



**FÓRUM REGIONAL de
ATLETISMO**



Análise Biomecânica e sua importância no desenvolvimento do Atletismo

Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante

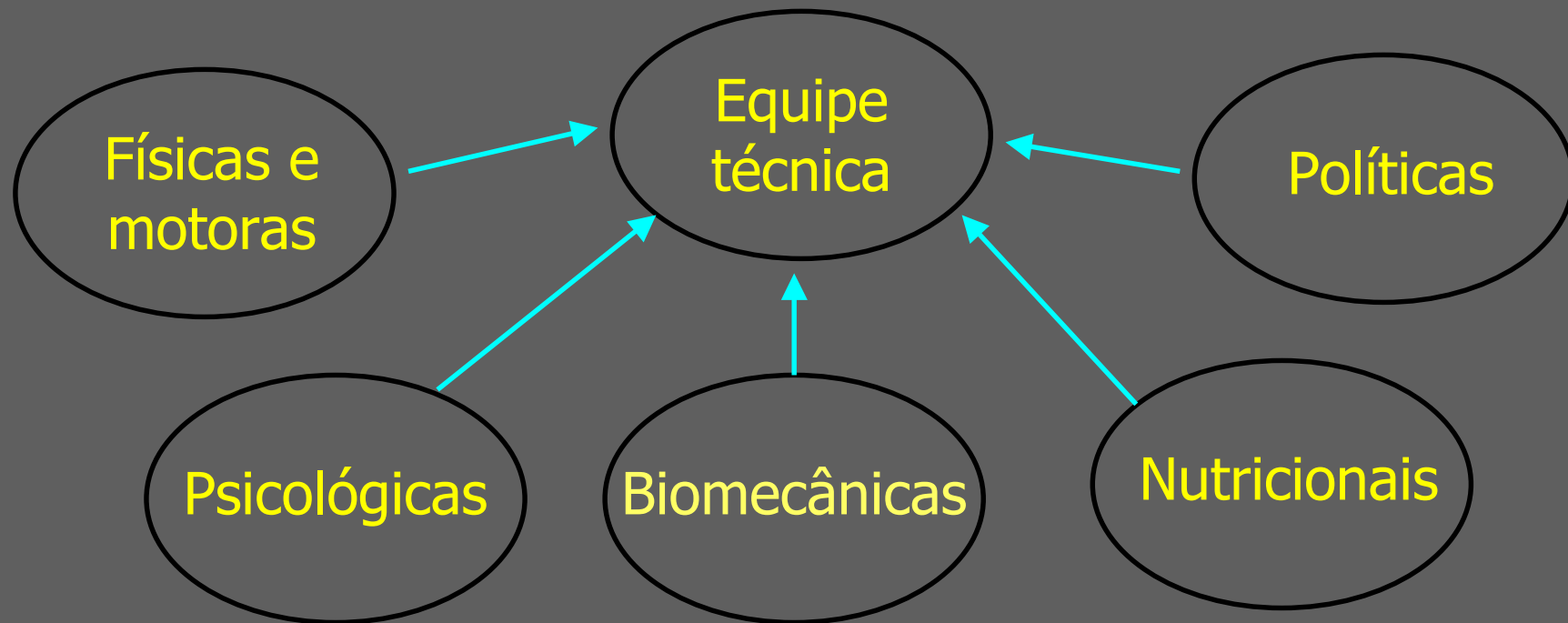
luciano@fef.unicamp.br

Laboratório de Instrumentação para Biomecânica

FEF - UNICAMP

Preparação do atleta

Variáveis de diversas áreas do conhecimento



Trabalho multidisciplinar

Biomecânica e Atletismo

Variáveis que permitam quantificar e avaliar:

