**Relatório – Matemática Aplicada ao Futebol Feminino**

**Integrantes:**

João Vitor Parizotto Rocha – RM 562719

Giovana Bernardino Carnevali – RM 566196

Alexandre Freitas Silva – RM 566278

Felipe Rodrigues Gomes Ribeiro – RM 562482

Artur Distrutti Santos – RM 561319

**Tema:** Aplicações de Funções, Limites e Derivadas no Futebol Feminino.  
**Objetivo:** Construir um protótipo que demonstre como ferramentas matemáticas auxiliam na análise do desempenho esportivo e no engajamento digital no futebol feminino.

**1. Introdução**

O futebol feminino vem conquistando cada vez mais espaço no Brasil e no mundo. Transmissões televisivas, redes sociais e novos patrocinadores estão ajudando a modalidade a ganhar visibilidade. No entanto, para sustentar esse crescimento, é preciso analisar dados e transformar informações em estratégias.

A Matemática, por meio de funções, limites, derivadas e integrais, é uma grande aliada. Essas ferramentas permitem acompanhar o crescimento da popularidade digital das atletas, avaliar o engajamento dos torcedores e medir o desempenho físico em campo. Em outras palavras, a Matemática ajuda a fortalecer a profissionalização do futebol feminino.

**2. Funções – Crescimento de Seguidores**

Podemos modelar o número de seguidores de uma jogadora como uma função exponencial:

* t = tempo em meses
* 5000 = número inicial de seguidores
* 1,08 = crescimento de 8% ao mês

**Exemplo:**  
Se t=3t = 3:

Ou seja, em 3 meses, a jogadora teria cerca de 6,3 mil seguidores.

**Interpretação:** Essa função mostra que a popularidade cresce rapidamente. Isso é importante para entender a valorização das atletas nas redes sociais e a atração de novos patrocinadores. Observe o gráfico e veja o crescimento de seguidores.

**Dados reais de crescimento digital**

Segundo dados do **Observatório da CBF (2023)** e levantamentos de redes sociais:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Jogadora | Seguidores (2022) | Seguidores (2023) | Variação (%) |
| Marta (Brasil) | 2,4 M | 2,7 M | +12,5% |
| Debinha (Brasil) | 340 mil | 410 mil | +20,6% |
| Ary Borges (Brasil) | 90 mil | 140 mil | +55,5% |
| Alexia Putellas (ESP) | 1,9 M | 2,3 M | +21% |

Observe no gráfico os dados da tabela

**Análise:** Jogadoras emergentes como Ary Borges apresentam crescimento mais acelerado (similar ao modelo exponencial), enquanto atletas consolidadas como Marta crescem mais lentamente, tendendo à saturação.

**3. Limites – Saturação do Engajamento**

O crescimento de seguidores não é infinito. Chega um momento em que o público interessado se estabiliza, representado por um valor L:

**Exemplo:**  
Uma jogadora pode crescer muito nos primeiros anos de carreira, mas após atingir, por exemplo, 200 mil seguidores, esse número começa a estabilizar.

**Interpretação:** O limite ajuda a prever quando será necessário criar novas estratégias de engajamento, como campanhas de mídia, entrevistas e transmissões de jogos.

Por exemplo, de acordo com a **FIFA WWC 2023 Social Media Report**, após o pico da Copa do Mundo, várias jogadoras registraram queda ou estabilização no engajamento, a tabela e o gráfico retratam isso.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Jogadora | Seguidores Pós-Copa | Engajamento Médio (%) | Tendência |
| Linda Caicedo (COL) | 1,1 M | 9% → 6% | Estabilização |
| Marta (BRA) | 2,7 M | 4% → 3% | Saturação |
| Alexia Putellas | 2,3 M | 6% → 5% | Queda leve |

Esses dados mostram como o **limite** se traduz em marketing esportivo: o público potencial não cresce indefinidamente.

**4. Derivadas – Velocidade da Jogadora**

No campo, a posição da jogadora pode ser representada por uma função do tempo cujo valor derivado indica a velocidade instantânea:

**Exemplo real:**  
Uma pesquisa com jogadoras de futebol de alto nível relatou que atletas alcançam velocidades entre 22 e 26 km/h em sprints de 15 a 20 metros e podem atingir 27 km/h quando avaliadas em 35 metros.

Convertendo para metros por segundo:

* 22 km/h ≈ 6,1 m/s
* 26 km/h ≈ 7,2 m/s
* Pico de 27 km/h ≈ 7,5 m/s

Utilizando esses dados como base, podemos aproximar uma função de movimento para um sprint típico:

Exemplos:

* Em t=2st = 2 s, a jogadora cobre ~15 metros.
* Em t=5st = 5 s, percorre ~37,5 metros.

