

## Apresentação e Visualização de Informação – Momento 2

Tema: Impacto das Emoções no Desempenho de um Guarda-Redes de Andebol

Grupo de trabalho:

PG60101 – Henrique Azevedo Gomes

PG60103 – Hugo Alexandre Marques Talaia

PG61460 - Iara Martins Soares

PG61476 – Maria João Correia Gonçalves

### 1. Introdução

Nesta fase do projeto, apresentaremos a conceptualização da nossa solução global para o problema identificado no Momento 1: a complexidade de analisar e gerir o impacto das emoções no desempenho de um guarda-redes de andebol. O objetivo deste documento é definir a arquitetura de visualização que permitirá transformar dados fisiológicos e técnicos em conhecimento útil para a equipa técnica.

Ao longo deste relatório, focaremos a nossa atenção na seleção dos atributos mais relevantes extraídos dos dados simulados (como frequência cardíaca, estado emocional e tempo de reação) e explicaremos como essa informação será apresentada visualmente. Detalharemos a escolha dos tipos de gráficos a utilizar, justificando a sua adequação à natureza temporal e comparativa dos dados desportivos, bem como a definição de uma paleta de cores semântica que facilite a leitura rápida dos estados emocionais (ansiedade vs. confiança).

Abordaremos também o tipo de interação e os filtros que serão implementados no *dashboard*, garantindo que tanto treinadores como psicólogos possam explorar os dados de forma intuitiva, desde uma visão geral da época até ao detalhe de um momento de jogo específico.

Por fim, identificaremos as causas e padrões que a nossa solução permite detetar e discutiremos as decisões práticas que os utilizadores poderão tomar com base nessas visualizações. O documento conclui com o planeamento estratégico para o próximo momento de avaliação, onde se procederá à implementação técnica do protótipo.

### 2. Pertinência do problema

A solução global consiste no desenvolvimento de um *dashboard* interativo e analítico, fundamentado no conceito de *Digital Twin* (Gémeo Digital), capaz de processar e visualizar grandes volumes de dados fisiológicos e comportamentais de um guarda-redes de andebol.

Esta ferramenta tem como propósito auxiliar a equipa técnica — a compreender, de forma rápida, clara e precisa, como as variações emocionais impactam diretamente a performance técnica do atleta.

O sistema será alimentado por um conjunto de dados que consiste no registo dos remates de cada jogo da época 24/25 do clube ABC Braga, sendo a parte das emoções simulada com recursos a IA generativa. Efetivamente, cruzam variáveis críticas como a frequência cardíaca (BPM), o estado emocional (ex: ansiedade, foco, frustração), o tempo de reação e o contexto do jogo (diferença no marcador e tempo restante). A partir destes dados, a solução permitirá a filtragem dinâmica de informações, possibilitando aos utilizadores alternar entre uma visão macroscópica da época desportiva e uma análise microscópica de jogos específicos ou situações de alta pressão.

A clareza será um pilar central desta solução: o *dashboard* não pretende ser exaustivo na apresentação de dados brutos, mas sim destacar padrões e correlações ocultas. Por exemplo, permitirá visualizar se um aumento súbito na frequência cardíaca, provocado por um erro anterior, resulta numa diminuição da eficácia de defesa nos minutos seguintes.

Além da análise temporal, a solução integrará uma componente espacial, mapeando as zonas da baliza onde o guarda-redes é menos eficaz quando se encontra sob estados emocionais negativos. O objetivo principal é transformar dados abstratos em *insights* açãoáveis, permitindo uma tomada de decisão baseada em evidências — desde o planeamento de treinos de regulação emocional personalizados até à gestão estratégica durante o jogo (como a gestão de substituições ou pedidos de tempo técnico).

Em suma, esta ferramenta servirá como uma ponte entre a dimensão psicológica e o rendimento desportivo, oferecendo diferentes perspetivas de análise para potenciar a estabilidade e a eficácia do guarda-redes em competição.

### 3. Técnica das Personas

Após uma pesquisa detalhada sobre a estrutura das equipas de andebol de alto rendimento em Portugal, com foco específico na realidade do ABC Braga, foi possível reunir informações valiosas e realizar uma análise aprofundada deste público-alvo que procuramos apoiar com a nossa solução de *Digital Twin*.

Este processo de pesquisa permitiu compreender de forma mais clara as características, motivações e desafios enfrentados por estes profissionais e atletas. A análise centrou-se na compreensão do triângulo

de performance composto pela equipa técnica, departamento clínico e o próprio atleta, destacando a interdependência entre a decisão tática, a estabilidade emocional e a execução técnica.

Estes intervenientes atuam diretamente na otimização do rendimento desportivo, onde o objetivo central é mitigar o impacto da ansiedade competitiva em jogos contra adversários diretos (como FC Porto ou Sporting CP) e maximizar a eficácia do guarda-redes.

