

# **KELVIN+: TERMOGRAFIA PLUG AND PLAY**

Data da submissão: 28 de Julho de 2019

Autores: Jhonata Emerick†, Felipe Tancredi†, Felipe Barjud†§

Afiliação: † RadSquare e § Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo - SP)

Website: [www.radsquare.ai](http://www.radsquare.ai)

Contato: [jhonata.emerick@radsquare.ai](mailto:jhonata.emerick@radsquare.ai)

## **RESUMO**

O Futebol é o esporte mais praticado no mundo e responsável pela movimentação de US\$ 0.5 trilhão ao ano na economia mundial. O alto índice de lesões em jogadores de futebol profissional e custos associados a tratamentos e queda de desempenho do jogador/equipe, têm levado a busca por novas formas de prevenção.

A termografia por infravermelho (IRT) é uma técnica de imagem capaz de detectar alterações no padrão de temperatura cutânea suprajacente a diferentes conjuntos musculares, tais como as que se observam em regiões acometidas por, ou propensas a lesões do esporte. A análise de aptidão muscular por IRT já foi incorporada a dois produtos comerciais, mas a difusão dessa técnica ainda é lenta em razão das dificuldades de aplicação em cenários mais dinâmicos, tais como avaliando jogadores em um dia agitado de partida por torneio.

O objetivo deste projeto é criar e testar um novo método para monitoramento da aptidão muscular por termografia que dependa o mínimo possível de interferência humana, cuja captura e análise de imagens seja descomplicada, e que seja capaz de emitir alertas sobre risco de lesões musculares de maneira instantânea. Isto é, pretendemos, com apoio da FAPESP, dar vida a um assistente virtual para auxílio no diagnóstico e prevenção de lesões musculares do esporte. Os testes de validação dessa nova ferramenta serão realizados utilizando-a para acompanhar os termogramas de uma equipe de jogadores de Futebol de campo profissional da primeira divisão do campeonato brasileiro durante um período de 3 meses.

## 1. OBJETIVOS

O objetivo deste projeto é prototipar um sistema de monitoramento de aptidão muscular baseado em análise termográfica, que funcione como um assistente virtual e seja capaz de alertar sobre o risco de lesões imediatamente após receber imagens de uma câmera térmica que pode se conectar a ele diretamente através de cabo ou sem fio.

## 2. ESTADO DA ARTE

A modalidade esportiva mais praticada no mundo é o futebol (GASPAR-JUNIOR et al., 2018), com aproximadamente 400 milhões de adeptos, sendo 30 milhões somente no Brasil. Existem 200 milhões de atletas registrados junto à Federação Internacional de Futebol (FIFA) (SILVA et al., 2005; WONG & HONG, 2005) e cerca de 20 milhões de atletas licenciados na Europa (WALDÉN et al., 2005). O Futebol movimenta aproximadamente US\$ 0.5 trilhão/ano na economia mundial (BELO E PAOLOZZI, 2013; BENEVIDES et al., 2017). No Brasil, esse mercado chega a movimentar R\$ 36 bilhões por ano (PLURICONULTORIA, 2012; BENEVIDES et al., 2017).

A intensidade e a repetibilidade dos movimentos de um futebolista resultam em alta incidência de lesões (HERRERO et al., 2014; PANGRAZIO E FORRIOL, 2016; GASPAR-JUNIOR et al., 2018). Lesões musculares reduzem o desempenho e *performance* do atleta, aumentam despesas com tratamento e reabilitação, podem encurtar a carreira de um jogador e ainda levar um time todo ao fracasso (HILDEBRANDT et al., 2010; DREW et al., 2017). Estudos como o de Gaspar-Junior et al. (2019) e o de Fachina et al. (2013) mostram como é alto o índice de lesões em jogadores de Futebol, as mais frequentes sendo – como se poderia deduzir – as lesões de membros inferiores (60-85%). Os prejuízos estimados com as lesões de futebolistas são da ordem de \$30 bilhões ao ano (FACHINA et al., 2013).

A termografia por infravermelho (IRT), introduzida na medicina esportiva recentemente com intuito de melhorar o diagnóstico e acompanhamento de lesões musculares, têm apresentado resultados surpreendentes (AL-NAKHLI et al., 2012; MENEZES et al., 2018; CÔRTE et al., 2019). A IRT é uma técnica de imagem altamente reprodutível, de baixo custo e de registro rápido e seguro, já que funciona da mesma maneira que uma câmera fotográfica só que capturando radiação na banda do infravermelho ao invés de luz visível. A técnica gera mapas de calor, denominados termogramas, os quais permitem avaliar pequenas mudanças na temperatura da pele e estruturas subjacentes, que podem indicar – entre muitas outras coisas –, por exemplo, um problema degenerativo naquelas áreas que se apresentam hipotérmicas ou um processo inflamatório decorrente de um estiramento ou uma ruptura muscular nas áreas hipertérmicas (JONES, 1998; TURNER, 2001; HILDEBRANDT et al., 2010; AL-NAKHLI et al., 2012; MARINS et al., 2013; USAMENTIAGA et al., 2014; TATTERSALL, 2016; MENEZES et al., 2018).

A IRT tem demonstrada utilidade no acompanhamento e evolução do tratamento de lesões traumáticas ou por sobrecarga (CÔRTE E HERNANDEZ, 2016). No entanto, o poder preditivo dos

dados de um termograma ainda é pouco explorado. Já existem estudos sobre o tema, mas ainda são raros. Muitos testemunham em favor do termograma como um *set* de informações importante na prevenção de lesões do esporte (SMYTH et al., 2019). Um dos motivos porque o método de monitoramento de aptidão muscular e prevenção de lesões por IRT não é tão difundido é a ausência de uma solução tecnológica de uso descomplicado, do tipo *plug & play*, e que seja capaz de emitir relatórios e alertas em tempo real para dar mais agilidade à tomada de decisões. Tanto a captura quanto a análise das imagens de infravermelho ainda é feita manualmente – ou visualmente –, uma a uma, por um termografista – um profissional com bacharel em ciências biológicas e especialização em termografia, não raro um doutor (MARINS et al., 2013).

Nos últimos anos vimos crescer o interesse pela automação de análises termográficas. Há soluções interessantíssimas para *screening* de câncer de mama (MORALES-CERVANTES et al., 2018), acompanhamento de nódulos de tireóide (GONZÁLES et al., 2017) e prevenção da mastite (ZANINELLI et al., 2018; WATZ et al., 2019). Na medicina esportiva isso não é diferente, e já existem dois produtos no mercado que oferecem análise automáticas de termogramas de atletas. Entretanto, ambos têm valor limitado, uma vez que 1) dependem de operador para captura das imagens e preparo do atleta; e que 2) não oferecem suporte diagnóstico em tempo real; inviabilizando, portanto, seu uso em um cenário dinâmico, como num dia de partida pelo campeonato. Um produto alternativo, que se mostre de uso mais ágil e descomplicado, do tipo *plug & play*, com possibilidade de gerar alertas sobre o risco de lesões em tempo real, deverá preencher uma lacuna importante no mercado de medicina esportiva. Facilitando a captura e análise de imagens e gerando outputs de utilidade prática, a solução estimularia o uso da técnica de IRT, o que se traduziria em um crescimento da base de dados e consequente aumento de acurácia nos cálculos de risco.

