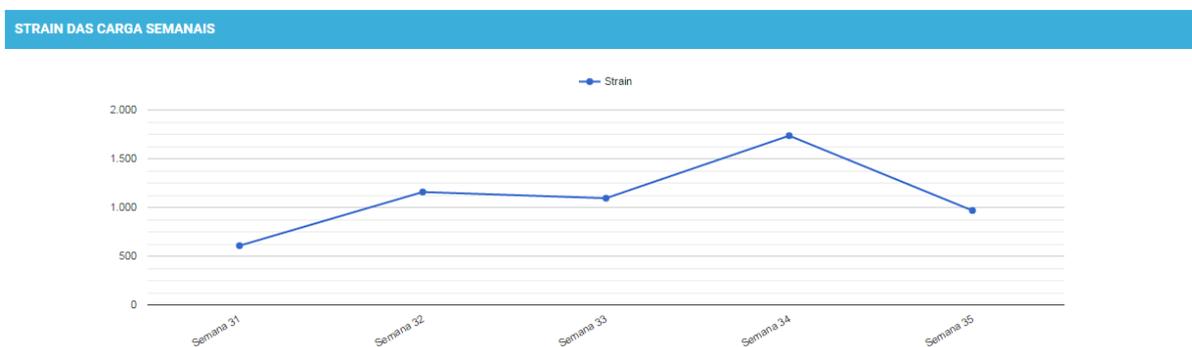
Temos também o indicador da soma das cargas, indicador este que será utilizado para cálculo das variáveis de monotonia e strain das cargas.

SOMA DAS CARGA SEMANAIS

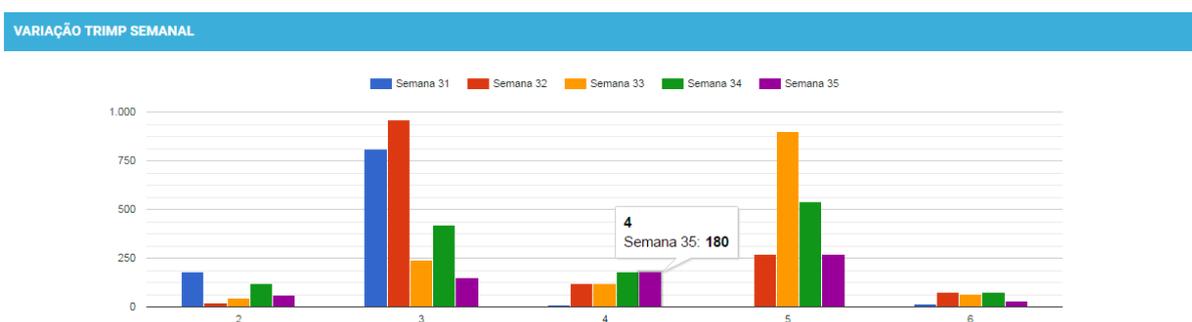


Já o strain das cargas semanais (o strain também está associado ao nível de adaptação ao treinamento, no qual períodos com carga elevada associada a uma alta

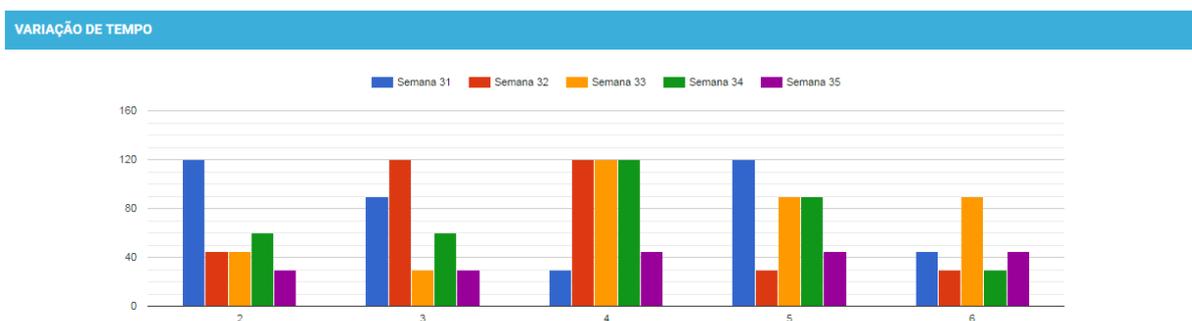
monotonia podem aumentar a incidência de doenças infecciosas e lesões) pode ser encontrado no gráfico a seguir:



A seguir, podemos visualizar o gráfico de variação da TRIMP semanal, ou seja, este indicador é baseado no indicador da TRIMP dia-a-dia, porém agrupado por semana e dias da semana.



E também podemos visualizar o indicador da variação do tempo dos treinos, agrupados por semanas e dias da semana, a fim de facilitar o acompanhamento e aplicação dos treinos nos nossos atletas.