### Análise do Público-Alvo

**Características Demográficas:** O grupo abrange homens com idades entre os 20 e os 55 anos. Inclui desde jovens atletas da Geração Z, nativos digitais e abertos a novas tecnologias, até treinadores experientes com décadas de vivência prática.

**Contexto Profissional:** Inserem-se num clube histórico (ABC Braga) que, apesar de ter orçamentos inferiores aos rivais diretos, mantém a ambição de lutar por títulos e lugares europeus. Isto gera um ambiente de alta pressão constante.

**Prioridades:** Para a equipa técnica, a prioridade é a tomada de decisão informada (substituições, tempos técnicos). Para o atleta, é o autoconhecimento e a regularidade exibicional.

**Desafios Comuns:** A "invisibilidade" dos fatores emocionais. Todos reconhecem que a ansiedade afeta o jogo, mas faltam ferramentas objetivas para medir *quando* e *quanto* essa ansiedade está a prejudicar a performance motora (tempo de reação).

### Exemplos de Personas

Abaixo apresentamos as três personas definidas para o projeto, baseadas na estrutura real do ABC Braga:

#### Persona 1: Carlos Ferreira

**Idade:** 48 anos.

**Cargo:** Treinador de Guarda-Redes da Equipa Sénior do ABC Braga.

**Perfil:** É uma referência técnica no andebol nacional, metílico e analítico. Trabalha diariamente a biomecânica e o posicionamento dos atletas. Durante o jogo, é o principal conselheiro do treinador principal sobre a gestão da baliza. Valoriza a sua intuição e experiência, mas procura dados objetivos que validem as suas sensações sobre a quebra de rendimento dos seus guarda-redes.

**Decisões:** Decidir o momento exato para substituir o guarda-redes titular ou sugerir um pedido de *timeout* para quebrar o ritmo negativo.

**Objetivo:** Receber alertas visuais imediatos (ex: sistema de semáforo) sobre a "prontidão" física e mental do atleta em tempo real, para agir proactivamente antes que a equipa sofra uma sequência de golos.



#### Persona 2: Patrícia Ferreira

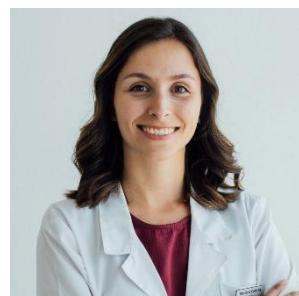
**Idade:** 35 anos.

**Cargo:** Psicóloga Desportiva

**Perfil:** Possui mestrado em Psicologia do Desporto e foca-se na análise de dados comportamentais a longo prazo. Ao contrário do treinador, não intervém no calor do jogo, mas analisa os relatórios *post-mortem* para identificar padrões de ansiedade e desenhar planos de treino mental personalizados. É metódico e procura evidências científicas nos dados.

**Decisões:** Definir estratégias de *coping* (lidar com o erro) e criar exercícios de *biofeedback* específicos para situações de alta pressão (ex: penáltis decisivos).

**Objetivo:** Identificar correlações ocultas nos dados (ex: "A frequência cardíaca sobe 20% após o primeiro golo sofrido"), provando cientificamente ao atleta como a sua resposta fisiológica está a afetar a sua performance motora.



### Persona 3: Tiago Ferreira

**Idade:** 22 anos.

**Cargo:** Guarda-Redes da Equipa Principal do ABC Braga.

**Perfil:** É um jovem talento com enorme potencial físico e técnico, mas sujeito às oscilações emocionais típicas da idade em jogos de grande decisão. Sendo um nativo digital, valoriza a tecnologia e precisa de "ver para crer": só comprehende o impacto real da sua ansiedade quando lhe mostram gráficos que comprovam a diminuição da sua velocidade de reação.



**Decisões:** Adotar técnicas de autorregulação (como respiração controlada) durante o jogo quando percebe que entrou na "zona vermelha" de ansiedade; ajustar o foco do treino nas zonas da baliza onde estatisticamente falha mais sob pressão.

**Objetivo:** Utilizar o *dashboard* para *biofeedback* e autoconhecimento, aprendendo a baixar voluntariamente a frequência cardíaca para manter o tempo de reação no nível ótimo durante os 60 minutos de jogo.

### 3. Processo para chegar à solução

Dada a descrição inicial da solução global baseada no conceito de *Digital Twin*, passamos à descrição do processo metodológico para obter a visualização final. Para tal, é necessário definir os atributos, a informação a apresentar e a estrutura dos dados que suportarão o nosso *dashboard*.