### **3. COMPETIDORES, PROPRIEDADE INTELECTUAL E LIBERDADE DE OPERAÇÃO**

Os dois produtos de IRT para medicina esportiva que existem no mercado são o Apollo e o ThermoHuman. O Apollo é produzido pela Omni LAB, uma empresa brasileira de Ouro Preto, MG, cuja atuação parece um tanto limitada, haja vista a ausência de um *website* para comunicar-se com seus clientes. O *software* ThermoHuman é produzido por uma startup espanhola já mais estabelecida, de mesmo nome.

O *software* Apollo já procura utilizar métricas da termografia por infravermelho em conjunto com outros indicadores do estado físico do atleta, como por ex. biomarcadores bioquímicos, para calcular o índice de fadiga, um dos parâmetros fisiológicos associados ao risco de lesão muscular em atletas de Futebol. O ThermoHuman, por sua vez, calcula o risco de lesão baseado em uma análise do histórico de imagens do atleta, que são cuidadosamente segmentadas e parametrizadas usando técnicas numéricas de *machine learning*. A base acumulada para treinamento dos algoritmos já supera a marca de 10.000 termogramas, vindos de mais de 1.000 sujeitos e com 40 ocorrências de lesão.

Nota-se que nenhum dos dois *softwares* citados opera de maneira *plug & play*, ie. recebendo termogramas diretamente das câmeras, processando-os automaticamente sem a necessidade de maiores interações com a interface, e emitindo sinais de alerta em tempo real. Ambos os produtos só admitem imagens coletadas em condições muito bem controladas, não só em termos de condição ambiente, mas também com relação ao preparo para a captura da imagem, como despimento e posicionamento do atleta. Ademais, depende de um operador para fazer o *upload* das imagens uma a uma, configurar sua análise e interpretar seus resultados. Ou seja, nenhum deles é capaz de servir como suporte diagnóstico fora do consultório/laboratório, em situações reais e dinâmicas, em que há naturalmente maior variabilidade de condições de captura e pouco ou nenhum tempo para interação com computadores, como por. ex, no vestiário, antes de uma partida. A dificuldade em se colocar os dois produtos citados em uma assim chamada “linha de produção” acaba limitando o uso da técnica de termografia.

A RadSquare busca uma solução *plug & play* para o tipo de análise termográfica em tela, com câmeras termográficas sendo ligadas diretamente ao *software* de análise; o *software* sendo capaz de processar as imagens dos membros inferiores em diferentes ângulos, posições e níveis de flexionamento, ou ainda sofrendo de interferência de braços, mãos e peças do uniforme que cobrem áreas de interesse; o *software* ainda sendo embarcado com algoritmos de *machine learning*, interligado a outras bases com dados do atleta; e capaz de emitir alertas sobre risco de lesão, junto com recomendações precisas para máxima prevenção; tudo isso feito imediatamente após o registro da imagem, o que dá agilidade à tomada de decisões e permitiria chamar essa solução integrada, inteligente e *plug & play*, de assistente virtual.

Como soluções para problemas de integração e configuração de algoritmos de Inteligência Artificial raramente são patenteáveis, do ponto de vista de propriedade intelectual, a parte mais crítica desse projeto são os algoritmos de co-registro e segmentação. Para nos assegurarmos de que a engenhosa solução poderia ser considerada original por direito e sua patente assegurar-nos sua livre comercialização, realizamos uma cuidadosa busca de anterioridade sobre segmentação de imagens termográficas e nenhuma das patentes mais relevantes encontradas se propunha a – tampouco se mostrava capaz de – resolver o problema de co-registro e segmentação de membros inferiores desnudos de maneira rápida e fora das condições ideais de um consultório, superando todas as dificuldades aqui já listadas. O método de segmentação para análise termográfica que estamos desenvolvendo será objeto de um pedido de patente em momento oportuno, após termos realizados os devidos testes com auxílio da câmera que planeamos adquirir com os recursos aqui pleiteados.

#### **4. PLANO DE PESQUISA**

A RadSquare tem como parceiro o departamento médico da Sociedade Esportiva Palmeiras (SEP) responsável pelo acompanhamento dos 35 atletas da equipe de Futebol de campo profissional

do clube, que participam ativamente de torneios de alto nível como os Campeonato Estadual, Brasileiro e Taça Libertadores da América. A segunda geração dos algoritmos de co-registro e segmentação será criada utilizando a base de imagens da SEP, que é composta por termogramas de membros inferiores de todos os 35 atletas do elenco, vistas anterior e posterior, coletados, diariamente, ao longo dos 24 últimos meses. As imagens dessa base foram tomadas com jogadores em posição natural; com mãos próximas da cintura, sustentando a aba do calção para mostrar melhor a parte de cima das pernas; pernas viradas pra câmera, mas sem controle de orientação, flexão ou torção; e ainda com peças do uniforme, como meias, tênis e calção (por vezes até calças arreadas até as canelas) interferindo no tratamento de contornos e sinais. O desempenho apresentado pelas primeiras versões desses algoritmos foi encorajador (Figura 1). Eles foram capazes de segmentar adequadamente 80% dos termogramas disponíveis. A precisão do algoritmo separando todos os grupos musculares de interesse foi avaliada por um termografista experiente, que, sempre que pode, sugeriu melhorias. A maioria das imagens de IR que não foram bem segmentadas apresentavam algum problema de qualidade, alguns menos facilmente contornáveis que outros. A otimização dos algoritmos de co-registro e segmentação, levando em conta desvios de qualidade de imagem, variação no posicionamento, interferência de peças do uniforme, etc, será feita em duas etapas. Uma antes do início do contrato com a FAPESP e a outra no final do período de vigência.

