Projeto Inteligência Esportiva

ESPORTE BASEADO EM EVIDÊNCIAS

RACIOCÍNIO CIENTÍFICO APLICADO À INTELIGÊNCIA ESPORTIVA

Sport Intelligence Project

EVIDENCE-BASED SPORT[1]

SCIENTIFIC REASONING APPLIED ON SPORT INTELLIGENCE

Alcion Alves Silva

Doutor em Epidemiologia
Coordenador do Grupo Prática Clínica
www.praticaclinica.com.br

Resumo

A heurística é um processo intuitivo de tomada de decisões rápidas, porém o desempenho no esporte de alto rendimento depende das decisões corretas por parte de técnicos, gestores e atletas. Para este fim, a ciência e a tecnologia vem progressivamente ocupando espaço como coadjuvante dos profissionais no campo do esporte. A aplicação do método científico para gerar o raciocínio bayesiano, baseado em probabilidades, sobre grandes quantidades de dados armazenados em bancos de dados de alto desempenho (*big data*) perfaz o conjunto de ferramentas para o cientista produzir informações fidedignas. O Projeto Inteligência Esportiva desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná em parceria com o Ministério do Esporte (Brasil) é um estudo de caso sobre a combinação de ciência e tecnologia aplicada à gestão do esporte. Sua essência reside no desenvolvimento de um banco de dados de acesso público, estruturado para avançar no armazenamento de futuras linhas de pesquisa considerando o fenômeno de datificação do esporte (registro eletrônico dos eventos em grande escala), pois permite que indicadores físicos ou biológicos sejam armazenados e recuperados para análise.

Palavras-chave: esporte, ciência da informação, política informada por evidência,

Abstract

Heuristics are an intuitive process of rapid decision-making, but performance in sports depends on correct decisions by coaches, managers and athletes. To this end, science and technology has been progressively occupying space as a coadjuvant of professionals in the field of sports. The application of the scientific method to generate bayesian reasoning, based on probabilities, on large amounts of data stored in big data bases makes the toolkit for the scientist to produce reliable information. The Sport Intelligence Project developed by the Federal University of Paraná in partnership with the Ministry of Sport (Brazil) is a case study on the combination of science and technology applied to sport management. Its essence lies in the development of a public access database, structured to advance the storage of future lines of research, considering the phenomenon of sports datification (electronic recording of large-scale events), as it allows physical or biological indicators to be stored and recovered for analysis.

Key-words: sport, Information science, evidence-informed policy,

---

[1] SILVA, A.A. Esporte Baseado em Evidências. Revista Prática Clínica Baseada em Evidências. n.6, 2018.

Introdução

As pessoas têm grande confiança nas suas percepções, usam experiências passadas para tomar decisões futuras, generalizando uma situação para todas as demais similares, um fenômeno denominado heurística. Trata-se de um processo cognitivo para tomar decisões rápidas, não racionais, que, em geral, ignora grande parte da informação disponível (Silva, 2009).

A heurística justifica-se por ser um padrão cognitivo adaptado à sobrevivência da espécie, consoante com o comportamento leigo, modo instintivo de agir. A situação torna-se preocupante quando profissionais depositam crença irrestrita nas suas percepções para tomar decisões técnicas (Silva, 2009).

Um exemplo relevante deste fenômeno diz respeito à crença da população (e de muitos profissionais da medicina do esporte) na indicação de exames complementares para tomar decisões clínicas (como o diagnóstico de lesão de um atleta). Uma revisão sistemática publicada pela rede Colchrane (Krogsboll, 2012), envolvendo 14 estudos clínicos e 182.880 mil sujeitos assintomáticos, evidenciou que exames preventivos (*check-ups*) anuais não reduziram a mortalidade nem a morbidade, mas produziram um aumento de até 20% em diagnósticos imprecisos, quais levaram a intervenções desnecessárias.

De acordo com as melhores práticas o profissional deve verificar a existência de evidências com alto grau de recomendação, ou mesmo a ausência destas, para fundamentar suas técnicas ou mudar suas crenças e condutas, respectivamente. Entretanto a observação sugere que o raciocínio de grande parte dos profissionais é não-bayesiano, haja vista que o modo como conduzem suas reflexões sobre as informações é assimétrico, ou seja, toda informação que não condiz com sua convicção é desconsiderada, independente do grau de fundamentação científica (Silva, 2009).

Profissionais (técnicos, atletas, gestores) que pensam como cientistas são observadores rigorosos que priorizam a experimentação em detrimento da experiência, questionando de modo crítico suas convicções e a própria percepção da realidade.

Para subsidiar os profissionais de diversas áreas sobre a verdade em relação à determinado fenômeno, a ciência avançou de modo significativo em todos os campos do saber, sem distinção para o do esporte. Trouxe com ela várias atividades relacionadas à formação e ao

desenvolvimento do atleta de alto rendimento, como a medicina do esporte, a engenharia de materiais, a biomecânica, fisiologia, fisioterapia, nutrição e, sim, o cientista. Hoje o atleta compartilha seu desempenho com uma enorme equipe de apoio.