#### 3.1. Número de atributos

A quantidade de atributos a representar é determinante para a escolha dos tipos de gráfico. Os atributos podem ser classificados da seguinte forma:

- **Univariate:** Trata-se da representação de apenas um atributo, lidando com a variabilidade de uma única variável. No nosso caso, utilizaremos análises univariadas para visualizar a distribuição isolada da Frequência Cardíaca (BPM) do atleta ao longo da época, permitindo estabelecer a sua linha de base fisiológica.
- **Bivariate:** Trata-se da representação de dois atributos, estabelecendo uma relação bidimensional. Esta abordagem será fundamental para o nosso projeto, pois permitirá correlacionar o Estado Emocional (atributo qualitativo) com o Tempo de Reação (atributo quantitativo), validando se determinadas emoções afetam a resposta motora.
- **Multivariate:** Permite representações com mais de três atributos. O nosso *dashboard* privilegiará este tipo de visualização para cruzar, num único gráfico, o Minuto de Jogo, o BPM e o Resultado do Remate (Golo/Defesa), oferecendo uma visão holística da performance sob pressão.

No nosso *dashboard*, optaremos por representar maioritariamente relações entre 2 a 3 atributos, de forma a retirar informação mais rica sobre a interdependência entre a fisiologia e a técnica.

#### 3.2. Informação a apresentar

Nesta fase, especificamos as informações extraídas dos sensores do *Digital Twin* (simuladas no nosso *dataset*) que consideramos essenciais para a equipa técnica.

Identificámos como crítica a apresentação do **perfil fisiológico e emocional** do guarda-redes. Isto inclui a monitorização contínua dos Batimentos Cardíacos (BPM) e a classificação do Estado Emocional (Foco, Confiança, Ansiedade, Frustração) em cada momento do jogo. O objetivo é permitir ao treinador e ao psicólogo detetar padrões de instabilidade.

Paralelamente, é essencial apresentar **métricas de desempenho técnico**, nomeadamente o Tempo de Reação (em milissegundos) e o Resultado do Remate (Defesa ou Golo). Estas variáveis permitem quantificar o impacto real das emoções: por exemplo, verificar se um estado de "Frustração" aumenta o tempo de reação.

Por fim, incluiremos **informações contextuais do jogo**, como o Minuto, a Diferença no Placar (para medir a pressão do resultado) e o Tipo de Remate (6m, 9m, Ponta, 7m). Estes dados ajudarão a perceber se o guarda-redes falha devido à dificuldade técnica do remate ou devido à pressão psicológica do momento.

#### 3.3. Estrutura dos dados

A estrutura dos dados guia a escolha dos gráficos mais adequados. Para a construção deste *dashboard*, focámo-nos nas seguintes estruturas:

- **Temporal:** A visualização da informação ao longo do tempo é crucial, pois os eventos emocionais e físicos ocorrem numa sequência linear e podem sobrepor-se. No andebol, a fadiga e o stress acumulam-se. Assim, utilizaremos uma estrutura temporal para representar a evolução do BPM e do Tempo de Reação ao longo dos 60 minutos de jogo, permitindo identificar o momento exato de "quebra" do atleta.

- **Geográfica (Espacial):** Embora não estejamos a analisar um mapa de um país, a estrutura espacial é relevante para mapear as zonas do campo. Utilizaremos esta lógica para visualizar a origem dos remates (zonas de 6m, 9m, pontas) e associá-las à eficácia do guarda-redes, permitindo identificar se a ansiedade afeta mais a defesa de remates de longa ou curta distância.
- **Linear e Hierárquica:** Considerámos estas estruturas menos relevantes para o nosso objetivo principal. A estrutura linear foca-se em listas sequenciais simples, e a hierárquica em relações pai-filho, que não se adequam à complexidade dinâmica e correlacional das emoções num jogo de andebol.

#### 4. Tipos de Gráficos a Utilizar

Neste ponto serão abordados os gráficos a serem utilizados pelo grupo, bem como uma descrição dos mesmos baseada na literatura consultada e a sua aplicação prática no contexto do *Digital Twin* do guarda-redes. A escolha recaiu sobre visualizações que permitam analisar a evolução temporal, estabelecer comparações entre estados emocionais e identificar correlações fisiológicas.