- O desenvolvimento de capacidades físicas
 - A qualidade da técnica de execução

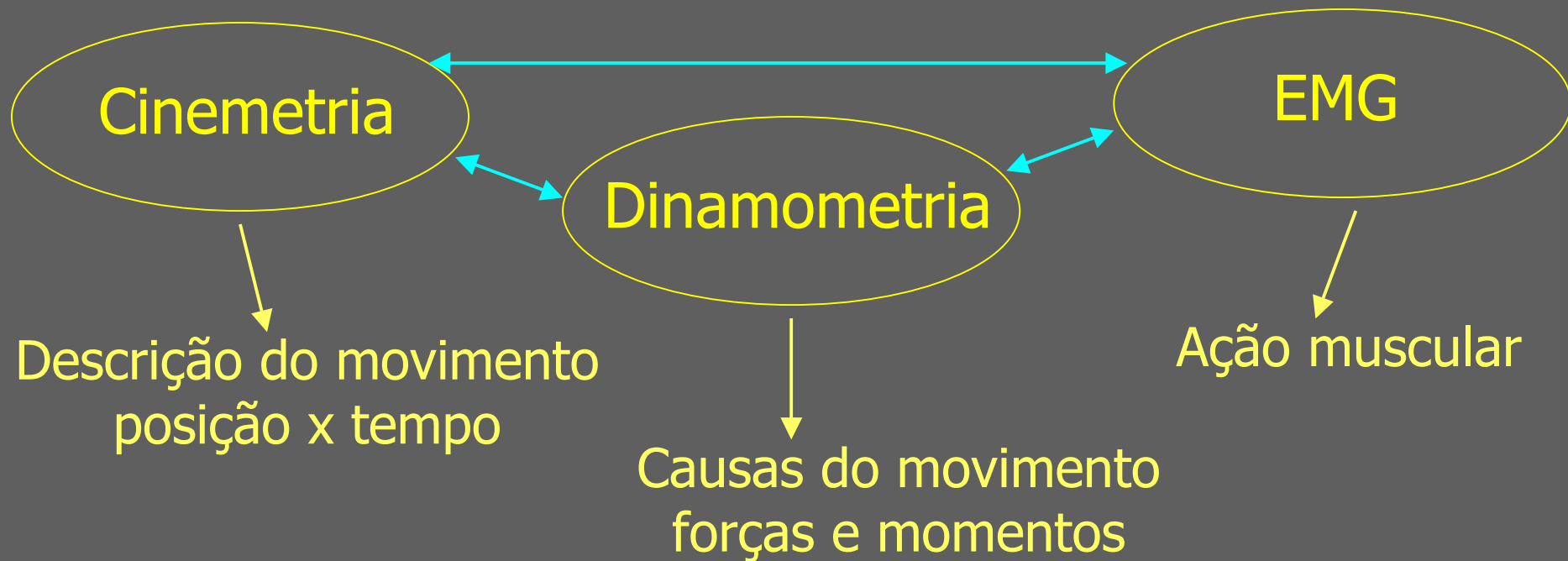
Por que quantificar?

No treinamento

Na competição

Metodologias em Biomecânica

Métodos para quantificar variáveis mecânicas



Quais são as variáveis relevantes?

Qual a metodologia correta?

Corrida de 100m

Quais as diferenças entre os atletas com diferentes performances?

Quais os problemas a serem tratados no treinamento?

Quais variáveis podemos quantificar para compreender estes problemas?