Cientistas são profissionais que atuam sistematicamente para a produção do conhecimento com a intenção de melhor compreender os fenômenos, utilizando como ferramenta de trabalho o método científico. Quando o método é aplicado para conhecer fenômenos específicos de utilidade prática, então a ciência recebe a alcunha de aplicada.

A aplicação do método científico ao esporte de alto rendimento olímpico e paralímpico, atualmente associado às novas ferramentas de computação, permite construir modelos matemáticos para estimar o comportamento de sistemas biomecânicos de próteses sob condições específicas de esforço e fadiga (massa, energia, elasticidade). O tratamento de dados pode produzir informação estratégica sobre treinamento, descanso, perfil emocional e performance. O resultado objetivo do conhecimento científico reflete-se na recuperação mais rápida de atletas, treinamentos eficientes e individualizados, redução de risco de lesões, análise do comportamento emocional de atletas e planejamento técnico e tático de equipes.

O esporte de alto rendimento, como outras áreas do saber, presencia um avanço da ciência e da computação de dados com a intenção de elevar a eficiência das suas intervenções (treinamentos, tratamentos, recuperação, estratégias) por meio da prática baseada em evidências. Este processo exige atenção à preparação dos profissionais (técnicos e gestores) para o domínio do método científico, uso do raciocinado bayesiano e à compreensão da aplicação de novas tecnologias de computação além do nível de usuário, ou, ao menos integrantes capacitados nas equipes.

O Método Científico Aplicado em Modelos Esportivos

Na acepção original de Aristóteles (322 a.C.) o termo ciência (episteme, *scientia*) faz referência ao estado máximo do saber humano pela apreensão completa e definitiva do significado de um objeto ou fenômeno. Entretanto, quanto mais avança a ciência, de modo progressivo se compreende que o sentido pleno dos fenômenos sempre parecem estar num estado mais elevado, talvez inatingível, remetendo ao paradoxo socrático (450 a.C.) "*ipse se nihil scire id unum sciat*" (Lat.).

Ascendendo do berço do pensamento ocidental moderno, no tocante ao estudo do conhecimento (epistemologia), emergiram por séculos os pensadores que fundamentaram o raciocínio crítico, como Ptolomeu e Euclides. Porém foi no período renascentista que destacou-se o personagem pontual do pensamento científico, Rene Descartes (1596-1650), com sua obra

"Discurso do Método" qual estabeleceu as bases deste, tomando como referência os estudos de Roger Bacon (1214-1292), Nicolau Copérnico (1473-1543), Francis Bacon (1561-1626) e Galileu Galilei (1564-1642).

A partir da definição do método científico, este tornou-se mais abrangente com os trabalhos de Augusto Comte (1798-1857) "Lei dos Três Estados", culminando com expoentes do nível de Isaac Newton (1643-1727), Charles Darwin (1809-1882), Albert Einstein (1879-1955), Henri Poincaré (1854-1912), Niels Bhor (1885-1962), Pierre Duhem (1861-1916), Bertrand Russel (1872-1970), Karl Popper (1902-1994), Thomas Kuhn (1922-1996); entre outros pensadores.

Sobre o método científico se pode dizer que trata-se da ação de planejamento e condução de estudos para investigação das causas e consequências dos fenômenos, por meio da formulação e teste de hipóteses, análise de dados submetidos à testes estatísticos, para finalmente proceder inferências lógicas de diferentes ordens, de modo a chegar a resultados passíveis de replicação e confirmação ou negação (Silva, 2009) (Figura 01).

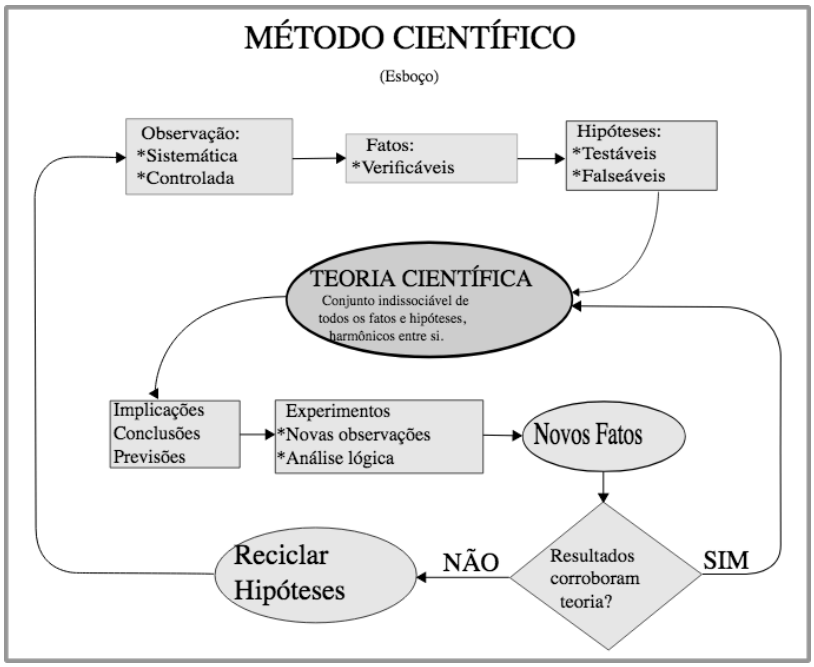

Figura 01 - O método científico testa hipóteses relacionadas a um problema, utilizando a probabilidade para refutar ou confirmar determinada convicção (Wilkipedia, 2018).