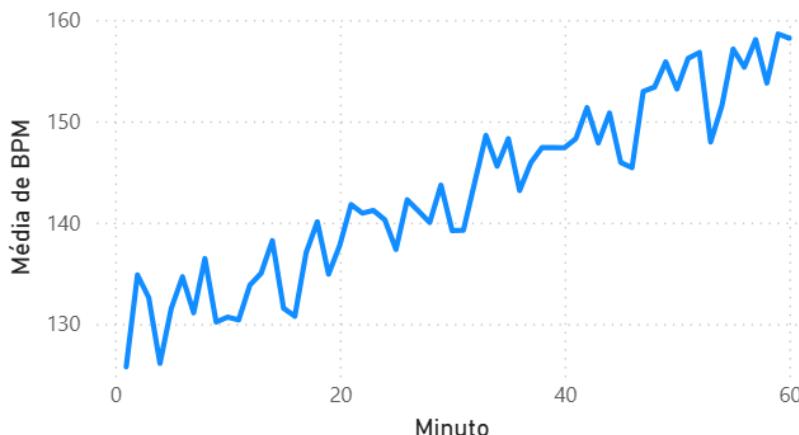
##### 4.1. Gráfico de Linhas (Evolução Temporal)

A escolha de um gráfico de linhas para a apresentação e visualização de informação apresenta várias vantagens para a compreensão e análise dos dados no contexto desportivo. Segundo a literatura analisada, o eixo horizontal do gráfico de linhas apresenta uma sequência temporal intuitiva, permitindo observar a evolução ao longo do tempo e identificar padrões temporais e tendências.

No nosso projeto, utilizaremos este gráfico para monitorizar a variável Batimentos Cardíacos (BPM) ao longo dos 60 minutos de jogo (eixo X).

- **Aplicação:** O uso do gráfico de linhas destaca claramente os picos e vales nos dados. Isto permitirá identificar momentos de stress agudo (picos de BPM) e correlacioná-los com momentos críticos do jogo, como os minutos finais de uma partida empatada, ajudando a visualizar a fadiga e a instabilidade emocional acumulada.

Média de BPM por Minuto



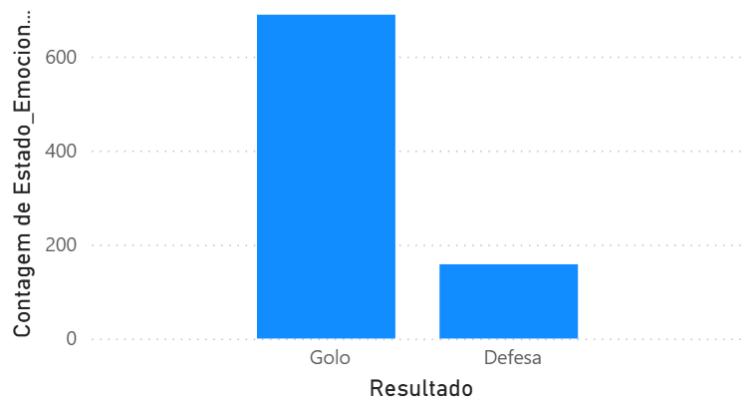
##### 4.2. Gráfico de Colunas Agrupadas (Comparação de Estados)

O gráfico de colunas continua a ser uma das formas mais confiáveis de mostrar informação, sendo indicado para realizar distribuições e comparações entre dados. Este tipo de gráfico é ideal quando queremos comparar itens ou categorias.

O grupo optou por utilizar este gráfico para comparar a Eficácia do Guarda-Redes (Taxa de Defesas vs. Golos Sofridos) em função do Estado Emocional.

- **Aplicação:** No eixo horizontal teremos as categorias emocionais ("Foco", "Confiança", "Ansiedade", "Frustração"). As colunas permitirão visualizar rapidamente se a taxa de sucesso diminui quando o atleta se encontra num estado de "Ansiedade" em comparação com o estado de "Confiança". O gráfico ajuda a identificar tendências e valores discrepantes, provando visualmente o impacto da emoção na performance técnica.

Contagem de Estado\_Emocional por Resultado



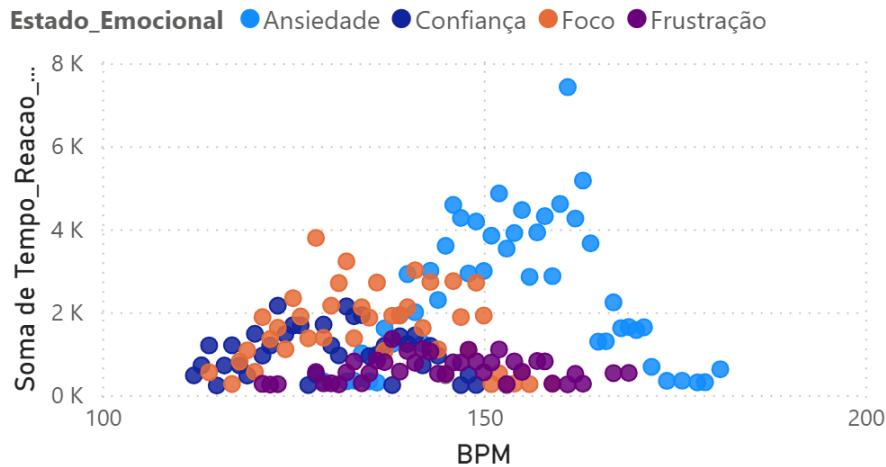
#### 4.3. Gráfico de Dispersão (Scatter Plot - Análise de Correlação)

Para abordar a complexidade do problema ("Wicked Problem"), é necessário visualizar a relação entre duas variáveis quantitativas distintas. O gráfico de dispersão é a ferramenta ideal para identificar correlações e padrões em grandes volumes de dados.