Uma função bem importante na aplicação e-TRIMP é a possibilidade de comparar diferentes atletas da mesma equipe ou de diferentes equipes e cruzar seus dados coletados. Veja nas imagens a seguir:

COMPARAR ATLETAS

Equipe: UTFPR

Atleta(s):
CLAUDIO OLTMANN
ELTO LEGNANI
PETERSON AZEVEDO
RICARDO NUNES
TIAGO ANDRADE

Equipe: UTFPR

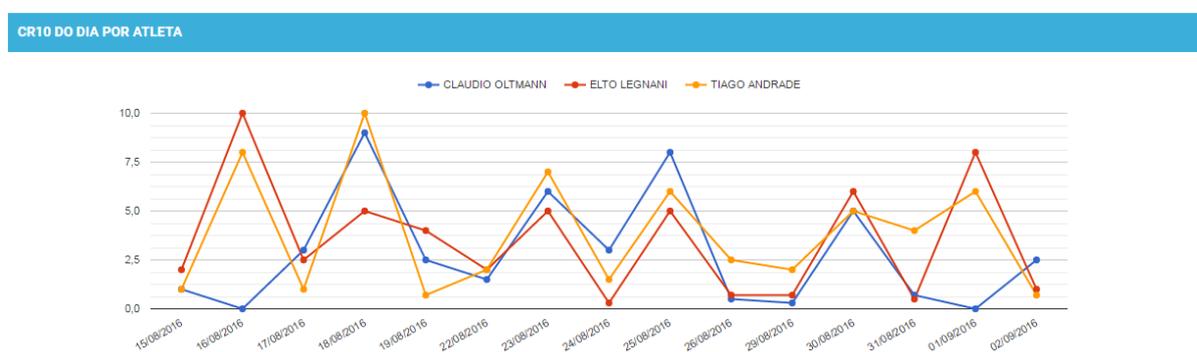
Atleta(s):
CLAUDIO OLTMANN
ELTO LEGNANI
PETERSON AZEVEDO
RICARDO NUNES
TIAGO ANDRADE

Data início: 01/08/2016

Data fim: 05/09/2016

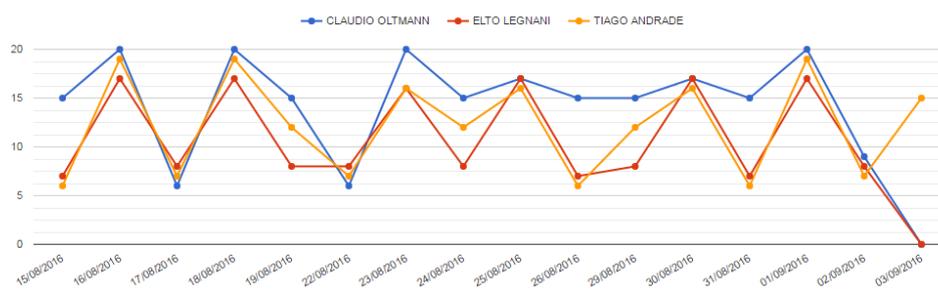
[Consultar](#)

O gráfico a seguir representa os valores da escala TQR PER coletados dia-a-dia no período selecionado, no qual cada linha representa um atleta na comparação das informações.



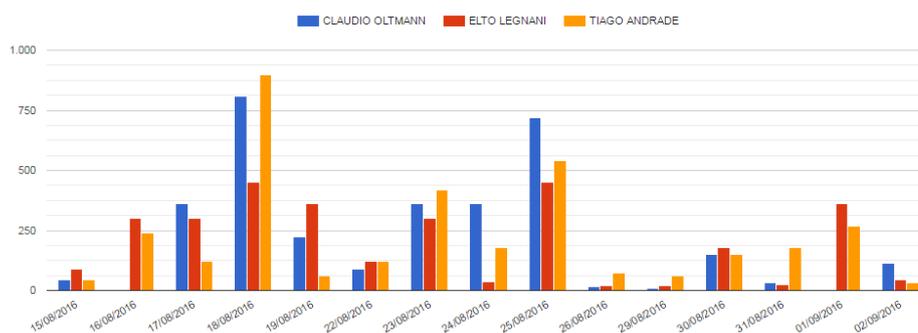
O gráfico a seguir representa os valores da escala CR10 coletados dia-a-dia no período selecionado, no qual cada linha representa um atleta na comparação das informações.

TQR PER DO DIA POR ATLETA



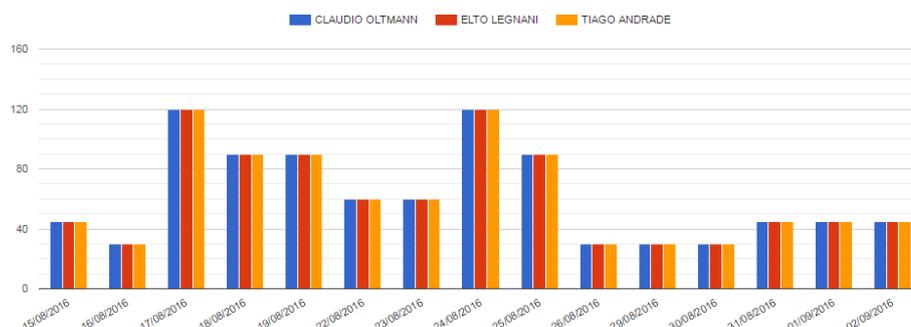
O gráfico a seguir representa os valores de TRIMP (impulso de treinamento) coletados dia-a-dia no período selecionado, no qual cada barra representa um atleta na comparação das informações.

TRIMP DO DIA POR ATLETA



O gráfico a seguir representa os valores de duração dos treinamentos aplicados nos atletas dia-a-dia no período selecionado, no qual cada barra representa um atleta na comparação das informações.

DURAÇÃO DO TREINO DO DIA POR ATLETA



A aplicação permite também o cálculo de estatística básica a partir dos dados coletados para a escala CR10, onde podemos calcular o valor da TRIMP (valor da escala CR10 x a duração da sessão de treino) e a partir desse valor de impulso de treinamento calcular as seguintes variáveis: soma da carga semanal, média da carga semanal, desvio padrão semanal, monotonia da carga e strain da carga.