Posição em função do tempo

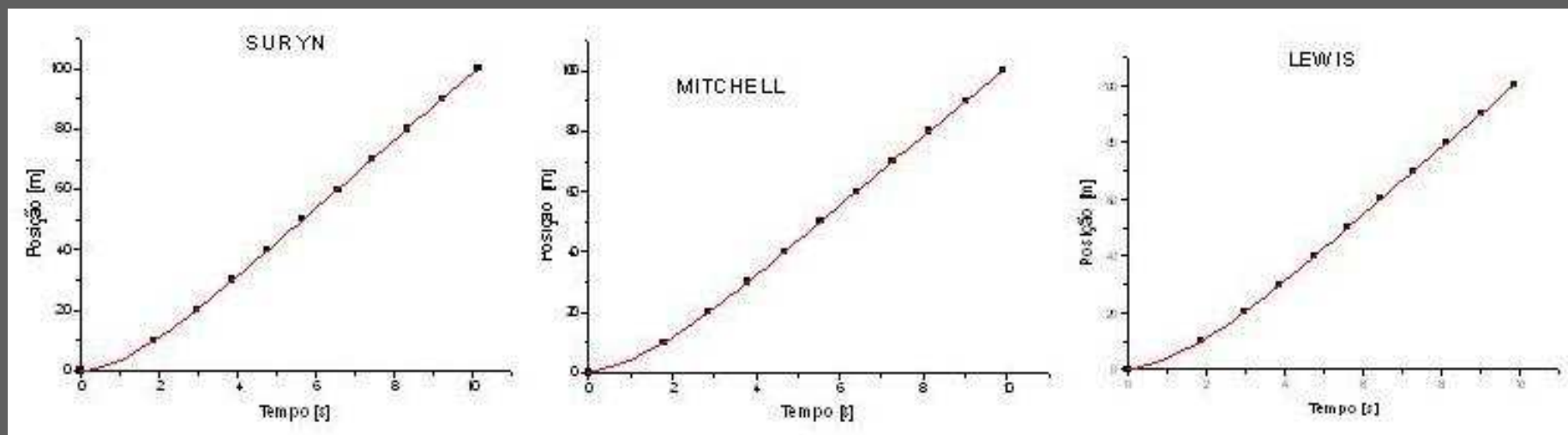
Velocidade instantânea durante a prova

Qual a metodologia apropriada?