O método permite confirmar ou refutar hipóteses com grau estimado de precisão. No aspecto prático, tomar decisões baseadas apenas na experiência pessoal em detrimento do levantamento e avaliação crítica da melhor evidência disponível favorece a perpetuação de

práticas estabelecidas nem sempre eficazes. O exercício profissional fundamentado apenas em impressões torna-se duvidoso, pois estas são limitadas e o julgamento, em consequência, falacioso (Silva, 2009).

O método científico aplicado ao esporte é proposto como ferramenta para reduzir as incertezas determinadas pelas impressões pessoais no momento de tomar decisões.

Não obstante as técnicas científicas sejam poderosas ferramentas na investigação da verdade, extrapolar seus resultados para o mundo real do esporte de alto rendimento apresenta limites, pois a performance de um atleta ou equipe é um problema dinâmico, complexo e indefinido; diferente dos estudos experimentais controlados realizados em laboratórios.

Num cenário em que técnicos e gestores do esporte nem sempre dispõe de informação suficiente para tomar a melhor decisão, diante de informações parciais ou imprecisas, apenas soluções aproximadas podem ser obtidas, isto significa tomar decisões com incerteza. Deste modo, emerge a necessidade de usar técnicas para trabalhar com a incerteza, tais como o raciocínio lógico (convicção até que uma evidência prove o contrário), lógica nebulosa (informações com diferentes graus de verdade) e o raciocínio probabilístico (combinação entre probabilidade e dedução).

Raciocínio Probabilístico

O resultado da racionalidade do método científico na investigação dos fenômenos são as evidências, definidas como os atributos probabilísticos daquilo que se está investigando. O desenvolvimento do cálculo de probabilidades ocorreu por meio de uma troca de cartas entre dois matemáticos notáveis, Blaise Pascal (1623-1662) e Pierre de Fermat (1601-1665).

O raciocínio probabilístico toma por base o fato de que os profissionais (gestores, técnicos e atletas) convivem com a incerteza para tomar decisões (de gestão, estratégicas e táticas), então a probabilidade é um modo de medir tais incertezas.

O raciocínio probabilístico oferece técnicas para quantificar a incerteza a partir de dados, permitindo aprimorar o cálculo ao passo em que novos dados são apresentados no processo. Três conceitos são necessárias para o entendimento da probabilidade:

1. Aleatoriedade - compreender que os fenômenos naturais, em geral, não seguem padrões determinísticos, mas uma distribuição de probabilidades;

2. Espaço amostral - é o espaço que contém o conjunto dos resultados possíveis de um experimento;

3. Correlação - diz respeito ao coeficiente de correlação (positivo ou negativo) entre as variáveis relacionadas ao mesmo problema.

Se na análise de um fenômeno a aleatoriedade está associada à incerteza, então o espaço amostral define o conjunto de possibilidades dos eventos ocorrerem, podendo ou não haver correlação entre eles. Deste modo, A ideia de probabilidade divide-se em dois conceitos relacionados, utilizados para modelar o mundo real:

- Probabilidade aleatória - representa uma série de eventos futuros cuja ocorrência é definida por alguns fenômenos físicos aleatórios (ex. probabilidade de chuva durante uma prova de formula 1).

- Probabilidade bayesiana - representa as incertezas sobre situações em que não se tem o conhecimento completo das circunstâncias (ex. probabilidade de uma lesão no atleta baseado num exame complementar). É um dos métodos mais utilizados em computação científica.

Thomas Bayes (1702-1761) formulou um teorema capaz de lidar com incertezas e atualizar nossa crença sobre determinado evento à medida que novas informações são produzidas. Esse teorema é a base de todos os sistemas inteligentes modernos que utilizam a inferência probabilística.

Na beleza da arte, trata-se de uma afirmação matemático-filosófica sobre como testamos hipóteses a respeito de um fenômeno por meio de estimativas, aproximando de modo progressivo da verdade à medida que reunimos mais evidências. Em sua definição mais básica, trata-se apenas de uma expressão algébrica com quatro variáveis – três conhecidas e uma desconhecida (Figura 02).

$$P(H \mid E) = P(E \mid H) \,.\, P(H) \,/\, P(E)$$

Figura 02 - Teorema de Bayes abordando a probabilidade de uma hipótese (H) ser verdadeira, considerando o conhecimento sobre determinada evidência (E). Variáveis na ordem dos termos: probabilidade posterior, probabilidade, probabilidade da hipótese e preditor da probabilidade posterior (denominador).