TRIMP										
Equipe: UTFPR					Atleta: TIAGO ANDRADE					
Data início: 22/08/2016			Data fim: 05/09/2016			Consultar		Exportar		
DIA	DATA	TREINO	TEMPO	CR10	TRIMP (UA)	SOMA CARGA SEMANAL (UA)	MÉDIA SEMANAL	DESVIO PADRÃO SEMANAL	MONOTONIA DA CARGA	STRAIN DA CARGA
Semana 34 - 21/08/2016 à 27/08/2016										
2	22/08/16	EXERCÍCIO TÉCNICO (ET)	60	2,0	120,00	1335,0	267,0	202,5	1,3	1735,5
3	23/08/16	EXERCÍCIO TÉCNICO (ET)	60	7,0	420,00					
4	24/08/16	JOGO COLETIVO (JC)	120	2,0	180,00					
5	25/08/16	EXERCÍCIO TÉCNICO-TÁTICO (ETT)	90	6,0	540,00					
6	26/08/16	CIRCUITO FÍSICO (CF)	30	2,0	75,00					
Semana 35 - 28/08/2016 à 03/09/2016										
2	29/08/16	CIRCUITO FÍSICO (CF)	30	2,0	60,00					

Outro relatório importante para acompanhamento e visualização dos resultados é o que apresenta todos os dados das escalas coletadas, ou seja, data, atleta, treino, duração, CR10 e TQRs.

COLETAS CR10 x TQR											
Equipe: -- [TODAS AS EQUIPES] --					Atleta: -- [TODOS OS ATLETAS] --						
Data início: 01/09/2016			Data fim: 05/09/2016			Consultar		Exportar			
DIA	DATA	ATLETA	EQUIPE	PESO	ALTURA	TREINO	DURAÇÃO	CR10	TRIMP	TQR PER	TQR ACT
Semana 35 - 28/08/2016 à 03/09/2016											
5	01/09/16	CLAUDIO OLTMANN	UTFPR	81,00	1,79	CORRIDAS (TC)	45 min	0,0	0,0	20	10, 4, 3, 3
5	01/09/16	ELTO LEGNANI	UTFPR	85,00	1,82	CORRIDAS (TC)	45 min	8,0	360,0	17	4, 2, 2, 2
5	01/09/16	PETERSON AZEVEDO	UTFPR	70,00	1,78	CORRIDAS (TC)	45 min	9,0	405,0	18	4, 2, 1, 1
5	01/09/16	RICARDO NUNES	UTFPR	60,00	1,72	CORRIDAS (TC)	45 min	5,0	225,0	20	7, 3, 3, 3
5	01/09/16	TIAGO ANDRADE	UTFPR	68,00	1,80	CORRIDAS (TC)	45 min	6,0	270,0	19	5, 2, 2, 2
6	02/09/16	CLAUDIO OLTMANN	UTFPR	81,00	1,79	JOGO COLETIVO (JC)	45 min	2,5	112,5	9	2, 1, 1, 1
6	02/09/16	ELTO LEGNANI	UTFPR	85,00	1,82	JOGO COLETIVO (JC)	45 min	1,0	45,0	8	2, 1, 1, 1

Também é possível visualizar um “Crosstab” dos resultados, onde selecionamos qual escala desejamos visualizar, e as datas no período selecionado tornam-se colunas e

cada linha do relatório os atletas, permitindo assim ter uma visão geral de todos os dados coletados com uma disposição diferente do relatório anterior. Abaixo podemos visualizar um exemplo com a escala CR10:

CROSSTAB

Equipe: -- [TODAS AS EQUIPES] -- Atleta: -- [TODOS OS ATLETAS] --

Data início: 25/08/2016 Data fim: 02/09/2016 Escala: CR10 [Consultar](#) [Exportar](#)

ATLETA	25/08/2016	26/08/2016	27/08/2016	28/08/2016	29/08/2016	30/08/2016	31/08/2016	01/09/2016	02/09/2016
CLAUDIO OLTMANN	8,0	0,5	0,0	0,0	0,3	5,0	0,7	0,0	2,5
ELTO LEGNANI	5,0	0,7	0,0	0,0	0,7	6,0	0,5	8,0	1,0
PETERSON AZEVEDO	6,0	0,5	0,0	0,0	2,0	7,0	3,0	9,0	2,5
RICARDO NUNES	8,0	1,5	0,0	0,0	1,5	9,0	2,5	5,0	4,0
TIAGO ANDRADE	6,0	2,5	0,0	0,0	2,0	5,0	4,0	6,0	0,7

APÊNDICE B – ARTIGO PUBLICADO NO COBEC-SEB 2017

VALIDADE E APLICABILIDADE DE UM SISTEMA WEB E MOBILE PARA CONTROLE DAS CARGAS DE TREINAMENTO FÍSICO EM ATLETAS

T. A. Andrade*, C. Oltmann* e E. Legnani**

* Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Brasil

** Departamento de Educação Física (DAEFI) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Brasil
e-mail: tgnandrade@gmail.com

Resumo: O objetivo desse estudo foi desenvolver e validar a aplicabilidade um sistema web e mobile para controle das cargas de treinamento físico em atletas.