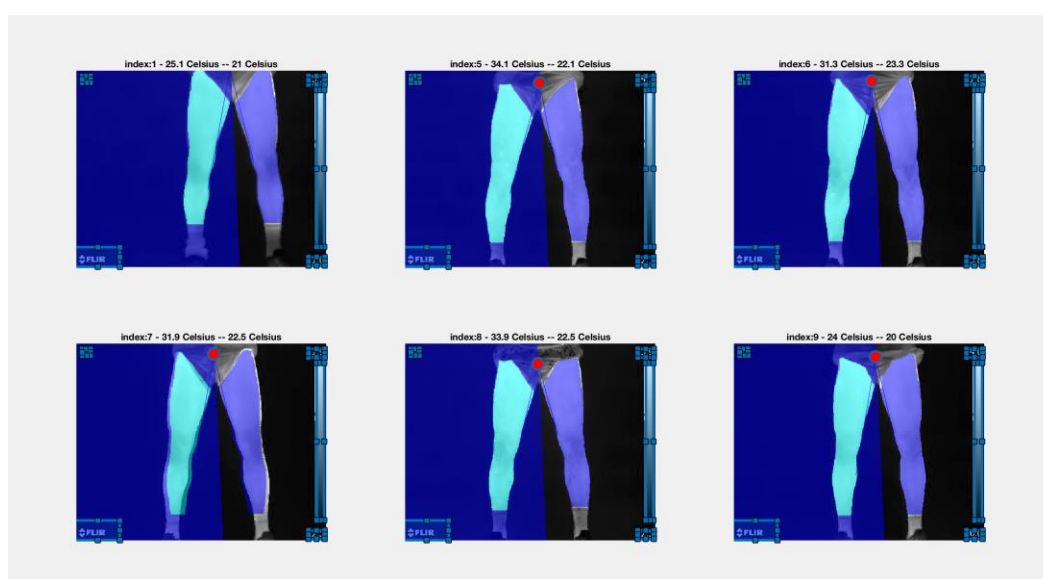


Figura 1 – segmentação de membros inferiores em IRT

A equipe de *P&D* da RadSquare também calculou, para todas as imagens da base, as métricas mais comumente avaliadas nesse tipo de aplicação, tais como assimetrias e desvios de temperatura; mas também outras, tais como co-variações intra e inter sujeito. Nos próximos meses a RadSquare concentrará esforços no desenvolvimento de um algoritmo para cálculo de risco de lesões utilizando métodos numéricos de *machine learning*. O novo algoritmo usará o histórico de lesões da equipe de

Futebol estudada como variável de desfecho e, como principais variáveis preditoras, as métricas que são extraídas dos termogramas dos atletas; mas podendo ainda considerar outros dados de saúde e comportamento no cálculo, tais como resultados de exames laboratoriais, agenda de atividade física e relatório nutricional, para citar alguns. Procuraremos as melhores técnicas de *machine learning* para relacionar todas essas variáveis preditoras acima listadas e a ocorrência de lesões. Em seguida, avaliaremos o ganho de poder preditivo quando acrescentamos métricas alternativas ao conjunto de variáveis preditoras, tais como nível de clusterização, descontinuidades e outras métricas de distribuição espacial do sinal, que têm sido ignoradas.

Os recursos solicitados nesta proposta de inovação se resumem aos custos com a aquisição de uma câmera termográfica e remuneração de 2 bolsistas. Demais custos de desenvolvimento e validação serão todos cobertos pela RadSquare ou seus respectivos parceiros. A seguir apresentamos o plano de atividades que será executado com o suporte dos recursos pleiteados.

#### **4.1 ATIVIDADES / METODOLOGIA**

##### **4.1.1 Dados e cálculo de risco**

A primeira medida a ser tomada será a inclusão de dados relativos à ocorrência de lesões para que os algoritmos preditivos de *machine learning* comecem a ser desenvolvidos. Simultaneamente, outros dados de aptidão física oriundos de sistemas como agenda e intensidade dos treinos/atividades do atleta, relatórios nutricionais e prontuários médicos eletrônicos, também serão integrados na tentativa de, cruzando uma maior quantidade de dados, melhorar a acurácia das análises de risco de lesão (bem como dos respectivos alertas). A porção relativa à inclusão de dados e integração com outras bases será inteiramente desenvolvida pela equipe da RadSquare. Para a porção relativa à programação de algoritmos de *machine learning* contará com a participação de um bolsista em Treinamento Técnico (nível 4) para atuar no projeto sob a supervisão do Pesquisador Responsável. A RadSquare também já contratou um consultor para orientar a equipe de P&D quanto às métricas consideradas mais relevantes para o diagnóstico e acompanhamento de lesões e os tipos de alerta mais recomendados em cada um dos casos.

#### 4.1.2 Mecanismo plug & play

Para automatizar o processo de captura e registro serão necessários: 1) integração da câmera termográfica com a interface do novo sistema para que as imagens sejam enviadas da câmera diretamente ao servidor, sem a necessidade de um operador; 2) implementação de um método de registro termográfico que associe as imagens capturadas ao histórico do respectivo atleta automaticamente, o que será feito através do reconhecimento facial por imagens fotográficas convencionais; e, por fim, 3) o aperfeiçoamento dos algoritmos de co-registro e segmentação (2ª geração) para minimizar as exigências feitas ao jogador no momento de se posicionar para a captura do termograma e conferir maior naturalidade ao processo.

Testes de validação com câmera em laboratório.

Para o desenvolvimento de uma ligação direta entre a câmera termográfica e o novo sistema, a equipe da RadSquare deve contar com o apoio de um profissional com experiência em *firmwares* e protocolo de comunicação com *hardware* proprietário, a ser contratado com recursos da companhia. O fabricante da câmera que se pretende adquirir foi consultado a respeito e concordou em oferecer suporte técnico diferenciado durante o projeto, o que também deve ajudar muito. Já o mecanismo de associação de termogramas por reconhecimento facial será desenvolvido reaproveitando algoritmos desenvolvidos anteriormente por um dos sócios da empresa para um projeto acadêmico. Por fim, o desenvolvimento da 2ª geração dos algoritmos de co-registro e segmentação depende de apoio de um profissional extra para somar esforços em tempo integral e durante todo o período do projeto. Com o auxílio da FAPESP remuneraremos dois bolsistas em Treinamento Técnico (um nível 4 e um nível 5) para participar do projeto na equipe, sob a supervisão do Pesquisador Responsável.

#### 4.1.2. Validação

Com relação aos testes em linha de produção (POC – *proof of concept*) do novo método, estes serão realizados em conjunto com instituição parceira, em situações absolutamente reais, incluindo tumultuados dias de jogo em arena adversária. Os testes, que serão realizados durante 3 meses contínuos, já na fase final do projeto, serão acompanhados por um integrante da equipe RadSquare, que tomará notas sobre as dificuldades enfrentadas pelos usuários e aplicará formulários de satisfação. Esses dados de experiência do usuário (UX) fornecerão elementos para que a equipe retorne à prancheta e faça as devidas alterações para que ao final do 9º mês seja alcançada uma versão mínima viável do produto (MVP+ por assim dizer).

Todo o processo de desenvolvimento desse MVP será monitorado com o auxílio de uma ferramenta de gestão de projetos denominada Jira.