O foco do teorema é a probabilidade condicional, ou seja, a probabilidade de uma hipótese ser verdadeira na condição de uma determinada evidência conhecida. Este simples raciocínio permite regras de inferência bastante poderosas, tais como:

- A probabilidade pré-evidência (*à priori*) é a prevalência (frequência) do fenômeno na população da qual o sujeito faz parte. Quando a probabilidade pré-evidência é muito baixa, um resultado positivo terá grande chance de ser um falso positivo.

- Quanto maior a prevalência (frequência) pré-teste do fenômeno na população da qual o sujeito faz parte, mais provável será um resultado positivo realmente ser positivo, e menos provável um negativo ser verdadeiramente negativo.

- Quanto menor a prevalência (frequência) do fenômeno, menos provável será um resultado positivo significar positivo e mais provável será um resultado negativo significar negativo.

O raciocínio bayesiano pode ser representado pelo conjunto dos elementos contidos no espaço amostral (Figura 03).

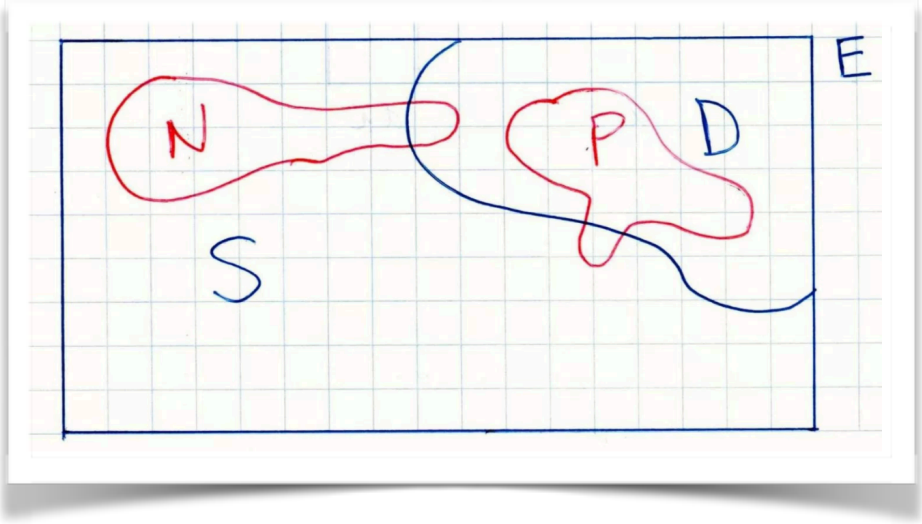

Figura 03 - Espaço amostral (E - conjunto de todos os valores que a variável aleatória pode assumir), doentes/lesionados (D - este evento é um subconjunto do espaço amostral), saudáveis (S - este evento é outro subconjunto do espaço amostral), verdadeiros positivos (P), verdadeiros negativos (N). O VPP ou acurácia (precisão) é a proporção de verdadeiros positivos e negativos que o teste consegue identificar (Simões, 2013).

Para atualizar as convicções sobre o problema em estudo, *à priori* o pesquisador precisa conhecer a prevalência (frequência) do fenômeno na população, *à posteriori* levantar evidências sobre a hipótese em teste; porém nem todas as evidências possuem o mesmo grau de certeza.

Níveis de Evidência Aplicados ao Esporte de Alto Rendimento

O *Teorema de Bayes* trata da mudança de crenças frente à novas evidências, mas qual tipo de evidência?

Partindo do conceito geral de que *evidente* é aquilo que está claro para todos, este sugere que nem sempre decorre de comprovação ou demonstração. Entretanto, para o cientista, a evidência deve ter sua origem no tratamento do fenômeno pelo método científico, e, de acordo com o rigor metodológico adotado, as evidências podem ser organizadas num escala de relevância (Silva, 2009).

As evidências que embasam as decisões no esporte de alto rendimento podem apresentar diferentes graus de certeza, dependendo do delineamento metodológico dos estudos desenvolvidos. Os graus de certeza são, então, relacionados ao nível da evidência (NE) e associados ao grau de recomendação (GR) para aplicação das intervenções na prática do esporte (Silva, 2009) (Tabela 01).

Tabela 01 - Apresentação dos níveis de evidências e seus respectivos graus de recomendação (adaptado de Silva, 2009).