Cinemetria

Descrição da posição em função do tempo

3 atletas de alto nível

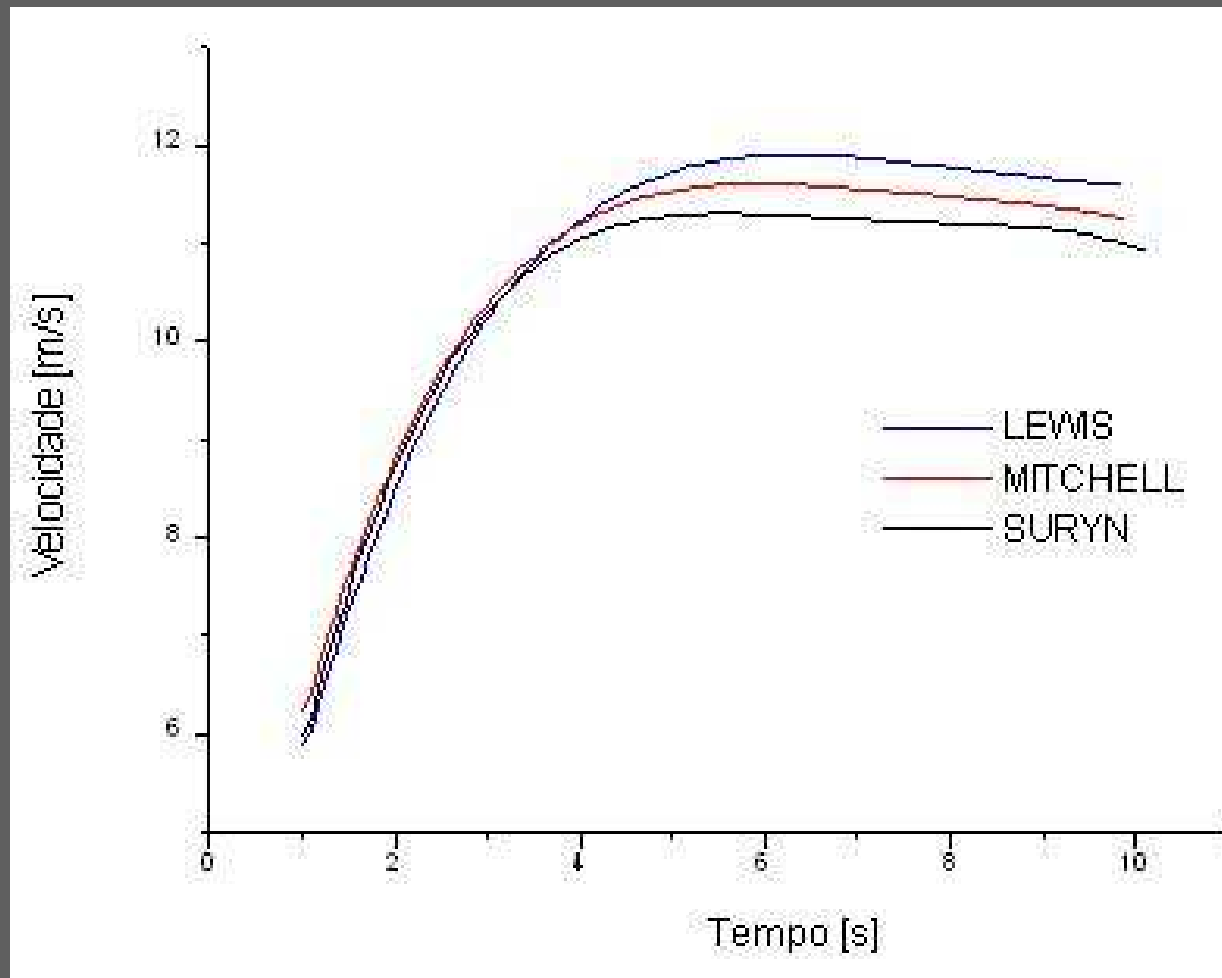


Metodologia simples

10 pontos medidos – ajuste de uma curva contínua

Velocidades instantâneas

Derivada da curva de posição x tempo



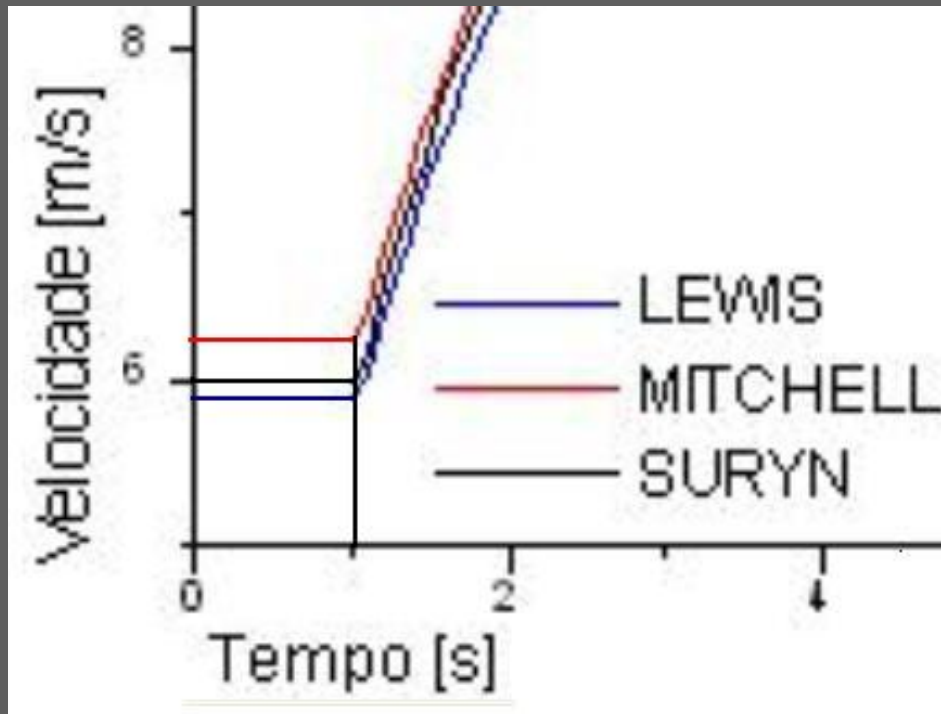
Análise da saída

Velocidade quando $t=1s$

Mitchell ~ 6.25 m/s

Suryyn ~ 6.00 m/s

Lewis ~ 5.85 m/s



Aceleração na saída