Métodos: Este estudo foi dividido em quatro etapas: 1) elaboração do sistema web; 2) elaboração de um aplicativo mobile; 3) validação de conteúdo da aplicação através da avaliação de especialistas da área do treinamento esportivo e 4) realização de um estudo piloto para testar a aplicabilidade na coleta e gestão das cargas de treinamento físico de atletas de diferentes modalidades esportivas. **Resultados:** É possível coletar os dados relativos às sessões de treinamento e da carga interna (PSE) através de qualquer dispositivo, utilizando a escala CR10. Os resultados poderão ser acompanhados através de indicadores, tais como: o impulso do treinamento (TRIMP), carga total semanal, monotonia das cargas e strain das cargas. **Conclusão:** o sistema se mostrou válido para a coleta e a gestão das cargas de treinamento físico de atletas nas modalidades esportivas avaliadas.

Palavras-chave: Esforço percebido, percepção subjetiva de esforço, TRIMP, cargas de treinamento.

Abstract: *The objective of this study was to develop and validate the applicability of a web and mobile system to control the training loads of athletes.*

Methods: *This study was divided into four stages: 1) development of a web application; 2) development of a mobile application; 3) validation of the application content through the evaluation by specialists in the sports training field and 4) conducting a pilot study to test the applicability to the collection and management of training loads of athletes of different sports.* **Results:** *It is possible to collect data related to the training session and internal load (RPE) with the help of any device such as computers, tablets, and smartphones, and to evaluate athletes using the CR10 scale. The results may be followed with indicators related to training loads, such as training impulse (TRIMP), weekly total load, monotony of load and strain of load.* **Conclusion:** *The applications proved valid to collect and manage training loads of athletes in types of sports evaluated.*

Keywords: *Perceived exertion, subjective effort perception, TRIMP, training loads.*

Introdução

O treinamento bem planejado consiste na utilização de métodos de prescrição, controle e acompanhamento do volume, da intensidade das cargas de treinamento, bem como dos intervalos de recuperação dos atletas. Neste sentido, para que os atletas alcancem um bom nível de aptidão física com picos de *performance* é necessário um programa de treinamento periodizado, com distribuições adequadas de cargas de treinamento com adaptações específicas, visando o aumento do rendimento [1] [2].

Na literatura científica encontram-se diferentes metodologias e instrumentos para monitorar a intensidade, algumas se destacam na importância da avaliação e monitoramento das cargas de treinamentos em diferentes modalidades desportivas [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]. No entanto, poucos são os estudos que levam em consideração os aspectos psicofisiológicos relacionados ao treinamento físico. Neste sentido, para que o treinamento possa ser prescrito de forma adequada – respeitando a individualidade do atleta ou do aluno – é necessário que seja levado em consideração a percepção do mesmo.

De acordo com Borg [12], a percepção subjetiva de esforço tem como conceito um trabalho muscular intenso que envolve uma tensão sobre os sistemas musculoesqueléticos, cardiovascular e pulmonar, diretamente ligados à intensidade do exercício.

A percepção subjetiva de esforço (PSE) é um método simples e eficaz [13], na qual por meio de uma escala numérica de 0 à 10 (sendo 0 o estado de repouso e 10 o esforço máximo), aliada ao tempo da sessão de treinamento [6] [7] [17] [18] [19], é possível classificar as sensações em relação à intensidade de esforço.

Recentemente, vários autores têm pesquisado os aspectos relacionados à percepção subjetiva do esforço e referem como sendo a carga interna dos treinos [1] [6] [15] [16]. No entanto, há uma carência de estudos que utilizam recursos tecnológicos aplicados à avaliação, prescrição e controle do treinamento físico, sobretudo, no que diz respeito à abordagem da PSE.

Portanto, o objetivo desse estudo foi validar e testar a aplicabilidade de um sistema web e mobile para gestão das cargas de treinamento físico em atletas.

Materiais e métodos

Diante dos fatos expostos, o presente estudo avaliou e monitorou as cargas perceptuais de treinamento dos atletas da categoria de futsal, utilizando para esse fim um software disponibilizado em ambiente web e mobile denominado e-TRIMP, desenvolvido pelos autores, para armazenar a percepção subjetiva do esforço, e a partir dessas variáveis, controlar a duração, a intensidade, a sobrecarga da sessão de treinamento e demais parâmetros psicofisiológicos relacionados ao treinamento físico dos atletas.

Este estudo foi dividido em quatro etapas utilizando os procedimentos metodológicos listados a seguir e aprovado no comitê de parecer de ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sob o número 1.729.259.

A primeira e a segunda etapa do estudo foram reservadas para o desenvolvimento da aplicação web e do aplicativo para mobile, ambos utilizados para o controle das cargas perceptuais de treinamento físico.

A aplicação web pode ser acessada por meio de qualquer navegador de internet (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Safari, entre outros) e também através de qualquer dispositivo, como computadores (*desktops* e *notebooks*), *tablets* e *smartphones*, sendo desenvolvida utilizando a plataforma Microsoft ASP.Net MVC, linguagem de programação C#. Já o aplicativo mobile foi desenvolvido utilizando a plataforma Android, linguagem de programação Java.

Na terceira etapa foram realizados os procedimentos de validação de conteúdo da aplicação web e do aplicativo mobile. Depois de finalizado o desenvolvimento das aplicações, os mesmos foram avaliados por algum especialistas da área do treinamento desportivo, mediante procedimentos de leitura e testes dos aplicativos. Os especialistas emitiram um parecer técnico sobre a validade dos trabalhos, assim como, a sua capacidade de controle e monitoramento das cargas perceptuais de treinamento.