Nível	Descrição	Grau	Recomendação
Nível I de Evidência	Estudos experimentais randomizados com magnitude do efeito significante, poder estatístico e mínimo erro alfa ou revisão sistemática destes estudos.	Grau A de Recomendação	Estudo que oferece evidência conclusiva. Neste caso é sugerida a aplicação da prática pesquisada salvo contraindicação específica.
Nível II de Evidência	Estudos experimentais randomizados que não preenche os critérios do Nível I ou revisões sistemáticas destes estudos ou inferiores	Grau B de recomendação	Situações em que as evidências são conflitantes sobre a utilidade ou eficácia de certa prática. Esta provavelmente será útil, porém com menor eficiência.
Nível III de Evidência	Estudo caso-controle selecionados de modo aleatório ou coorte com delineamento prospectivo.	Grau C de Recomendação	A força da evidência é favorável a utilidade/eficácia da prática investigada, entretanto sua fundamentação é frágil. Recomenda-se prudência na indicação desta.
Nível IV de Evidência	Estudo de coorte com delineamento retrospectivo (histórico)	Grau C de Recomendação	
Nível V de Evidência	Estudos transversais de casos e controles ou estudos de prevalência.	Grau C de Recomendação	
Nível VI de Evidência	Estudos de caso, revisões não-sistemáticas da literatura, série de casos, argumentos de autoridade ou consulta à especialistas.	Grau D de Recomendação	Condições para as quais não existem evidências ou consenso de que a prática investigada é útil ou efetiva, Cautela na conduta.

A associação de evidências de alto nível com o poder do raciocínio probabilístico permitir tomar decisões racionais mesmo quando não existem informações suficientes para sustentar qualquer hipótese. Se o raciocínio lógico-dedutivo obtém conclusões a partir da base ponderada do conhecimento prévio a respeito do problema, então este apresenta vulnerabilidade ao trabalhar com a incerteza (Coppin, 2012). Nestes casos, o raciocínio probabilístico é adequado para situações onde não se conhece, à princípio, todo o escopo do problema, o que caracteriza grande parte das decisões relacionadas ao campo do esporte. Ainda, o poder de inferência do raciocínio científico probabilístico pode aumentar por meio da representação do conhecimento utilizando Redes Bayesianas e propagação de probabilidades.

Redes Bayesianas e a Datificação de Esporte

Na sua definição matemática uma rede bayesiana é uma representação tabular da conjunção das probabilidades do universo do problema. Trata-se de modelos gráficos idealizados na década de 80, aplicados para o gerenciamento da incerteza em um determinado sistema (conjunto de elementos independentes que formam um todo organizado).

Um sistema esportivo possui incerteza quando apresenta informações conflitantes ou ausentes. A técnica de redes bayesianas procura verificar, no espaço amostral, qual a influência probabilística indireta de uma variável sobre as demais.

Suponha que uma equipe técnica precisa tomar uma decisão entre dois tratamentos para recuperar a lesão no pé de um importante atleta: cirúrgico ou fisioterápico. A rede bayesiana permite responder questões como: a) Qual a probabilidade de o atleta submeter-se à cirurgia sabendo que ele sofreu fratura? b) Qual a probabilidade de o atleta submeter-se à fisioterapia sabendo que ele sofreu fratura? c) Qual a porcentagem (frequência) da ocorrência de fraturas? (Figura 04)

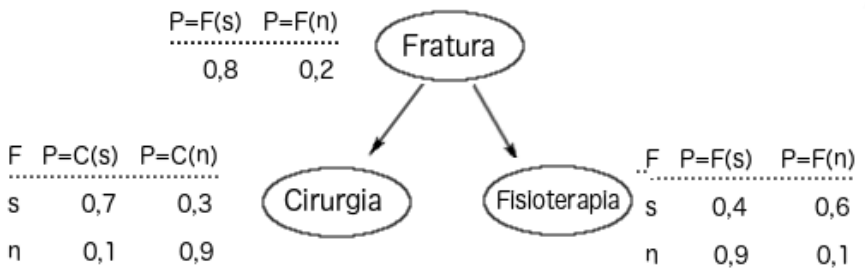

Figura 04 - O exemplo hipotético representa os garfos e as tabelas de probabilidades condicionadas que possibilitam o calculo de propagação de probabilidades. A probabilidade de o atleta submeter-se à cirurgia sabendo que ele sofreu fratura é (P(C|F)=0,7). A probabilidade de o atleta submeter-se à fisioterapia

sabendo que ele sofreu fratura é ((P(F|F)=0,4). A porcentagem de fraturas (a probabilidade de fratura depende da sensibilidade do exame complementar utilizado para o diagnóstico) é (P(F)=0,8).

Se o raciocínio baseado em evidências é a estrutura científica para a inferência sobre informações, os dados são os elementos básicos deste processo. Atualmente, a produção de grandes quantidades dados em tempo real (datificação) por meio do conceito de *Internet das Coisas* (IoT) trouxe à ciência uma nova dimensão, qual excede a capacidade humana para o tratamento de dados, emergindo a computação científica (Figura 05).