## 4.2 RESULTADOS E DIFICULDADES ESPERADAS

Neste projeto, esperamos atingir os seguintes resultados:

a) Dados e cálculo de risco:

- i) a integração dos dados de termografia com outros de sistemas externos se mostrará um dos maiores desafios do projeto. Esperamos ter integrado o sistema Kelvin+ com pelo menos a agenda de treinos e jogos dos atletas. Como o histórico de lesões na instituição parceira não é tão extenso, não deve ser possível estabelecer o grau de confiabilidade do algoritmo de alerta contra lesões. Porém, com os novos e mais ágeis processos de captura, registro e análise de imagem torna-se simples colocar um assistente virtual em operação; um cuja visão termográfica e cujos cálculos de risco se tornam mais confiáveis com o tempo, de acordo com o crescimento da base de dados.

b) Mecanismo plug & play

- i) registro e organização de imagens: a integração entre o sistema Kelvin+ e pelo menos 1 modelo da câmera térmica da marca FLIR (a mais comum no meio médico esportivo) junto com o mecanismo de classificação dos termogramas por reconhecimento facial, trarão melhoria significativa no fluxo de trabalho, deixando o método de prevenção de lesões por termografia mais atrativo para uso rotineiro nos clubes de futebol.
- ii) co-registro e segmentação: os algoritmos desenvolvidos apresentarão alta precisão e reprodutibilidade, processando corretamente todas as imagens disponíveis na base, com o processamento de cada imagem individual levando menos de 5s, desta feita viabilizando a implementação do mecanismo de alertas em tempo real.

c) Validação:

- i) O Kelvin+ se mostrará fácil de usar e apresentará erros de co-registro e segmentação negligíveis. As métricas de aptidão muscular mais comumente utilizadas se mostrarão úteis, muito ajudadas pela forma inovadora como são apresentadas. Apesar de ter recebido os dados sobre histórico de lesões, o Kelvin ainda não será capaz de realizar cálculos preditivos com exatidão. E, acompanhando a equipe do Palmeiras por 3 meses pode não ser suficiente para colhermos casos interessantes capazes de demonstrar o poder do novo método preventivo.

d) Bolsistas:

- i) Os bolsistas deverão ter apresentado rápida curva de aprendizado, excelente desempenho produzindo junto com a equipe, e interesse de serem contratados pela companhia ao final do projeto.

### 4.3 CRONOGRAMA

O projeto será executado e concluído dentro de um período de 9 meses a partir da outorga. A seguir, apresentamos um breve cronograma do desenvolvimento de produto para os próximos 15 meses (9 meses de projeto mais 6 meses de intervalo entre submissão e outorga). Os espaços coloridos com transparência indicam atividades que serão desenvolvidas com aplicação de recursos próprios da companhia, nos período que antecede a outorga. Os espaços com cores sólidas indicam as atividades que serão realizadas com os recursos obtidos da FAPESP.

	2019				2020						
ATV	Q3	Q4	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Atividades (ATV):

1. Algoritmos de co-registro e segmentação (primeira etapa, em condições controladas)
2. Análise de aptidão muscular por métricas convencionais

-Kick off:

3. Aquisição de Materiais Permanentes
4. Integração do Kelvin+ com outros sistemas + histórico de lesões

-Automação da análise/suporte diagnóstico:

5. Algoritmo de ML para análise de risco de lesão
6. Prototipagem dos alertas automáticos
  - Automação da análise:
7. Integração do Kelvin com câmeras termográficas
8. Sistema de identificação de atleta
9. Algoritmos de co-registro e segmentação (2ª geração)
  - Validação:
10. Teste em linha de produção e ajustes

#### **4.4 APOIO**

Este projeto contará com o apoio da equipe de Fisiologia da Sociedade Esportiva Palmeiras e da Eretz.bio incubadora de Startups da Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein, como demonstrado pelos documentos em anexo.

#### **5. JUSTIFICATIVA PARA O ORÇAMENTO**

Para a rápida prova de conceito que pretendemos elaborar, necessitamos de:

a) **Uma câmera com tripé** para realizar coleta de dados em laboratório. Tal câmera é indispensável para o desenvolvimento e teste das integrações automatizadas com a plataforma, um dos objetivos deste projeto. Além disso, ela permitirá a realização de testes com imagens em diferentes situações, visando caracterizar a interferência de parâmetros como temperatura ambiente, umidade e tempo de aclimação no resultado dos exames, para serem programadas as devidas compensações. O preço da câmera hoje é um impeditivo para a sua aquisição por nossa empresa, tendo em vista o nosso orçamento anual;

b) **2 bolsistas**, um para auxiliar com a otimização dos algoritmos de processamento de imagem (co-registro e segmentação) e outro para ajudar com o desenvolvimento dos algoritmos de análise de risco. Temos hoje uma equipe enxuta em nossa startup e este será o nosso segundo projeto a ser executado. O auxílio dos bolsistas será fundamental os algoritmos sejam desenvolvidos de maneira rápida e eficiente, dentro do prazo indicado.

#### **6. INFORMAÇÕES SOBRE A RADSQUARE**

RadSquare é um nome fantasia. A razão social da nossa empresa é Roentgen Tecnologia Ltda. Roentgen foi um físico alemão, considerado pai da radiologia, primeiro prêmio Nobel (em física) da história.

A empresa foi fundada por três sócios. Os três sócios-fundadores da RadSquare têm perfil complementar, com superposição de domínios muito bem balanceada. Temos em nossa equipe um médico, um engenheiro e um engenheiro biomédico. Um deles é especialista em física e processamento de imagens; o segundo um radiologista que lidera a revolução digital na sua profissão; o terceiro, um empreendedor de já demonstrado sucesso, com experiência em economia. Um quarto sócio foi adiante incorporado ao contrato social. Dois dos sócios exercem trabalho remunerado na empresa trabalhando nela em período integral enquanto que os demais participam em regime de dedicação parcial, sem remuneração. A empresa conta com outros quatro funcionários e dois consultores que interagem ocasionalmente com a equipe.

A empresa está sediada na incubadora Eretz.bio, da Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Hospital Albert Einstein.

## **6.1 INFORMAÇÕES COMERCIAIS E ADMINISTRATIVAS**

A Empresa Roentgen Tecnologia (doravante chamada pelo seu nome fantasia, RadSquare), é a primeira *spinoff* da do Hospital Israelita Albert Einstein. Foi fundada em setembro de 2018 por dois colaboradores do Hospital (Felipe Tancredi e Felipe Barjud) e um colaborador externo (Jhonata Emerick). A empresa surge como desdobramento de um projeto de pesquisa apoiado pela FAPESP, que culminou numa solução de automação para um processo radiológico e um pedido de patente sobre o mesmo método. A RadSquare atua na área de desenvolvimento de *softwares* e aplicativos, utilizando algoritmos de inteligência artificial para otimização de processos e auxílio diagnóstico (suporte à decisão). A empresa ganhou um quarto Sócio ao longo do caminho (Thiago Lima), que se tornou CTO; e já conta com quatro colaboradores contratados (um deles, André Ravazzi). A empresa administra um aporte do tipo *seed money* e seus gastos se resumem às posições contratadas na incubadora Eretz.bio (incubadora especializada em suporte a *startups* da saúde), à remuneração dos sócios e colaboradores em regime de dedicação integral, à assinatura de armazenamento/processamento em nuvem e à contratações de serviços de terceiros *ad hoc*. A empresa já tem seu primeiro produto sendo testado e dois outros em fase de prototipagem (um deles objeto da presente proposta), mas até esta data ainda não apresenta faturamento.