A quarta e última etapa foi efetivada com a realização de um estudo piloto, que testou a aplicação web e o aplicativo mobile em atletas de diferentes modalidades esportivas, em seus respectivos locais de treinamento. Nessa etapa, foram realizadas as coletas de dados durante cinco semanas, ou mesociclo de treinamento, em uma frequência mínima de três sessões de treinamento por semana dentro do que havia sido programado para este mesociclo de preparação. Ao final, é possível visualizar os principais resultados, tais como: a carga de treinamento (CT) que será calculada através do produto entre a intensidade, identificado através da escala CR10, e volume de treinamento, expresso pelo tempo total da sessão de treinamento em minutos.

Nos dias que apresentam dois turnos de treinamento, a CT das sessões será somada, obtendo-se assim, a CT diária. Em cada microciclo, composto por três dias, foi calculado a carga de treinamento semanal total através

da soma das cargas diárias e também foi retirada a média das cargas totais semanais.

Também foram calculados os índices de monotonia e strain, propostos por Foster [7]. A monotonia indica a variabilidade da carga entre as sessões de treinamento, na qual altos índices podem contribuir para adaptações negativas do treinamento [6] [21]. Esta variável foi calculada a partir da razão entre a média e desvio padrão das cargas diárias em uma semana. O strain também está associado ao nível de adaptação ao treinamento, no qual períodos com carga elevada associado a uma alta monotonia podem aumentar a incidência de doenças infecciosas e lesões [21]. Este índice foi calculado a partir do produto entre carga total semanal e monotonia.

A coleta de dados nesta etapa do estudo, ocorreu 15 (quinze) minutos após o término das sessões de treinamento, os atletas foram avaliados pelos pesquisadores acerca da PSE relativa à sessão do treinamento realizado, devendo responder a seguinte pergunta: “Como foi a sua sessão de treino?”. Antes de iniciar as coletas dos dados, os atletas foram familiarizados com os instrumentos e procedimentos utilizados nesse estudo. Na ocasião foi apresentada a escala CR10 aos atletas, bem como, a explicação da mesma (ancoragem da escala).

Resultados

A primeira e a segunda etapa do estudo obtiverem como resultados a aplicação web que pode ser acessada em qualquer navegador através do seguinte link: <http://www.e-trimp.com.br> e também do aplicativo mobile desenvolvido para a plataforma Android e que pode ser encontrado na Play Store, no seguinte link: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.etrimp&hl=pt_BR.

Na terceira etapa do estudo temos como resultado as avaliações de 10 especialistas da área do treinamento desportivo que responderam à 5 critérios de avaliação sobre o projeto proposto, resultando nos dados que serão apresentados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Critérios de avaliação do sistema web/mobile.

Critério	Muito ruim	Ruim	Bom	Muito bom	Excelente
Design das telas	0	0	1	8	1
Utilização das cores	0	0	1	5	4
Imagens	0	0	2	5	3
Velocidade de navegação	0	0	1	3	6
Usabilidade	0	0	3	3	4
Segurança	0	0	1	4	5

Na quarta etapa do estudo relativa ao procedimento de coleta para validação da ferramenta desenvolvida,

denominada e-TRIMP, foram avaliados 14 atletas da equipe de futsal da Secretaria de Esporte e Lazer (Semel) de São José dos Pinhais da categoria sub 17. A seguir, serão apresentados os resultados das amostras por modalidade e categoria com as variáveis antropométricas e as PSE coletadas.

A amostra da modalidade futsal da categoria sub 17 foi composta por 14 indivíduos do sexo masculino, com média de idade de 16,51 (\pm 0,61), peso de 69,03 (\pm 12,51), a estatura de 1,76 (\pm 0,05) e IMC de 22,27 kg/m² (\pm 3,16) (Tabela 3).

Tabela 3: Características antropométricas da amostra de atletas de futsal (n=14).

Futsal (n=14)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	16,00	17,33	16,51	0,61
Peso (kg)	54,60	88,90	69,03	12,51
Estatura (metros)	1,70	1,82	1,76	0,05
Índice de Massa Corporal	18,67	27,12	22,27	3,16

Na análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade futsal categoria sub 17, os valores mínimos relatados após as sessões dos jogos e treinos ficaram entre 0 e 3, os valores máximos observados ficaram entre 9 e 10 da escala de percepção subjetiva de esforço (CR10), conforme os valores apresentados na Tabela 4 para ambas as modalidades esportivas.

Tabela 4: Análise descritiva das variáveis psicofisiológicas dos atletas de futsal (n=14).

Futsal (n=14)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Semana 1	2,0	9,0	3,71	1,77
Semana 2	1,0	10,0	6,09	2,3
Semana 3	3,0	10,0	6,21	1,8
Semana 4	1,0	9,0	5,0	2,0
Semana 5	0,0	10,0	4,17	2,86

Na Tabela 5 à seguir, podemos conferir os resultados referentes aos valores da carga total semanal, baseada na soma da TRIMP (impulso de treinamento – produto entre a CR10 e o tempo da sessão – expresso em unidades arbitrárias) individual de cada atleta, da monotonia da carga semanal (razão entre a média e desvio padrão das cargas) e também do strain da carga semanal (produto entre carga total semanal e monotonia) da equipe de futsal da Secretaria de Esporte e Lazer (Semel) de São José dos Pinhais da categoria sub 17.