Neste *dashboard*, utilizaremos o gráfico de dispersão para cruzar o Tempo de Reação (ms) com a Frequência Cardíaca (BPM).

- Aplicação:** Cada ponto no gráfico representará um remate sofrido. A visualização permitirá validar a hipótese de que frequências cardíacas excessivamente altas (eixo X) resultam em tempos de reação mais lentos (eixo Y). Adicionalmente, utilizaremos cores para distinguir os estados emocionais nestes pontos, facilitando a identificação da "zona ótima" de rendimento do atleta.

Soma de Tempo\_Reacao\_ms por Estado\_Emocional e BPM



#### 4.4. Mapa de Calor (Heatmap - Análise Espacial)

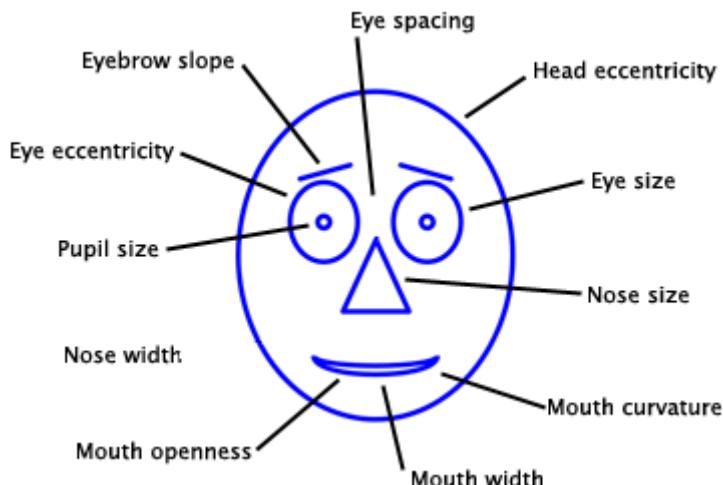
Segundo Kerren, a existência de dados geográficos ou espaciais é significativamente relevante, permitindo retirar informações sobre taxas ou quantidades em determinados pontos. Embora não estejamos a analisar um mapa geográfico de um país, aplicaremos este conceito à "geografia" da baliza de andebol.

- Aplicação:** Utilizaremos um Mapa de Calor sobre o desenho da baliza para representar a localização da entrada da bola nos golos sofridos. Este gráfico será filtrado pelo Estado Emocional. O objetivo é permitir ao treinador visualizar se, quando o guarda-redes está "Frustrado", tende a falhar mais em zonas específicas (ex: cantos inferiores), oferecendo uma análise espacial das fraquezas técnicas induzidas pela emoção.

Zona_Vertical	Esq	Centro	Dir
Baixa	80,95%	71,70%	82,89%
Média	74,58%	71,93%	73,08%
Alta	89,86%	76,27%	88,89%

**4.5. Faces de Chernoff (ícones)** Segundo Tufte (2001), as Faces de Chernoff permitem codificar múltiplos atributos quantitativos ou qualitativos em características faciais (como a curvatura da boca ou o tamanho dos olhos). Esta técnica aproveita a capacidade humana de reconhecer expressões rapidamente para detetar padrões complexos em dados multivariados.

**Aplicação:** No nosso *Digital Twin*, a **Curvatura da Boca** indicará o Estado Emocional (sorriso para "Confiança", invertida para "Ansiedade"), o **Tamanho dos Olhos** refletirá o Nível de Alerta (Tempo de Reação) e a **Cor da Face** a Frequência Cardíaca (BPM). Isto permite ao treinador interpretar instantaneamente a condição global do atleta sem necessitar de ler tabelas.



## 5. Interação e Filtros

Para que a solução final se torne intuitiva e permita à equipa técnica extrair conhecimento acionável dos dados, definimos um conjunto de mecanismos de interação e filtragem. O objetivo é transformar a exploração de dados complexos (fisiológicos e técnicos) numa experiência fluida e personalizada.