## **6.2 INFORMAÇÕES SOBRE ATIVIDADES DA EMPRESA EM P&D**

Como primeiro produto desenvolvido pela RadSquare temos uma ferramenta de controle de qualidade de equipamentos de ressonância magnética baseado no protocolo de acreditação do American College of Radiology (ACR). Este sistema é composto por um algoritmo de processamento que surgiu de um projeto apoiado pela FAPESP, em 2017 ( no. 2015/27022-0 ).

Após o desenvolvimento do algoritmo, a empresa desenvolveu um sistema multimodular para automatizar e consolidar os dados dos testes de qualidade de 15 equipamentos de controle de

qualidade em um único banco de dados, elaborou um *dashboard* para exposição dos resultados consolidados e desenvolveu um módulo de inventário para o cadastro dos equipamentos institucionais e agendamento de futuros controles de qualidade que já opera em português e aguarda para receber a funcionalidade multi-línguas. Foi desenvolvido também um módulo de processamento de imagens que opera somente para a linguagem Matlab e está em preparação para que possa gerir algoritmos escritos na linguagem Python e C++. O módulo de BI passará por uma completa remodelagem, provavelmente utilizando outra ferramenta de desenvolvimento e já nos preparamos para testar nosso produto em outras duas instituições, uma brasileira e uma norte-americana.

A RadSquare conduz ainda outros 3 projetos de pesquisa. Um deles no qual, em conjunto com uma equipe do Hospital Israelita Albert Einstein, procura automatizar outro processo de controle de qualidade, de mamografias digitais, com intuito de reduzir prejuízos associados à reconvocação de pacientes. Em outro projeto, também em parceria com o Hospital Albert Einstein, a RadSquare busca automatizar o cálculo de idade óssea a partir de imagens de Rx. Finalmente, em um terceiro projeto, em parceria com uma das maiores clínicas de psiquiatria do mundo, a RadSquare desenvolve método para diagnóstico de depressão a partir da análise espectral de áudio e micromovimentos da face obtidos por vídeo. Todos esses projeto utilizando de técnicas de machine learning, fazendo da RadSquare uma das companhias brasileiras mais ativas – senão a maior – no uso de inteligência artificial para medicina diagnóstica.

### **6.3 CONTRAPARTIDA E BUSCA DE OUTROS FUNDOS**

Somos uma empresa *spinoff* recentemente constituída que conta com um *seed money* de 1/2 milhão de reais e com o licenciamento (temporariamente gratuito) de um protótipo que consumiu da instituição patrocinadora outros 1/2 milhão de reais. Os sócios-fundadores também já investiram recursos próprios na empresa, aproximadamente 30 mil reais, para arcar com custos de participação em congresso, documentação/regularização da empresa e pequenos desenvolvimentos que não puderam ser cobertos com outra verba. O investimento *seed money* vem sendo utilizado para o desenvolvimento do MVP do primeiro produto da empresa, pagamento de honorários a colaboradores, pró-labore e para arcar com os custos de uma viagem de negócios para realização de reuniões com Investidores no Vale do Silício (Califórnia - USA). Abrigada na incubadora Eretz.bio a empresa não tem despesas de escritório e ainda conta com salas e uma série de recursos audio-visuais para reuniões, apoio administrativo e mentoria.

A RadSquare, no momento da submissão desta proposta, já está em negociação com Fundos de Investimento, nacionais e internacionais, para novo aporte de capital. Além das conversas com os Fundos citados possuímos um colaborador da área financeira, não remunerado, dedicado à captação de recursos com investidores anjo no Brasil e nos Estados Unidos. Os investidores já demonstraram interesse em aportar capital assim que o produto objeto do presente projeto for finalizado. Os recursos

recebidos nessa nova rodada de investimento serão empregados para: contratação de funcionários e consultores, estabelecimento da nova sede da empresa, aprimoramento de sua identidade visual, internacionalização e incubação da empresa nos EUA, realização de viagens de negócios, produção de eventos para atrair desenvolvedores e, mais importante, para o desenvolvimento do nosso sistema de vendas e cobrança. O financiamento obtido através do programa PIPE-FAPESP seria empregado, exclusivamente, para custear atividades de Pesquisa e Desenvolvimento relacionadas ao sistema de auxílio a prevenção de lesões, baseado em monitoramento termográfico.

Como contrapartida institucional para a solicitação deste PIPE, além do horário de seus colaboradores para instrução e treinamento de bolsitas, a Radsquare irá absorver todo o custo de armazenamento e processamento em nuvem utilizado na execução do projeto e disponibilização no mercado, estimado em cerca de U\$500,00 mensais, totalizando R\$ 18.405,00 reais no período do projeto.

## **7. POTENCIAL COMERCIAL DO PRODUTO OU PROCESSO QUE RESULTARÁ DESTES PROJETO DE P&D**

Cada vez mais os grandes clubes do Brasil e do mundo investem em profissionais e tecnologia para melhorar o desempenho de seus atletas e prevenir as lesões. Um jogador lesionado pode ficar sem desenvolver a atividade profissional por longos períodos, onerando o time contratante e prejudicando as finanças dos clubes.

A técnica a ser desenvolvida no projeto busca, de maneira rápida e acessível, reduzir consideravelmente o número de lesões utilizando análise automática de imagens por IRT.

A utilização da IRT para prevenção de lesões no esporte é realizada, somente no exterior, pela startup Espanhola ThermoHuman. Através de um processo manual no qual as imagens são analisadas uma a uma por um termografista, com ajuda de AI, o procedimento é cobrado por número de imagens ou por pacotes para envio ilimitado de imagens, apesar do custo elevado.

Uma análise lenta e de custo elevado, inviabilizando o acesso e contratação do produto por atletas do mundo todo, é o modelo atual praticado. Além da ineficiência no processo, devido ao tempo de análise e retorno do resultado, que demora um dia, o preço total cobrado pela análise das imagens é de 30,25 euros por atleta, no plano ilimitado. O valor cobrado era equivalente a 127,05 reais em 28 de Julho de 2019. (cotação obtida no site do Bacen)

Utilizando como exemplo informações obtidas pelo departamento de fisiologia da Sociedade Esportiva Palmeiras, o clube possui folha de pagamento de aproximadamente 50 atletas profissionais. São realizadas 48 semanas de atividade intensa, com atividades moderadas nas 4 semanas restantes do ano.