Tabela 5: Análise dos indicadores baseados na CR10 informada e no tempo da sessão de treinamento.

Futsal (n=14)	Carga Semanal Total	Monotonia da Carga	Strain da Carga
Semana 1	40.950	2,09	85.585,5
Semana 2	36.000	2,64	95.040
Semana 3	20.160	3,45	69.552
Semana 4	35.010	2,50	87.525
Semana 5	11.400	1,45	16.530

Discussão

Os resultados obtidos a partir da avaliação dos especialistas apontam para uma boa aceitação da ferramenta, sendo observadas apenas notas superiores a “Bom”, com destaque para os critérios “design das telas”, “velocidade de navegação” e “segurança”. A ferramenta além de possuir características que agregam no meio profissional, também pode contribuir para o meio acadêmico, gerando um rico banco de dados para pesquisas e incentivando assim a construção de novas ferramentas que suportem esse tipo de aplicabilidade.

A utilização com sucesso da PSE para o controle das cargas de treinamento em modalidades coletivas já havia sido realizada anteriormente [1] [9]. Entretanto o estudo piloto realizado com os atletas de futsal teve como intuito, além do controle da carga de treinamento, demonstrar a importância da aplicação em diferentes modalidades, com exigências fisiológicas e metabólicas diferentes, apresentando os resultados em gráficos e tabelas para tomada de decisão dos profissionais envolvidos na definição das cargas de treinamentos.

No que se refere à análise descritiva das variáveis psicofisiológicas da modalidade de futsal, podemos verificar que há uma variação dos valores da PSE ao longo da semana, o que pode representar a variação da carga ao longo da semana ou ainda o próprio comportamento individual aos estímulos e a capacidade de recuperação.

Ao longo da temporada as cargas impostas aos atletas geram grande estresse físico e mental, e a permanência destas cargas por períodos prolongados sem as devidas recuperações podem levar estes atletas ao estado de esgotamento. Quando observamos a Tabela 5, podemos perceber que as cargas semanais totais, monotonia de carga e strain da carga monitorada no período de cinco semanas, demonstram como o grupo se comportou dentro do mesociclo da periodização, bem como as semanas de maior esgotamento e os momentos mais indicados para a diminuição da carga de treinamento.

Conclusão

Este estudo revelou boa aceitação da aplicação e-TRIMP entre os profissionais do treinamento desportivo e demonstrou-se uma ferramenta bastante prática facilitando a coleta, o processamento e o acompanhamento do controle do treinamento físico, sobretudo, no que diz respeito à abordagem da PSE.

Também foi possível determinar indicadores baseados nos dados coletados da PSE, tais como: cálculo do impulso do treinamento (TRIMP), monotonia das cargas semanais, soma das cargas semanais, strain das cargas semanais, variação da TRIMP semanal, além de comparativos entre atletas. Todos os indicadores gerados a partir da PSE podem ser visualizados em gráficos ou tabelas, e também exportados para o Microsoft Excel.

De qualquer forma, a utilização de aplicações como a apresentada neste artigo torna o processo que antes era executado de maneira manual mais prático e eficaz, fazendo com que os treinadores, preparadores físicos, fisiologistas e outros profissionais do esporte possam realizar o acompanhamento de seus atletas buscando sempre o alto rendimento.

Agradecimentos

Deixamos expressos nossos sinceros agradecimentos aos participantes do presente trabalho, aos voluntários que contribuíram para as coletas de dados, à Secretaria de Esporte e Lazer (Semel) de São José dos Pinhais e ao departamento de Pós Graduação em Engenharia Biomédica da UTFPR Câmpus Curitiba (PPGEB).

Referências

- [1] FREITAS, V. H.; MILOSKI, B.; BARA FILHO, M. G. Quantificação da carga de treinamento através do método percepção subjetiva do esforço da sessão e desempenho no futsal. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, v. 14, n. 1, p. 73-82, 2011.
- [2] ATLAOUI, D., MARTINE, D., GOUARNE, C., LACOSTE, L., BARALE, F., CHATARD, J-C. The 24h urinary cortisol/cotisone ratio for monitoring training in elite swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 2, p. 218-223, 2004.
- [3] BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. *International Journal Sports Medicine*, v. 25, n. 1, p. 68-72, 2004.
- [4] BORIN, J.P.; MOURA, N.A. Avaliação e controle do treinamento: limitações e possibilidades na preparação desportiva. XIV Conbrace, Porto Alegre, 2005.
- [5] DAY, M.L., MACGUIGAN, M.R., BRICE, G., FOSTER, C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 18, n. 2, p. 353-358, 2004.
- [6] FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 30, n. 7, p. 1164-1168, 1998.
- [7] FOSTER, C., FLORHAUG, J.A., FRANKLIN, L.G., HROVATIN, L.A., PARKER, P.D., DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.
- [8] IMPELLIZZERI, F.M., RAMPININI, E., COUTTS, A.J., SASSI, A., MARCORA, S.M. Use of RPE-Based training load in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 6, p. 1042-1047, 2004.
- [9] LEHMANN, M.; FOSTER, C. KEUL, J. Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 25, n. 7, p. 854-862, 1993.
- [10] MACKINNON, L.T., HOOPER, S.L., JONES, S., GORDON, R.D., BACHMANN, A.W., Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in elite swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 29, n. 12, p. 1637-1645, 1997.
- [11] SWEET, T.W., FOSTER, C., MACGUIGAN, M.R., BRICE, G. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 18, n. 4, p. 796-802, 2004.
- [12] BORG, G. A. V. Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido. São Paulo: Ed. Manole, 2000.
- [13] GROSLAMBERT, A.; MAHON, A.D. Perceived Exertion Influence of Age and Cognitive Development. *Sports Medicine*, v.36, n.11, p.911-928, 2006.
- [14] CHEN, M.J.; FAN, X.; MOE, S.T. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *Journal of sports sciences*, v.20, n.11, p.873-899, 2002.
- [15] NAKAMURA, F. Y; MOREIRA, A; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: A percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável?. *Rev da Educação Física/UEM*, v.21, n.1, p.1-11, 2010.
- [16] TAHA T, THOMAS SG. Systems modeling of the relationship between training and performance. *Sports Med*, 2003; 33:1061-73.
- [17] BORG, G. A. V. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL, Human Kinetics, 1998.
- [18] BORG G, BORG E. The Borg CR Scales® Folder: Borg Perception. Hasselby, Sweden, 2010.
- [19] LEHMANN, M., SCHNEE, W., SCHEU, R. Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes? *International Journal Sports Medicine*, v.13, p. 236-42, 1992.
- [20] THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. Métodos de pesquisa em atividade física. 3ª ed. Porto Alegre, Artmed Editora, 2002.
- [21] SUZUKI, H., SATO, T., MAEDA, A., TAKAHASHI, Y. Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite Japanese sprinter: A case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n. 1, p. 36-42, 2006.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Desenvolvimento de uma aplicação web e mobile para controle das cargas de treinamento em atletas de diferentes esportes.