### 5.1. Filtros

Os filtros são essenciais para reduzir a carga cognitiva do utilizador e focar a análise em cenários específicos. Com base nas variáveis do nosso dataset, propomos os seguintes filtros dinâmicos:

- Contexto de Pressão (Diferença no Placar): Este filtro permitirá ao treinador isolar momentos de "Alta Pressão" (jogos empatados ou com diferença de 1 golo nos minutos finais) versus "Baixa Pressão". Assim, será possível verificar se a estabilidade emocional do guarda-redes se deteriora em momentos decisivos.
- Resultado Anterior (Gatilho Emocional): Um filtro binário ("Após Golo Sofrido" vs. "Após Defesa") que permitirá analisar a capacidade de recuperação emocional do atleta. O psicólogo poderá usar este filtro para investigar se existe um "efeito bola de neve" onde um erro gera frustração e subsequente quebra de performance.
- Seleção Temporal (Jogo/Época): Através de um seletor de data ou ID de Jogo, o utilizador poderá alternar entre uma visão macroscópica (médias da época) e uma visão microscópica (análise minuto-a-minuto de um jogo específico).
- Tipo de Remate: Filtrar por zona técnica (6m, 9m, Ponta, 7m) para distinguir se as falhas são devidas à dificuldade técnica do remate ou ao estado emocional do momento.

### 5.2. Tipo de Interação

No âmbito da visualização, a interação desempenha um papel fundamental ao permitir que os utilizadores manipulem e compreendam os dados de várias formas. Para o nosso *dashboard*, adotaremos as seguintes abordagens teóricas:

- Overview to Details (Visão Geral para Detalhes): Esta será a técnica de manipulação principal. O *dashboard* apresentará inicialmente uma visão global do desempenho da época (ex: correlação média entre BPM e Eficácia). Ao interagir com um ponto de dados específico (ex: clicar num jogo onde a eficácia foi baixa), o sistema detalhará a informação, mostrando o gráfico de linhas da evolução do *stress* nesse jogo específico. Isto permite manter o contexto global enquanto se investigam as causas particulares .
- Data Filtering (Filtragem Dinâmica): Utilizaremos a técnica de consulta dinâmica (*Dynamic Querying*), onde a alteração de um filtro (ex: selecionar apenas o estado emocional "Ansiedade") atualizará instantaneamente todas as visualizações do painel. Isto permitirá ao utilizador testar hipóteses em tempo real, como "O tempo de reação aumenta sempre que a ansiedade sobe?", observando a resposta imediata nos gráficos.
- Interactive Brushing (Pincelamento Interativo): Ao selecionar um intervalo de tempo no gráfico de linhas (ex: os últimos 5 minutos de jogo), os outros gráficos (como o Mapa de Calor da baliza) atualizar-se-ão para mostrar apenas os dados correspondentes a essa seleção temporal, facilitando a correlação entre fadiga e eficácia espacial.

Evitaremos técnicas como o *scrolling* excessivo, pois tendem a fazer com que o utilizador perca o contexto geral dos dados . A prioridade será apresentar a informação mais relevante num único ecrã, com a profundidade acessível através de cliques (interação *drill-down*).

## 6. Paleta de Cores (Design Emocional)

Visto que o *dashboard* irá retratar informação sensível relativa ao estado psicológico e fisiológico de um atleta, as cores a utilizar devem ser cuidadosamente selecionadas para facilitar o processamento pré-atentivo (*preattentive processing*). A escolha cromática não é meramente estética, mas sim funcional, servindo para alertar a equipa técnica sobre estados críticos ou confirmar estados de estabilidade.

### 6.1. Seleção Cromática

Com base nos princípios de visualização de dados para escalas divergentes (positivo vs. negativo), o grupo optou por uma Paleta Semântica de Emoções:

- **Vermelho Alerta / Laranja Intenso:** Utilizado para representar estados de Ansiedade e Frustração.
- **Azul Calmo / Verde Foco:** Utilizado para representar estados de Confiança e Foco.
- **Cinza Neutro:** Utilizado para dados contextuais (ex: média da liga) que não requerem destaque imediato.

### 6.2. Justificação da Escolha

A decisão de utilizar cores quentes (Vermelho/Laranja) para emoções negativas fundamenta-se na associação psicológica destas cores ao perigo, ao calor e à urgência. No nosso *Digital Twin*, estas cores estarão diretamente correlacionadas com Batimentos Cardíacos (BPM) elevados e Tempos de Reação lentos, funcionando como um sinal de "Stop" ou aviso para o treinador intervir (ex: pedir um tempo técnico). Por oposição, as cores frias (Azul/Verde) transmitem calma, estabilidade e controlo. Serão utilizadas para destacar os momentos em que o guarda-redes está na sua "zona ótima" de performance, caracterizada por uma regulação emocional eficaz e alta taxa de defesa.

Esta distinção visual clara permite que o utilizador (treinador ou psicólogo), ao olhar para o *dashboard* durante um jogo ou análise, comprehenda o estado geral do atleta em frações de segundo, sem necessidade de ler valores numéricos individuais. Adicionalmente, garantiremos que a saturação das cores seja ajustada para assegurar o contraste e a acessibilidade visual.