Para que a atividade de monitoramento seja efetiva na prevenção de lesões, é desejável a realização de análises termográficas diariamente, antes de cada treinamento ou jogo e 48 horas após o

os jogos. O custo anual estimado do contrato, praticado pela concorrência, a que estaria submetido um time como a SEP, é de 80 mil reais. Pode-se considerar o custo excessivo para um serviço de difícil aplicação no dia-a-dia.

O objetivo do Kelvin+ é oferecer uma avaliação física rápida e com custo reduzido, de maneira a massificar a utilização de IRT não só no futebol, como em todos os esportes.

Parcerias comerciais com academias renomadas é um dos mercados que a Kelvin+ deseja atuar. Somente na cidade de São Paulo, existem diversas academias de alto nível, entre elas Bodytech, Reebok, Competition, Companhia Atlético, Blue Fit, diversos espaços de crossfit e clubes de modalidades esportivas específicas, como os de luta.

Uma das potenciais parcerias comerciais que a RadSquare pode vir a fazer é com a GymPass, com a qual já teve conversas em uma primeira rodada de negociações. A GymPass é uma empresa que concede acesso a diversas academias aos seus clientes, com capilaridade expressiva e modelo de negócio internacional, atualmente presente em 15 países. A empresa demonstrou interesse em oferecer o produto para seus clientes, que possuem acesso a 20.600 academias, 735 modalidades esportivas e está presente em 1.424 cidades, somente no Brasil.

Além dos projetos citados – Futebol mundial e academias – a RadSquare buscará a internacionalização da sua marca através de parcerias com aceleradoras, como a que o Hospital Albert Einstein possui com a aceleradora Plug and Play. A estratégia de internacionalização da RadSquare está ancorada no relacionamento com parceiros comerciais, aceleradoras e fundos de investimento em Venture Capital.

Nosso modelo de negócio prevê a cobrança de mensalidades dos clubes e parceiros para envio ilimitado de imagens, abrangendo o maior número de atletas e imagens possíveis, além de estabelecer um fluxo de receita robusto e recorrente. Além disso, a integração com outros dados relativos à atividade esportiva, saúde dos atletas, nutrição e dados laboratoriais nos trará um diferencial significativo nos resultados e capacidade preditiva no mercado esportivo.

Projetamos conservadoramente que os custos de processamento de dados de maneira automatizada, incluindo todos os custos com recursos computacionais, possibilite ao MVP do Kelvin+ atingir a margem de 23% através da cobrança de 108 reais/mês por atleta, o que representa 85% do valor cobrado atualmente pela concorrência, sem considerar os custos de IOF (6%) e exposição ao risco cambial que possuem um contrato internacional. Após a implementação do produto final, os ganhos de escala acarretará no aumento da margem e possibilitará a geração de novas linhas de receita. O projeto proposto pela RadSquare desenvolverá, com tecnologia nacional, um produto que apresenta resposta em tempo real com preço inferior ao praticado atualmente pela concorrente internacional.

A RadSquare tem o objetivo de disseminar a utilização de IRT na prevenção de lesões. O modelo atual de negócio tem potencial de expansão para outras modalidades esportivas, como vôlei, basquete, tênis, atletismo, judô, rugby, ciclismo, treinamento funcional, academias, entre outras,

gerando um potencial de expansão de receita de relevante no médio prazo. A grande meta dos idealizadores do Kelvin+ é conseguir, através de IRT por Inteligência Artificial, possibilitar que todo atleta, profissional ou amador, possa monitorar sua condição física e regular o nível de intensidade de seu treino. Com a possibilidade de prestação de serviço B2C, temos a ambição de integrar nosso produto com marcas conhecidas de *wellness* e desempenho de atletas como Garmin, Strava, Apple Watch, TomTom, Fitbit, entre outras, além de smartphones e tablets, aumentando o potencial de receita.

Projetos para viabilização de equipamentos de termografia itinerantes em pontos de grande concentração de atletas, como parques e competições esportivas, estão em desenvolvimento pela equipe Kelvin+, buscando a exposição da marca própria e de parceiros, gerando potencial de receita a partir de contratos de marketing, com empresas que gostariam de associar sua marca a práticas e estilos de vida saudáveis.

## **8. LISTA DE PROPOSTAS EQUIVALENTES OU COMPLEMENTARES**

Não foram submetidas a outras agências de financiamento, de qualquer natureza, propostas equivalentes ou complementares, em análise ou contratadas.

## **9. DESCRIÇÃO DA EQUIPE**

### **9.1 PESQUISADOR RESPONSÁVEL**

O pesquisador responsável pelo projeto em tela é Jhonata Emerick, 36 anos, Bacharel em Engenharia Aeronáutica pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - USP, com mestrado em finanças quantitativas pela FGV. Candidato ao título de doutor pela Poli-USP com tese sobre processamento de imagens médicas por Machine Learning. É autor do livro “Econometria com Eviews - Guia Essencial de conceitos e aplicações” e professor de Machine Learning na Fundação Instituto de Administração lecionando nos cursos de MBA e pós graduação lato sensu em Data Mining e Big Data. Começou a carreira na Embraer fazendo modelagem de fenômenos aerodinâmicos e depois migrou para o mercado financeiro. Foi analista da Rio Bravo investimentos e do grupo Ambipar, além de Data Scientist no Itaú. No Itaú desenvolveu modelos preditivos com foco em crédito para diversas áreas do banco. Em outubro de 2014 fundou uma startup de logística urbana chamada 99motos que, em 2016 se fundiu com o Rappi e foi vendida ao iFood em setembro de 2018. É co-fundador da DataRisk, a primeira startup da América Latina a desenvolver uma plataforma com foco no desenvolvimento de modelos de risco *end to end* de forma automatizada, atendendo grandes clientes como JSL, iFood, Linx e Smiles, por exemplo. A DataRisk é uma startup acelerada pela Visa e Scale-Up da Endeavor. Em novembro de 2018, fundou a RadSquare junto com Felipe Tancredi e Felipe Barjud. Assim, o pesquisador responsável utilizará toda sua experiência



acadêmica e do mercado de Startups para executar esse projeto de P&D do Kelvin+ *by* RadSquare, garantindo o *market fit* do produto (MVP).