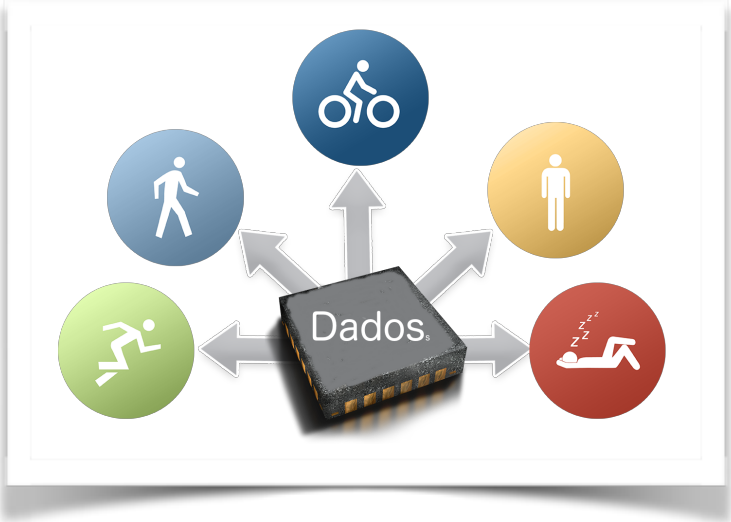

Figura 05 - O conceito de internet das coisas (IoT) extrapola para o esporte a computação vestível, aumentando exponencialmente a produção de dados em tempo real.

A Internet das Coisas é uma nova tecnologia de rápida inclusão no mundo esportivo de competição e recreativo. Originada dos laboratórios do MIT (Massachusetts Institute of Technology) no início deste século (XXI), vem transformando o ambiente da pesquisa científica por meio da captação, através de sensores, de parâmetros de saúde e performance. Os dados armazenados podem ser analisados em tempo real por meio de ferramentas computacionais (Ray, 2015), pois o volume deste é muito superior à capacidade de uso dos técnicos e demais profissionais na área de esporte (Silva, 2014).

Neste cenário, as aplicações computadorizadas desempenham importante papel, sendo esta uma das abordagens do *Projeto Inteligência Esportiva* desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná (www.inteligênciaesportiva.ufpr.br/site/) e no ambiente de desenvolvimento de tecnologias mantido pelo Grupo Prática Clínica (www.praticaclinica.com.br).

Computação Científica

No aspecto técnico, um computador é uma máquina eletrônica, programável, capaz de armazenar, processar e recuperar dados ou informações. A primeira aplicação da computação no esporte data da década de 60 com a intenção de armazenar informações. Atualmente a computação científica é considerada a terceira via para obter conhecimento, além da teoria e da experimentação, por meio da simulação quantitativa dos modelos matemáticos.

No ano de 2018 o *Projeto Inteligência Esportiva* (UFPR) concluiu sua primeira fase com o desenvolvimento de um banco de dados (*big data*) com mais de 50 mil atletas e aproximadamente 5 mil instituições cadastradas, perfazendo mais de 3 milhões de dados, oferecendo uma visão plena do esporte de alto rendimento no país por meio do cruzamento de dados e emissão de relatórios e mapas em diversos formatos (Figura 06).