## 7. Causas e Decisões (Impacto da Solução)

Tendo em conta os dados recolhidos pelo *Digital Twin* e processados no nosso *dashboard*, conseguimos não apenas visualizar o desempenho, mas diagnosticar as causas ocultas da instabilidade do guarda-redes e propor decisões concretas para a equipa técnica.

### 7.1. Causas (Diagnóstico)

O cruzamento de dados fisiológicos e técnicos permite-nos identificar padrões comportamentais que anteriormente eram subjetivos:

- **Efeito "Bola de Neve" (Gestão do Erro):** A análise da sequência de remates permite identificar se um golo sofrido atua como um "gatilho" para estados de Frustração.
  - **Diagnóstico:** Se o *dashboard* mostrar que, após sofrer um golo, a Frequência Cardíaca (BPM) dispara e o Tempo de Reação aumenta no remate seguinte, conclui-se que o atleta tem dificuldade em "resetar" emocionalmente, entrando numa espiral negativa de desempenho.

- **Ansiedade Competitiva (Pressão do Placar):** Alguns atletas apresentam quebras de rendimento apenas em situações de marcador renhido (diferença de 1 ou 2 golos).
  - **Diagnóstico:** Ao filtrar os dados por "Alta Pressão", se verificarmos uma correlação direta entre o aumento da ansiedade e a diminuição da eficácia de defesa, identificamos a incapacidade momentânea de lidar com o stress decisivo, paralisando a resposta motora.
- **Fadiga Cognitiva vs. Física:** Distinguir cansaço físico de exaustão mental.
  - **Diagnóstico:** Se o BPM se mantém estável (dentro do esperado para o esforço físico), mas o Tempo de Reação aumenta drasticamente nos últimos 10 minutos, a causa provável é a fadiga cognitiva (falta de Foco), e não apenas o cansaço muscular.

## 7.2. Decisões (Ação)

Com base nestes diagnósticos, o treinador e o psicólogo desportivo podem transitar de uma gestão baseada na intuição para uma gestão baseada em evidências (*data-driven*):

- **Intervenção Tática Imediata (Pedido de Tempo Técnico):**
  - **Ação:** Se o *dashboard* em tempo real alertar que o guarda-redes entrou na "Zona Vermelha" (Ansiedade Extrema + BPM acima do limiar), o treinador deve pedir um *timeout*. O objetivo não é tático, mas sim permitir que o atleta utilize técnicas de respiração para baixar o BPM e recuperar o Foco antes de reatar o jogo.
- **Gestão de Substituições:**
  - **Ação:** A decisão de substituir o guarda-redes deixa de ser baseada apenas nos "golos sofridos" e passa a basear-se na "prontidão emocional". Se os dados indicarem que o atleta entrou num estado de Frustração irreversível (onde estatisticamente defende menos 40%), a substituição deve ser imediata para proteger o resultado e o atleta.
- **Treino de Biofeedback e Visualização:**
  - **Ação:** Para os psicólogos, a solução permite criar planos de treino personalizados. Se o problema diagnosticado for a "Ansiedade Competitiva", podem ser implementados treinos onde o atleta aprende a controlar voluntariamente a sua frequência cardíaca em situações simuladas de penáltis (7 metros), utilizando o *Digital Twin* para monitorizar o progresso.
- **Ajuste da Estratégia Defensiva:**
  - **Ação:** Se o Mapa de Calor mostrar que, sob stress, o guarda-redes falha sistematicamente na defesa de remates de ponta (zonas laterais), o treinador pode instruir a defesa para fechar mais essas zonas, protegendo a vulnerabilidade momentânea do guarda-redes.

## 8. Planeamento para a próxima etapa (Momento 3)

Na próxima fase do projeto, focaremos os nossos esforços na implementação técnica da solução conceptualizada neste documento. O objetivo é elevar o nível de prontidão tecnológica (TRL) do nosso protótipo, transformando a arquitetura do *Digital Twin* num *dashboard* funcional capaz de apoiar a tomada de decisão em tempo real.

### 8.1. Seleção de Ferramentas

Para o desenvolvimento do protótipo, utilizaremos as seguintes tecnologias:

- **Microsoft Power BI:** Será a ferramenta principal para a construção do *dashboard*. A sua escolha deve-se à capacidade robusta de visualização interativa e à facilidade de integração com diferentes fontes de dados, permitindo a criação dos filtros dinâmicos definidos na secção 5 (ex: "Pressão de Jogo").
- **Python:** Utilizaremos *scripts* em Python para o pré-processamento e limpeza do *dataset* simulado (dados\_guarda\_redes\_andebol.csv), garantindo a consistência das variáveis (BPM, Tempo de Reação) antes da ingestão no Power BI.
- **Inteligência Artificial Generativa (IAG):** Continuaremos a utilizar ferramentas de IAG para auxiliar na geração de dados sintéticos adicionais, se necessário, e para otimizar fórmulas DAX (Data Analysis Expressions) complexas no Power BI, cumprindo o critério de utilização de tecnologias de IAG.