Mitchell ~ 6.25 m/s²

Suryyn ~ 6.00 m/s²

Lewis ~ 5.85 m/s²

Velocidade máxima

Lewis ~ 11.9 m/s até 7 s

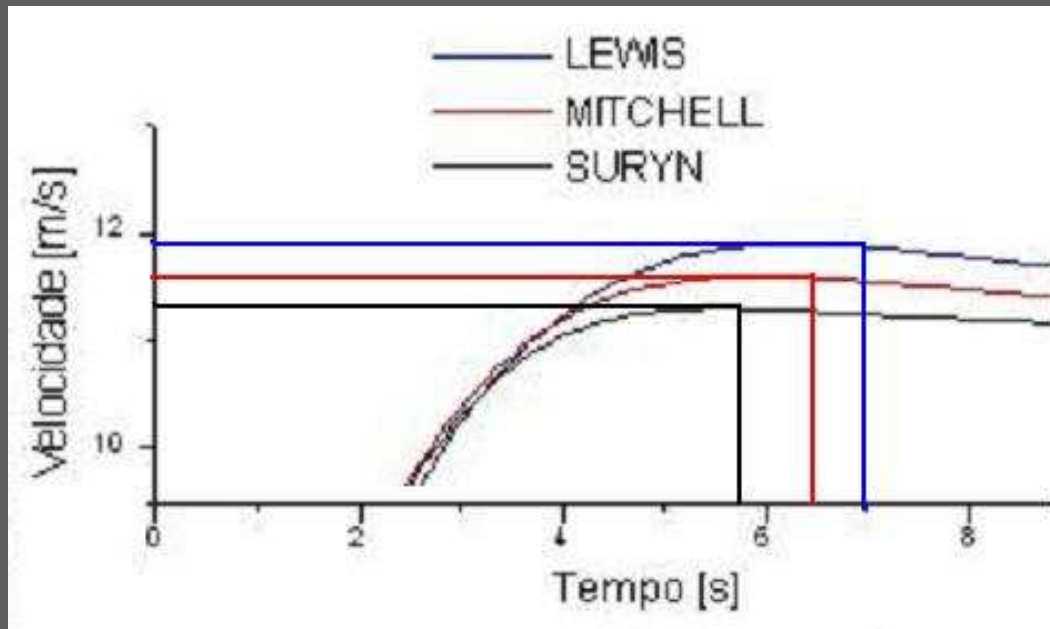
Mitchell ~ 11.6 m/s até 6.6 s

Suryn ~ 11.3 m/s até 5.8 s

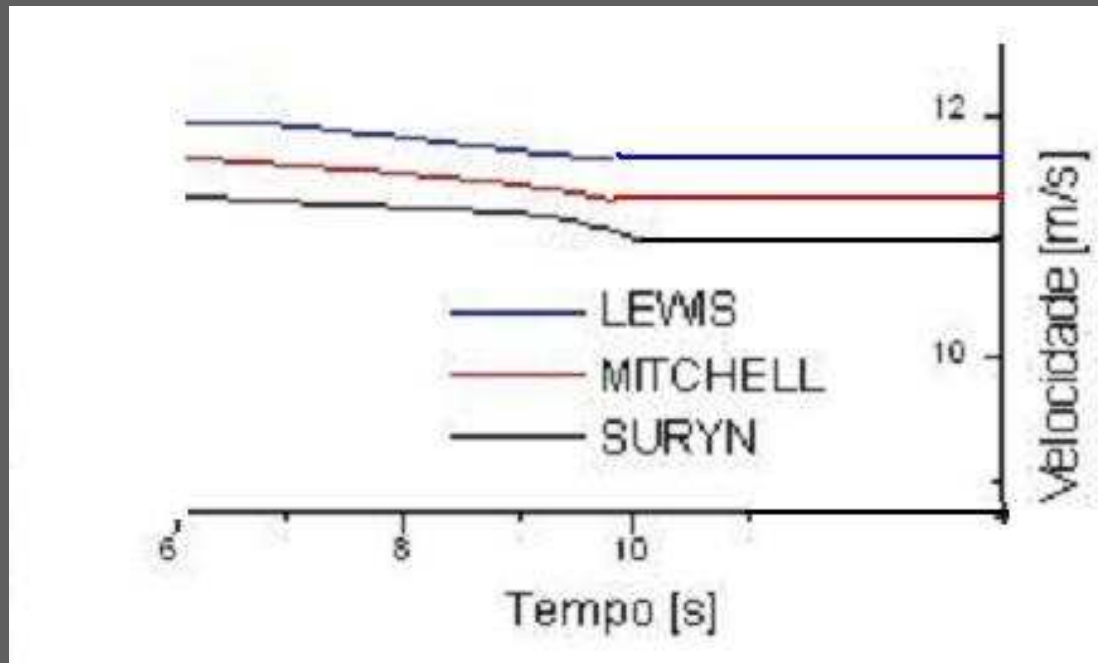
Início da diminuição da velocidade

Lewis – além de atingir velocidade maior é capaz de manter por mais tempo

Suryn – início da aceleração negativa pouco depois da metade da prova