## 9.2 EQUIPE DE PESQUISADORES

- Felipe Tancredi, 41 anos, PhD em engenharia biomédica pela Universidade de Montreal (2014). Neurocientista, instrutor de física de imagens médicas com mais de 15 anos de experiência em RM. Graduiu-se no Canadá, onde desenvolveu métodos e aparatos usados para mapeamento quantitativo da perfusão e metabolismo cerebral. É membro do corpo editorial da JCBFM, uma das revistas mais prestigiadas da sua área. Desenvolve e orienta projetos na área de processamento de imagens e criou o primeiro método de análise de imagem automática da RadSquare, da qual é sócio-fundador. Atua na companhia como Cientista Chefe (CSO) e regime de exclusividade e participa do projeto como Pesquisador Associado. Consideramos sua participação uma contrapartida da RadSquare para o projeto.
- Felipe Barjud, 32 anos, neuro-radiologista (formado pela Unicamp em 2009) e coordenador da TI do departamento de radiologia do Hospital Albert Einstein, um dos hospitais mais tecnológicos do Brasil e do mundo. É membro ativo de sociedades como Colégio Brasileiro de Radiologia e da Sociedade Norte-Americana de Radiologia (RSNA) e leciona sobre a transformação digital na radiologia. Têm amplo conhecimento das dificuldades de um departamento de radiologia, está sempre atualizado sobre o estado da arte das soluções disponíveis e tem uma visão muito realista sobre *fit* e viabilidade econômica de *softwares* para radiologia, vinda de alguém que é um grande comprador/cliente. Ele é responsável, junto com um time sob sua liderança, pela avaliação, aquisição e implementação de todas as soluções de automação / inteligência artificial que o departamento adota. É sócio-fundador da RadSquare e atua na companhia como Médico Chefe (CMO). Participa do projeto como Pesquisador Associado.
- Thiago Lima, 30 anos, graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas com especialização em Big Data pela FIAP. Atua na área de Tecnologia da Informação desde 2009, tendo trabalhado em projetos críticos e de grande extensão em empresas como Renault, Ipiranga, Multiplus Fidelidade, Unik cartões, entre outras. Desde 2013 está envolvido com desenvolvimento de empresas emergentes, assumindo papel de CTO em startups dos mais diversos ramos, como mobilidade, sharing economy, e mais recentemente, em uma fintech de processamento de pagamentos. Sócio na companhia e atua como Chefe de Tecnologia (CTO) e participa do projeto como Pesquisador Associado.
- André Ravazzi, 26 anos, bacharel em Ciências e Tecnologia (2014) e em Engenharia Aeroespacial (2018) pela Universidade Federal do ABC, tendo participado do programa

Nasa/Capitol Cubesat Bootcamp (2016) desenvolvendo soluções para nano-satélites. Possui experiência com desenvolvimento de sistemas, tendo atuando, desde 2014, como engenheiro de *software* e *tech lead* em startups de diversos segmentos. Estagiou por 12 meses na área de Estratégia do Produto na Embraer S.A. antes de pousar na RadSquare. Atualmente é engenheiro de software *full-stack* da companhia e participa do projeto como Apoio Técnico.

## 10. REFERÊNCIAS

AL-NAKHLI, H.H.; PETROFSKY, J.S.; LAYMON, M.S.; BERK, L.S. The use of thermal infrared imaging to detect delayed onset muscle soreness. **Journal of Visualized Experiments**, 22(59):e3551, 2012

BELO, E.; PAOLOZZI, V. Futebol faz 150 anos e movimentação até US\$ 1 tri. **Valor Econômico**, 14, n. 3371, 2013.

BENEVIDES, B.Í.; DOS SANTOS, S.M.; DE AQUINO CABRAL, A.C. A relação entre preço e demanda por jogos de futebol no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, 21(2), 2017.

CÔRTE, A.C.; HERNANDEZ, A.J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista brasileira de medicina do esporte**, 22(4):315-9, 2016.

CÔRTE, A.C.; PEDRINELLI, A.; MARTTOS, A.; *et al.* Infrared thermography study as a complementary method of screening and prevention of muscle injuries: pilot study. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, 5:e000431, 2019.

DREW, M.K.; RAYSMITH, B.P.; CHARLTON, P.C. Injuries impair the chance of successful performance by sportspeople: a systematic review. **Br J Sports Med.**, 51(16):1209-14, 2017.

FACHINA, R.J.; DOS SANTOS ANDRADE, M.; SILVA, F.R.; WASZCZUK-JUNIOR, S.; MONTAGNER, P.C.; BORIN, J.P.; DE LIRA, C.A. Descriptive epidemiology of injuries in a Brazilian premier league soccer team. **Open access journal of sports medicine**, 4:171, 2013.

GASPAR-JUNIOR J.J.; ONAKA, G.M.; BARBOSA, F.S.; MARTINEZ, P.F.; OLIVEIRA-JUNIOR, S.A. Epidemiological profile of soccer-related injuries in a state Brazilian championship: An observational study of 2014–15 season. **Journal of clinical orthopedics and trauma**, 10(2):374-9, 2018.

GONZÁLEZ, J.R.; DAMIÃO, C.; CONCI, A. An Infrared Thermal Images Database and a New Technique for Thyroid Nodules Analysis. In **MEDINFO 2017: Precision Healthcare Through Informatics: Proceedings of the 16th World Congress on Medical and Health Informatics 2018** (Vol. 245, p. 384). IOS Press.

HERRERO, H.; SALINERO, J.J.; DEL COSO, J. Injuries among Spanish male amateur soccer players: a retrospective population study. **Am J Sports Med.**, 42(1):78–85, 2014.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**, 10(5):4700-15, 2010.