**Máximos e Mínimos:**

* **Máximo da velocidade:** → corresponde ao pico da arrancada, ponto crítico para avaliação da performance.
* **Mínimo da velocidade:** → representa o início ou final do sprint, ou momentos de desaceleração, útil para planejamento de recuperação e treinamento.

**Interpretação:**

* Identificar os máximos permite planejar sprints e exercícios de explosão muscular, monitorando quando a jogadora atinge seu pico de performance.
* Identificar os mínimos auxilia no ajuste de intervalos de descanso e intensidade do treino.
* Mesmo com velocidade quase constante, esses pontos são estratégicos para prevenção de fadiga ou lesões e ajudam a entender a consistência do desempenho durante a partida.

### 4. Integrais – Distância e Interações

A integral é uma ferramenta poderosa para **somar valores contínuos ao longo do tempo**, representando, por exemplo, a **distância percorrida em campo** ou o **acúmulo de interações digitais**.

#### **4.1 Distância total percorrida na partida**

A posição da jogadora em função do tempo é s(t)s(t) e a velocidade instantânea:

Se temos a **velocidade média por blocos de 5 minutos** (dados simulados), a **distância percorrida em cada bloco** é:

**Exemplo (blocos de 5 minutos = 300 s):**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bloco | Velocidade média (m/s) | Distância (m) |
| 1 | 3.2 | 960 |
| 2 | 3.5 | 1050 |
| 3 | 3.8 | 1140 |
| ... | ... | ... |
| 12 | 3.6 | 1080 |

**Distância total**: somando todos os blocos →

**Interpretação:**

* Essa análise permite entender **quanto a atleta percorre durante o jogo**, distribuir intensidade de treino, e avaliar condições físicas ao longo de diferentes períodos da partida.
* O gráfico da **área sob a curva da velocidade x tempo** representa visualmente a distância total percorrida.

#### **4.2 Total de interações acumuladas em campanha digital**

Usando a tabela de **interações diárias**, o **cumulativo diário** pode ser representado por uma integral discreta (soma):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dia | Interações diárias | Cumulativo |
| 1 | 120 | 120 |
| 2 | 150 | 270 |
| 3 | 200 | 470 |
| ... | ... | ... |
| 30 | 1304 | 29586 |

**No gráfico abaixo fica bem claro o que a tabela retrata.**

**Interpretação:**

* A integral discreta mostra o **acúmulo total de interações**, importante para avaliar o alcance da campanha.
* O **gráfico de área sob a curva** (Interações diárias x Dias) permite visualizar **períodos de crescimento rápido**, platôs e tendência de saturação.

**6. Comparação de Modelos – Exponencial vs Logístico**

O crescimento de seguidores pode ser descrito por:

* **Exponencial:** rápido nos primeiros meses, sem considerar saturação.
* **Logístico:** inclui um platô (limite) representando saturação.

**Exemplo com Ary Borges (90k → 140k seguidores em 1 ano)**

* **Exponencial:** crescimento contínuo de 4% ao mês.
* **Logístico:** → crescimento rápido nos primeiros 6 meses, depois estabilizando perto de 200k.

Observe o gráfico retratando isso.

**Interpretação:**

* O modelo **exponencial** superestima o crescimento futuro.
* O **logístico** é mais realista, pois capta a saturação da base de fãs.
* Esse tipo de comparação é útil para estratégias de marketing e previsão de engajamento.

**7. Conclusão**

O uso de conceitos matemáticos como funções, limites, derivadas e integrais mostra que a Matemática também está dentro do campo e das redes sociais.

No futebol feminino, essas ferramentas possibilitam:

* mais engajamento digital,
* maior desempenho esportivo,
* profissionalização e valorização da modalidade.

Assim, a Matemática se torna uma parceira estratégica no desenvolvimento do esporte, contribuindo para que o futebol feminino alcance cada vez mais reconhecimento no Brasil e no mundo.

**8. Bibliografia**

* FIFA (2023). *Women’s World Cup 2023 – Social Media Report*.
* CBF (2023). *Observatório do Futebol Feminino – Relatório Anual*.
* ResearchGate. *Sprint speed characteristics of high-level American female soccer players (FAiM Study)*.
* IFFHS (2023). *Global Women’s Football Growth Analysis*.
* ESPN Brasil (2023). *Dados de audiência e engajamento do Brasileirão Feminino*.