Pesquisador, com endereço e telefone:

Tiago Augusto de Andrade

Rua: Francisco Nunes, 110, AP 04

Rebouças - CEP 80215-000 - Curitiba/PR

Telefone: +55 (41) 99819-8682

Orientador ou outro profissional responsável, com endereço e telefone:

Elto Legnani

Rua Luiz Barreto Murat, 915 - Sobrado 5

Bairro Alto - CEP 82820 160 - Curitiba/PR

Telefone: +55 (41) 99899-2779

Locais de realização da pesquisa (endereço, telefone do local):

Sociedade Esportiva Renovicente

Rua Fernando de Noronha, 2246 - Santa Cândida, Curitiba/PR - CEP: 82650-505

Telefone: +55 (41) 3310-4545

Secretaria de Esporte e Lazer (Semel)

Rua Izabel, A Redentora, 2355 - Centro, São José dos Pinhais/PR

Telefone: +55 (41) 3381-5938

INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

Este estudo pretende avaliar e monitorar as cargas de treinamento dos atletas, utilizando para esse fim um software disponibilizado na web e no celular para monitoramento e análise dos dados, por meio da percepção subjetiva do esforço (PSE) dos atletas, ou seja, o quanto de esforço o atleta acredita que está realizando durante o seu treinamento, e a partir dessa variável, controlar a duração, a intensidade, a sobrecarga da sessão de treinamento, a sobrecarga semanal de treinamento e demais parâmetros psicofisiológicos relacionados ao treinamento físico dos atletas.

2. Objetivos da pesquisa.

Desenvolvimento e validação de uma aplicação web e um aplicativo mobile para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas.

3. Participação na pesquisa.

As etapas para participar desta pesquisa são: familiarização com a escala de percepção subjetiva de esforço (CR-10) e apresentação do funcionamento do sistema web e mobile para a coleta desta escala. Depois, todos os atletas que aceitarem participar do estudo serão avaliados da seguinte forma: 15 minutos após as sessões de treinamento, os atletas serão avaliados pelos pesquisadores acerca da PSE relativa à sessão do treinamento realizado, devendo responder a seguinte pergunta: "Como foi a sua sessão de treino?".

4. Confidencialidade.

A sua privacidade será respeitada, ou seja, será mantido em sigilo o seu nome e qualquer outro dado que possa identificá-lo de alguma forma.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos: Caso você aceite em participar desta pesquisa necessitará utilizar uma cinta peitoral com um frequencímetro que será devidamente higienizado e disponibilizado pelo pesquisador. Este equipamento em algumas pessoas pode vir a causar um certo desconforto, porém sem apresentar nenhum risco para a realização da atividade física.

5b) Benefícios: A pesquisa contribuirá revelando sua aptidão e seu potencial de treinamento físico para a modalidade praticada, auxiliando na aplicação e no controle das cargas de treinamento. Além disso, o estudo irá contribuir com a literatura podendo ser utilizado como referência para pesquisas futuras.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Atletas aparentemente saudáveis e com idade variando de 12 a 40 anos, com experiência de 6 meses de treinamento físico nas suas respectivas modalidades e que estejam desenvolvendo normalmente sua atividade esportiva no mínimo 3x por semana.

6b) Exclusão: Será excluído do estudo o sujeito que por livre decisão deixar de participar, realizar algum teste (coleta de dados incompleta), ou aquele sujeito que apresentar lesões ou restrições quanto da realização das sessões de treinamento que serão realizadas.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Você terá liberdade para deixar de participar da pesquisa em qualquer momento, seja por desconforto ou por desejar sair da mesma, sem nenhum prejuízo ou coação.

8. Ressarcimento ou indenização.

Não será atribuído nenhum tipo de ressarcimento, pois esta pesquisa não tem nenhum tipo de investimento financeiro, sendo assim também não há ressarcimento aos participantes. Em relação à indenização, seguirá conforme resolução nº 466, onde podemos encontrar as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que estão trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br

CONSENTIMENTO (do sujeito de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ___/___/___

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura
pesquisador: _____

Data: _____

(ou seu representante)

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Tiago Augusto de Andrade, via e-mail: tgnandrade@gmail.com ou telefone: (41) 99819-8682.