- JONES, B.F. A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine. **IEEE Trans. Med. Imaging**, 17, 1019–1027, 1998.
- MARINS, J.; FERNÁNDEZ-CUEVAS, I.; ARNAIZ LASTRAS, J.; FERNANDES, A.A.; SILLERO QUINTANA, M. Applications of infrared thermography in sports. A review. **International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport**, 15(60):805-24, 2013.
- MENEZES, P.; RHEA, M.; HERDY, C.; SIMÃO, R. Effects of Strength Training Program and Infrared Thermography in Soccer Athletes Injuries. **Sports**, 6(4):148, 2018.
- MORALES-CERVANTES, A.; KOLOSOVAS-MACHUCA, E.S.; GUEVARA, E.; REDUCINDO, M.M.; HERNÁNDEZ, A.B.; GARCÍA, M.R.; GONZÁLEZ, F.J. An automated method for the evaluation of breast cancer using infrared thermography. **EXCLI journal**, 17:989, 2018.
- PANGRAZIO, O.; FORRIOL, F. Epidemiology of soccer players traumatic injuries during the 2015 America Cup. **MLTJ.**, 6(1):124–130, 2016.
- PLURICONSLTORIA. *Relatorio*. [On-line] Pluri Consultoria. Disponível em: <<http://www.pluriconsultoria.com.br/relatorios.php>>. Acesso em: 25 abril de 2019.
- SILVA, A.A.; DÓRIA, D.D.; MORAIS, G.A.; PROTA, R.V.; MENDES, V.B.; LACERDA, A.C.; URSINE, B.L.; VAL, C.G.; SANTOS, C.M.; CUNHA, F.F.; AMARAL, P.H. Fisioterapia esportiva: prevenção e reabilitação de lesões esportivas em atletas do América Futebol Clube. 8º Encontro de Extensão da UFMG. 22:4-8, 2005.
- SMYTH, E.A.; NEWMAN, P.; WADDINGTON, G.; WEISSENSTEINER, J.R.; DREW, M.K. Injury prevention strategies specific to pre-elite athletes competing in Olympic and professional sports—a systematic review. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2019.
- TATTERSALL, G.J. Infrared thermography: A non-invasive window into thermal physiology. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: **Molecular & Integrative Physiology**, 202:78-98, 2016.
- USAMENTIAGA, R.; VENEGAS, P.; GUEREDIAGA, J.; VEGA, L.; MOLLEDA, J.; BULNES, F. Infrared thermography for temperature measurement and non-destructive testing. **Sensors**, 14(7):12305-48, 2014.
- ZANINELLI, M.; REDAELLI, V.; LUZI, F.; BRONZO, V.; MITCHELL, M.; DELL'ORTO, V.; BONTEMPO, V.; CATTANEO, D.; SAVOINI, G. First evaluation of infrared thermography as a tool for the monitoring of udder health status in farms of dairy cows. **Sensors**, 18(3):862, 2018.
- WALDÉN, M.; HÄGGLUND, M.; EKSTRAND, J. UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001–2002 season. **British journal of sports medicine**, 39(8):542-6, 2005.
- WATZ, S.; PETZL, W.; ZERBE, H.; RIEGER, A.; GLAS, A.; SCHRÖTER, W.; LANDGRAF, T.; METZNER, M. Automatic evaluation of infrared thermal images by computerized active shape modeling of bovine udders challenged with Escherichia coli. **Journal of dairy science**, 2019.
- WONG, P., HONG, Y. Soccer injury in the lower extremities. **British journal of sports medicine**, 39(8):473-82, 2005.

## 10.1 PATENTES

SEBASTIEN, P; WARNKE STEFAN, H. System and method for analyzing multiple thermal images. US8300981. Fevereiro de 2007.

LEWIS EDGAR, N; FREEMAN JENNY, E; HOPMEIER MICHAEL, J; ZUZAK KAREL, J; SCHAEBERLE MICHAEL D. Imaging apparatus with means for fusing thermal and hyperspectral images. WO200103050 e AU5908000. Julho de 2000.

MARC, AM. Thermal imaging system. US20130124039, US8834020, US20150150453, US9398856, US20150094914, US10227063, US20170065183 e US10098548. Dezembro de 2012.

MARC, AM; MARTINS, A Apparatus and method for measuring biologic parameters. AU2016201025. Fevereiro de 2016.

MATTHEW, M. Detection of physiological state using thermal image analysis. US20180153457. Dezembro de 2017.

JOONG, KY; SEOK, LJ; JUN, LS; JEONG, HS. System for prevention management of overtraining. KR20170002847. Junho de 2015.

ANDERS, L. Method and device for examining the surface temperature of a body part. WO2012050495, CA2814632, CA2814632, EP2627242, EP2627242, CN103338694, CN103338694, US20140148705 e US9918644. Outubro de 2010.

HAO, W. Thermal image processing apparatus and recording apparatus, processing system, and thermal image processing method and recording apparatus. CN104660922, WO2015074627 e US20160267108. Novembro de 2014.

## 11. ORÇAMENTO PROPOSTO

Item	Qtde	Valor unit.	Total (R\$)	Rubrica*
Câmera térmica	1	70.555,00	70.555,00	Material Permanente
Tripé	1	2.000,00	2.000,00	Material Permanente
Bolsista TT5 (40h)	9	5.087,20	45.785,00	Bolsa
Bolsista TT4 (40h)	9	7.372,40	66.352,00	Bolsa
Total			184.692,00	

## 11.2 ORÇAMENTO CONSOLIDADO CONFORME RUBRICAS DA FAPESP

Item	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Capital		
Material Permanente	2.000	17.250
Custeio		

Despesas com transporte	0	
Diárias	0	
Material de Consumo	0	
Serviço de terceiros	0	
Reserva Técnica		
Benefícios Complementares	6.000	
Infra-estrutura	9.300	
Bolsas		
TT5	66.352	
TT4	45.785	
Total	198.436	

### 11.3 JUSTIFICATIVA CIRCUNSTANCIADA, EM TERMOS DE OBJETIVOS E MÉTODOS DO PROJETO

**a) Equipamentos e materiais permanentes:** Neste projeto, solicitamos a aquisição de uma câmera com tripé para realizar coleta de dados em laboratório. Tal câmera é indispensável para o desenvolvimento e teste das integrações automatizadas com a plataforma, um dos objetivos deste projeto. Além disso, ela permitirá a realização de testes com imagens em diferentes situações, visando caracterizar a interferência de parâmetros como condições ambientes, fundo de imagem, posicionamento do atleta, tempo de aclimação etc no resultado dos exames, para que sejam programadas as devidas compensações. O preço da câmera hoje é um impeditivo para a sua aquisição por nossa empresa, tendo em vista o nosso orçamento anual. Nos últimos meses, um dos integrantes da equipe adquiriu uma câmera de menor custo para avaliação de sua aplicabilidade em jogadores profissionais. Entretanto, a baixa resolução oferecida neste equipamento, tanto em precisão de medida de temperatura quanto em resolução espacial, limitou o seu uso em um primeiro momento, sendo necessária um cuidadoso estudo comparativo para validar sua utilização.

**b) Serviços de Terceiros:** não haverá

**c) Bolsas de Capacitação Técnica:** Como mencionado nossa startup apresenta quadro extremamente enxuto, para que o projeto seja concluído no prazo indicado (máximo prazo para desenvolvimento de projeto na fase 1 do programa ) faz-se necessária a contratação de bolsistas para auxiliar nossos

pesquisadores. Os 2 bolsistas a serem recrutados devem ser da área das ciências da computação e possuir experiência com programação em ambientes de desenvolvimento matemático como o Python. Além desses requisitos, o profissional escalado para ajudar com o desenvolvimento de algoritmos de co-registro e segmentação deve possuir experiência com visão computacional e processamento de imagens, talentos que costumam levar mais tempo para adquirir, por isso a demanda por um profissional com mais de 5 anos de experiência – categoria TT5. O profissional a ser recrutado para auxiliar no desenvolvimento de algoritmos de ML deve ter pelo menos 1 ano de experiência trabalhando com Big Data e *data analytics*. Como são áreas populares e em franca expansão, existem muitos jovens profissionais habilitados para o desafio que propomos. Solicitamos uma segunda bolsa na categoria TT4 porque o profissional que recrutaremos para o cargo deve ser mais jovem e/ou – em decorrência da lei da oferta e procura – provavelmente aceitará receber remuneração um pouco mais baixa que a do primeiro bolsista.