Velocidade de chegada



Lewis ~ 11.7 m/s
Mitchell ~ 11.4 m/s
Suryyn ~ 11.0 m/s

	V_i	V_{max}	V_{final}
Mitchell	6.25	11.6	11.4
Suryyn	6.00	11.3	11.0
Lewis	5.85	11.9	11.7

Salto em distância

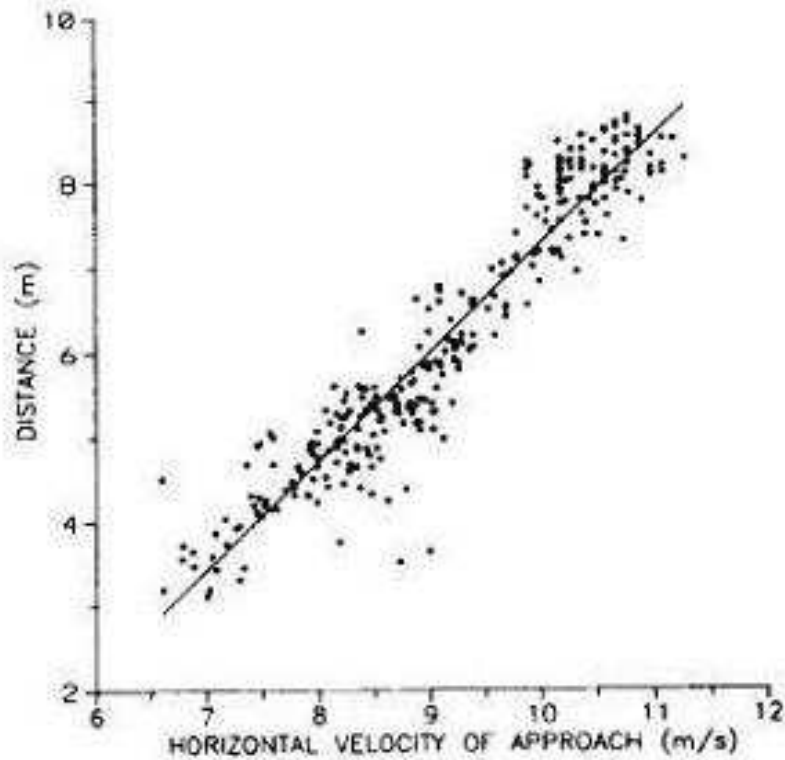


Fig. 1. The horizontal velocity of approach vs. the official distance of the long jump for 306 jumps by 39 male and 28 female long jumpers ($r = 0.95$; $y = 1.28x - 5.53$).