OBS: Este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.

ANEXO B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Adolescentes com 12 anos completos, maiores de 12 anos e menores de 18 anos)

Informação geral: O assentimento informado para a criança/adolescente não substitui a necessidade de consentimento informado dos pais ou guardiães. O assentimento assinado pela criança demonstra a sua cooperação na pesquisa.

Título do Projeto: Desenvolvimento de uma aplicação web e mobile para controle das cargas de treinamento em atletas de diferentes esportes.

Investigador:

Tiago Augusto de Andrade

Rua: Francisco Nunes, 110, AP 04 - Rebouças - CEP: 80215-000 - Curitiba/PR.

Telefone: +55 (41) 9819-8682

Orientador:

Elto Legnani

Rua Luiz Barreto Murat, 915 - Sobrado 5 - Bairro Alto – CEP: 82820 160 - Curitiba/PR

Telefone: +55 (41) 9899-2779

Locais de realização da pesquisa (endereço, telefone do local):

Sociedade Esportiva Renovicente

Rua Fernando de Noronha, 2246 - Santa Cândida, Curitiba/PR - CEP: 82650-505

Telefone: +55 (41) 3310-4545

Secretaria de Esporte e Lazer (Semel)

Rua Izabel, A Redentora, 2355 - Centro, São José dos Pinhais/PR

Telefone: +55 (41) 3381-5938

O que significa assentimento?

O assentimento significa que você concorda em fazer parte de um grupo de adolescentes, da sua faixa de idade, para participar de uma pesquisa. Serão respeitados seus direitos e você receberá todas as informações por mais simples que possam parecer.

Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entenda. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe do estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao sujeito da pesquisa:

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de desenvolver e validar de uma aplicação web e um aplicativo mobile para o controle das cargas psicofisiológicas do treinamento físico em atletas de diferentes modalidades esportivas.

O que é a pesquisa?

Este estudo pretende avaliar e monitorar as suas cargas de treinamento, utilizando para esse fim um software disponibilizado na web e no celular para monitoramento e análise dos dados, por meio da percepção subjetiva do esforço (PSE) dos atletas, ou seja, o quanto de esforço o atleta acredita que está realizando durante o seu treinamento.

Para que fazer a pesquisa?

Para desenvolver e validar uma aplicação web e mobile para avaliar a percepção subjetiva de esforço (PSE) e controle das cargas de treinamento em diferentes esportes, revelando assim, sua aptidão e seu potencial de treinamento físico para a modalidade praticada.

Como será feita?

As etapas para participar desta pesquisa são: familiarização com a escala de percepção subjetiva de esforço (CR-10) e apresentação do funcionamento do sistema web e mobile para a coleta desta escala. Depois, caso você aceite em participar do estudo será avaliado da seguinte forma: 15 minutos após as sessões de treinamento, você será avaliado pelos pesquisadores acerca da PSE relativa à sessão do treinamento realizado, devendo responder a seguinte pergunta: “Como foi a sua sessão de treino?”.

Quais os benefícios esperados com a pesquisa?

A pesquisa contribuirá revelando sua aptidão e seu potencial de treinamento físico para a modalidade praticada, auxiliando na aplicação e no controle das cargas de treinamento. Além disso, o estudo irá contribuir com a literatura podendo ser utilizado como referência para pesquisas futuras.

Informar sobre o sigilo na utilização de filmagens/vídeos (Será utilizada tarjas no rosto).

Não se aplica.

Informar que haverá o descarte das imagens após utilização.

Não se aplica.

Informar o que o Sujeito da Pesquisa deve fazer se concordar voluntariamente em participar da pesquisa.

Caso você aceite em participar desta pesquisa necessitará utilizar uma cinta peitoral com um frequencímetro que será devidamente higienizado e disponibilizado pelo pesquisador. Na sequência, a pesquisa envolverá inicialmente a coleta da sua percepção subjetiva de esforço, sendo assim, você irá informar na escala CR-10 (0 à 10) qual o nível de esforço durante o treinamento realizado, devendo responder a seguinte pergunta: “Como foi a sua sessão de treino?”. A participação da pesquisa é voluntária, sendo assim você terá liberdade para deixar de participar da pesquisa em qualquer momento, seja por desconforto ou por desejar sair da mesma, sem nenhum prejuízo ou coação.

Contato para dúvidas:

Se você ou os responsáveis por você tiver(em) dúvidas com relação ao estudo, direitos do participante, ou no caso de riscos relacionados ao estudo, você deve contatar o(a) Investigador(a) do estudo ou membro de sua equipe: **Tiago Augusto de Andrade**, celular **+55 (41) 99819-8682**. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como um paciente de pesquisa, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O CEP é constituído por um grupo de profissionais de diversas áreas, com conhecimentos científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada da pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO SUJEITO DA PESQUISA:

Eu li e discuti com o investigador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma cópia assinada e datada deste Documento DE ASSENTIMENTO INFORMADO.

NOME DO ADOLESCENTE

ASSINATURA

DATA

NOME DO INVESTIGADOR

ASSINATURA

DATA

**Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do
sujeito pesquisado**

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(CEP/UTFPR) REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901,
Curitiba-PR, Telefone: 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br