### 8.2. Fases de Implementação

O trabalho será dividido em três etapas sequenciais para garantir a coerência do produto final:

1. **Ingestão e Modelação de Dados:** Importação do ficheiro CSV e definição do modelo de dados. Criaremos relações entre as tabelas de factos (remates, eventos) e dimensões (tempo, tipo de remate), assegurando que a estrutura temporal suporta a análise minuto-a-minuto.
2. **Construção Visual e Semântica:** Implementação dos gráficos definidos (Linhas para BPM, Dispersão para Correlação). Nesta fase, aplicaremos rigorosamente a paleta de cores "emocional" (Cores Quentes vs. Frias) para garantir que a interface comunica instantaneamente o estado de ansiedade ou confiança do atleta.

3. **Refinamento e Teste de Usabilidade:** Implementação das interações *drill-down* (Overview to Details). Iremos testar se a navegação entre a visão geral da época e o detalhe do jogo é fluida e se os *insights* gerados (ex: identificar fadiga cognitiva) são claros para um utilizador não-técnico (treinador).

### 8.3. Reflexão Final

Após a construção do protótipo, realizaremos uma análise crítica dos resultados, verificando se a solução responde eficazmente ao "Wicked Problem" identificado no Momento 1. Avaliaremos se o *dashboard* permite, de facto, prever quebras de rendimento baseadas em dados emocionais, validando assim a utilidade prática do problema.

## 9. Utilização de Inteligência Artificial Generativa

No âmbito do desenvolvimento do Momento 2, recorreu-se à utilização de tecnologias de Inteligência Artificial Generativa (IAG) como ferramenta de suporte metodológico, especificamente para a superação da barreira da escassez de dados.

Uma vez que os dados biométricos (frequência cardíaca) e psicológicos (estados emocionais) de atletas profissionais não se encontram disponíveis em fontes públicas devido à sua natureza sensível, utilizou-se a IAG para a criação de dados sintéticos (*Synthetic Data Generation*). Através de *scripts* em Python gerados com o auxílio da IA, foi construído o ficheiro CSV (dados\_epoca\_ABC.csv) que alimenta o nosso protótipo. Este processo permitiu simular, com base em lógica probabilística, o comportamento de um "Digital Twin": a IA gerou cenários onde a pressão do jogo (ex: defrontar o FC Porto) influencia diretamente o aumento dos Batimentos Cardíacos (BPM) e a alteração do Estado Emocional (de "Foco" para "Ansiedade"). Esta simulação foi essencial para validar a viabilidade técnica dos gráficos propostos e demonstrar a correlação entre a fisiologia e a performance desportiva.

## 10. Referências

- <https://bdigital.ipg.pt/dspace/bitstream/10314/8083/1/CD%20-%20Hugo%20J%20G%20Freitas.pdf>
- [https://moodle.dsi.uminho.pt/pluginfile.php/171463/mod\\_resource/content/1/1-s2.0-S0957417424019717-main.pdf](https://moodle.dsi.uminho.pt/pluginfile.php/171463/mod_resource/content/1/1-s2.0-S0957417424019717-main.pdf)
- <https://thesportjournal.org/article/emotions-and-performance-in-elite-women-handball/>
- <https://www.mdpi.com/2075-4663/9/5/60>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31905763/>
- <https://www.ewadirect.com/proceedings/lneplnep/article/view/20524?>
- [https://choosemuse.com/blogs/news/neurofeedback-in-sports-unleashing-peak-performance-with-brain-training?srsltid=AfmBOoruUCVTjTvlRu5OU5oDJ0W\\_ImKgOPcfjy9OY37\\_Tkq7prXZOjU&](https://choosemuse.com/blogs/news/neurofeedback-in-sports-unleashing-peak-performance-with-brain-training?srsltid=AfmBOoruUCVTjTvlRu5OU5oDJ0W_ImKgOPcfjy9OY37_Tkq7prXZOjU&)
- <https://humanperformancealliance.org/2023-symposium/recording-digital-twins/>
- <https://www.movella.com/resources/cases/xsens-dot-transforming-sports-performance-and-physiotherapy-with-oryx-go>
- <https://cordis.europa.eu/project/id/101079180>
- <https://chatgpt.com/>
- <https://portal.fpa.pt/>
- <https://www.zerozero.pt/equipa/abc/209930>
- <https://www.google.com/search?q=https://www.flashscore.pt/equipa/abc-braga/Oruc8cvl/resultados/>