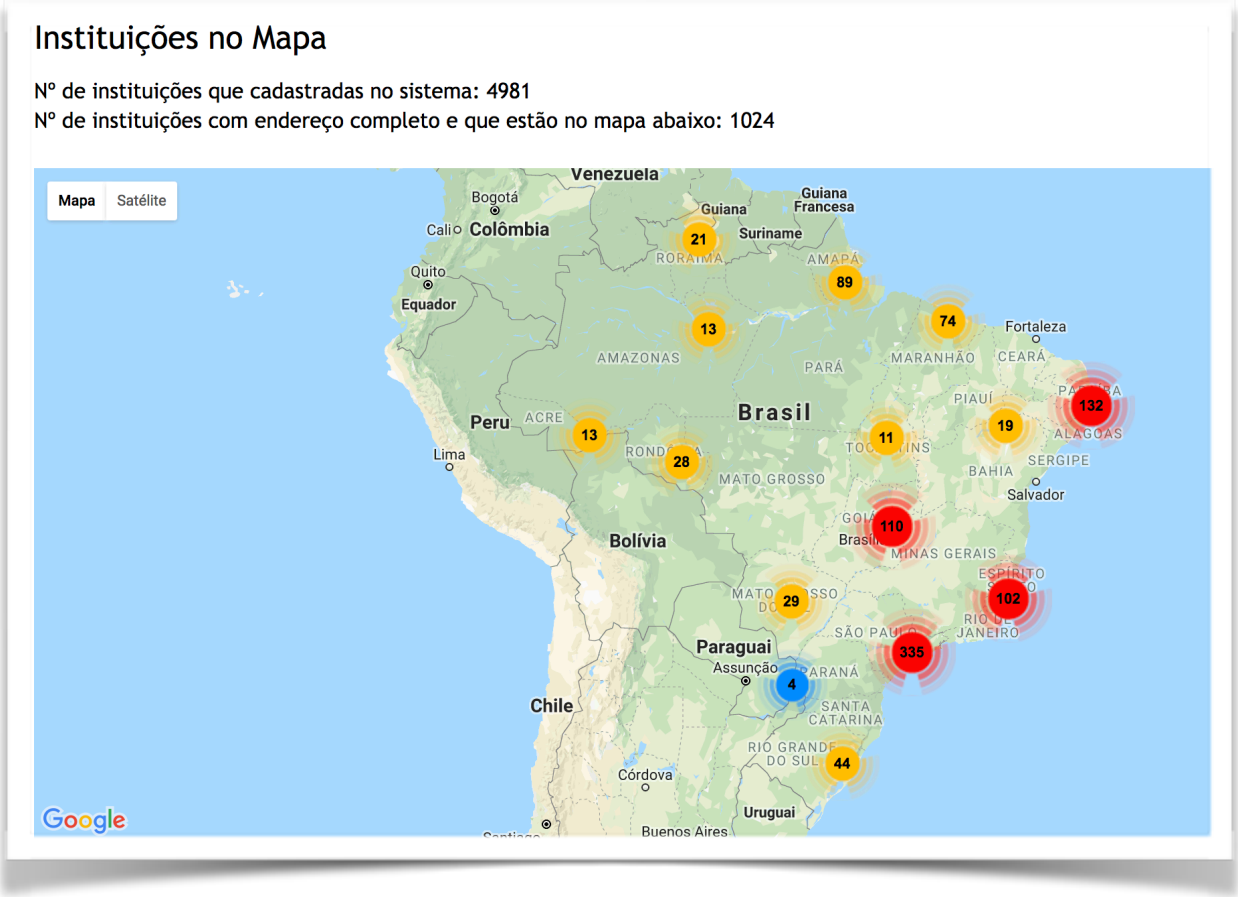

Figura 06 - Mapa gerado pelo sistema Inteligência esportiva apresentando a distribuição das instituições esportivas no território nacional.

Para que os objetivos científicos e de cidadania (transparência) do *Projeto Inteligência Esportiva* pudessem alcançar a sociedade, foi desenvolvido uma página na rede mundial de

computadores (www.inteligenciaesportiva.ufpr.br/site/) de acesso irrestrito, com a publicação da produção científica dos integrantes do Projeto e uma ferramenta de pesquisa para acesso ao banco de dados Inteligência esportiva (Figura 07).

Figura 07 - Página disponível na rede mundial de computadores (www.inteligenciaesportiva.ufpr.br/site/) para livre acesso da sociedade e pesquisadores ao banco de dados do Projeto Inteligência Esportiva.

A tecnologia desenvolvida também trouxe mudanças no aspecto metodológico dos estudos produzidos pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), em particular no conceito de amostragem e no seu contra-efeito de margem de erro, pois, a partir desta, as análises poderão ser realizadas sobre 100% dos dados levantados.

O volume dos dados produzidos está a aumentando em ritmo exponencial, mas dados brutos não são úteis até que se gere inteligência a partir destes.

A tecnologia *big data* traz oportunidades para o sistema de esporte nos aspectos de competição, organização e gestão quando passa a reger as decisões baseadas em dados, pois atletas e técnicos podem elaborar métodos eficientes para basear os processos de estratégia e treinamento. De modo oposto, equipes sem acesso ao níveis elevados de ciência e tecnologia tendem a ser menos competitivas. Esta questão motiva a publicação dos dados para acesso equitativo de todos os agentes do esporte no país (Silva, 2014).

Considerações Finais

A fase atual do *Projeto Inteligência Esportiva,* iniciada em 2018, conta com a parceria da associação sem fins lucrativos '*Sou do Esporte*' (www.soudoesporte.com.br) e avança no âmbito da gestão dos recursos (governança) empenhados pelas entidades de administração do esporte.

Parte-se do entendimento que o modelo de estrutura (configuração administrativa) e organização (políticas para gestão dos recursos) são fatores contribuintes para o desenvolvimento do esporte de elite do país, além da preparação técnica e de treinamento específica (Truyens, 2016).

Com base no entendimento do Banco Mundial,

Governança é o modo pelo qual o poder é exercido na administração dos recursos sociais e econômicos, visando o desenvolvimento e a capacidade dos administradores em planejar políticas e cumprir funções.

A infraestrutura do novo sistema computacional para quantificação da governança baseia-se na avaliação de cinco dimensões: transparência, equidade, contas, integridade e modernização. Para cada dimensão diversos itens são auditados, gerando o calculo da eficiência de cada entidade esportiva (clubes, confederações) na gestão dos recursos (Figura 08).

1. TRANSPARÊNCIA	10		Resumo	Máximo	Evidência	Comentário
1.1.Publicação de documentos financeiros			**10**	**10**		
1.1.1 Publica balanço	**Sim**	Não			Upload documento	Campo texto
1.1.2 Publica balancete	**Sim**	Não			Upload documento	Campo texto
1.1.3 Obrigação de publicação	**Sim**	Não			Upload documento	Campo texto
1.1.4 Publicação auditores	**Sim**	Não			Upload documento	Campo texto

Figura 08 - Página de entrada de dados para análise da governança das instituições esportivas.

Os dados coletados no processo de auditoria são armazenados no banco de dados do *Projeto Inteligência Esportiva* (*big data*), permitindo recuperação e consulta por gestores e interessados (Figura 09).

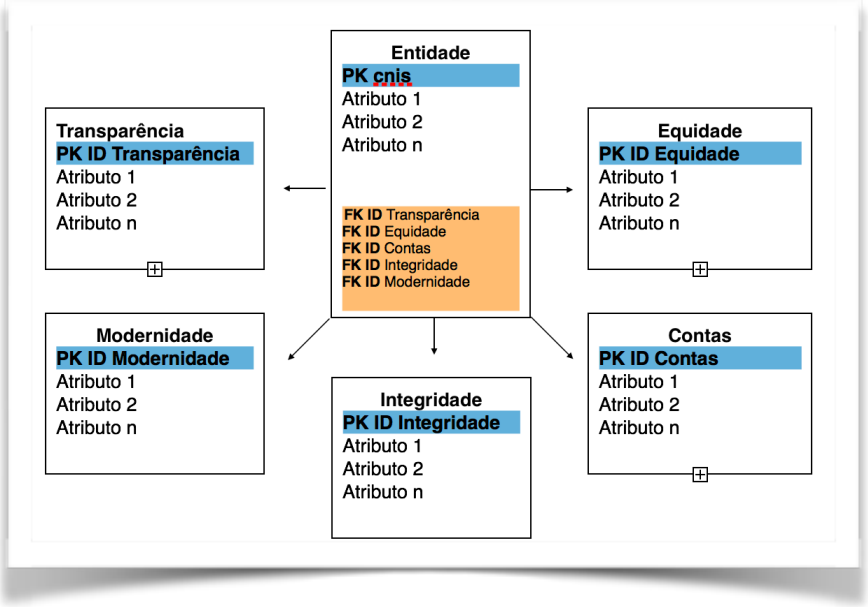

Figura 09 - Estrutura simplificada do modelo entidade-relacionamento (MER) do banco de dados do sistema de governança.

Com o processo de estruturação dos dados, este passa a ser mais um ativo organizacional para os gestores do esporte, proporcionado pelo *Projeto Inteligência Esportiva*. A qualidade dos dados é assegurada pelo processo de auditoria (Associação Sou do Esporte) qual envolve a inspeção de documentos num processo de amostragem.

Considerando que o desempenho esportivo no atual cenário competitivo resulta do trabalho multidisciplinar e do emprego da ciência e tecnologia (modelos matemáticos, estatística, computação), a infra-estrutura tecnológica do *Projeto Inteligência Esportiva* está adequada à inclusão de futuras linhas de pesquisa considerando o fenômeno de datificação do esporte (registro eletrônico dos eventos em grande escala), pois permite que indicadores físicos ou biológicos sejam armazenados e recuperados para análise.

Considerando que o esporte é um sistema complexo, dinâmico e indefinido (um sistema com grande número de variáveis no qual não se conhece necessariamente a inter-relação destas devido à emergência de novos comportamentos não triviais no tempo), as técnicas computacionais permitem identificar padrões em grandes quantidades de dados, além da capacidade humana, revelando comportamentos de cooperação e competitividade entre atletas.

A fronteira atual da ciência e tecnologia aplicada ao esporte de alto rendimento é dar suporte para a tomada de decisões dos agentes esportivos (técnicos, gestores e atletas) por meio da utilização de dados espaço-temporais em larga escala, para a individualização de estratégias de treinamento de atletas e equipes, aperfeiçoar estratégias de treino e oferecer organização e transparência às organizações (Morgan, 2016; Silva, 2014).

Referências Bibliográficas

Coppin, B. Inteligência Artificial. Trad.: Valério, J. D. P.. Rio de Janeiro:LTC, 2012.

Krogsbøll, L. T,; Jørgensen, K. J.; Grønhøj, Larsen, C.; Gøtzsche, P. C. General Health Checks in Adults for Reducing Morbidity and Mortality From Disease. Cochrane Database Syst Rev. 2012.

Morgan, S. Computer Science in Sport - Research and Practice: A Book Review. International Journal of Computer Science in Sport. 15(1), 2016.

Ray, P. P.; Internet of Things for Sports (IoTSport): An Architectural Framework for Sports and Recreational Activity. IEEE. 2015.

Silva, A. S. Prática Clínica Baseada em Evidências. São Paulo:Santos, 2009.

Silva, A. S; Malacarne, G. B.. Empreendedorismo. Amazon. 2014

Simões, M. Doentes Perfeitamente Saudáveis. Cálculo: Matemática para Todos. 31, 2013.

Truyens, J.; Bosscher, V. An Analysis of Countries Organizational Resources, Capacities, and Resources Configurations in Athletics. Journal of Sport Management. 30:566-85, 2016.

Wikipedia. Método Científico. Acesso em: https://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_cient%C3%ADfico. 2018