306 saltos de 39 atletas masculinos e 28 femininos

Correlação entre a velocidade de aproximação e distância alcançada

$$0.7 < r < 0.9$$

HAY et al, 1986; HAY and NOHARA, 1990; NIXDORF and BRÜGGEMAN, 1990

Salto em distância

Saltadores finalistas em competição internacional

Maior velocidade na penúltima (54%) ou antepenúltima (26%) passada

Transformar velocidade horizontal em vertical para atingir um ângulo ótimo

Table 1(a). Frequency with which the maximum horizontal velocity is recorded in each of final steps of approach

Subjects	N	4L	3L	2L	L
Men	28	4.3	5.6	16.6	1.3
Women	28	4.0	8.6	13.5	1.8
All	56	8.3 (15%)	14.2 (26%)	30.1 (54%)	3.1 (6%)

4L, 3L ... L = the fourth-last, third-last ... last steps of the approach.

Table 1(b). Mean official distance of long jump (m) for subjects who recorded maximum horizontal velocity in step indicated

Subjects	N	4L	3L	2L	L
Men	28	8.14	8.07	8.17	7.88
Women	28	6.80	6.73	6.72	6.97

4L, 3L ... L = the fourth-last, third-last ... last steps of the approach.

HAY, 1993

Dinamometria

Força aplicada no bloco



Sensores de pressão no bloco de saída

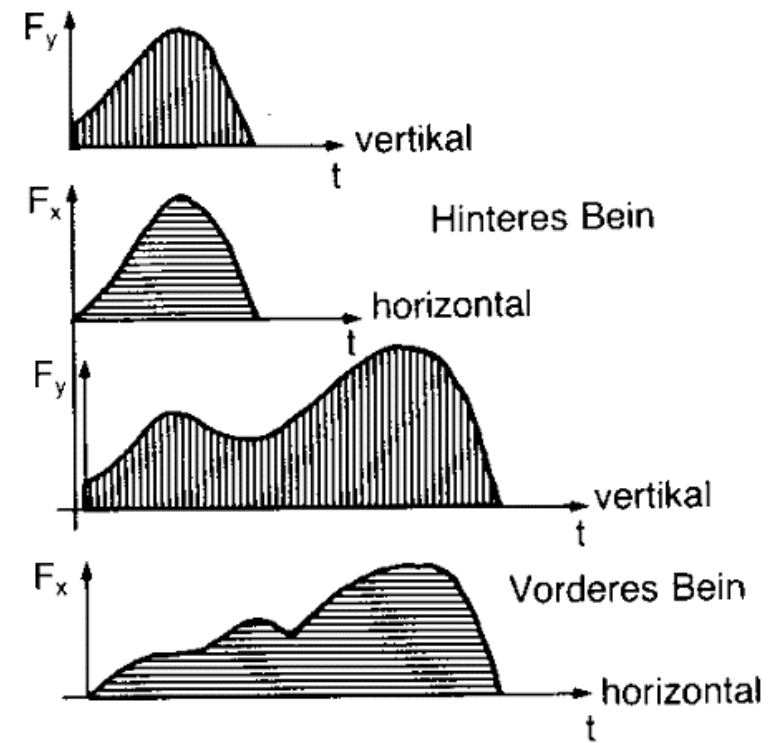


Abb. 1.7 Kraftzeitverläufe beim Sprintstart.

Dinamometria

Força aplicada no bloco

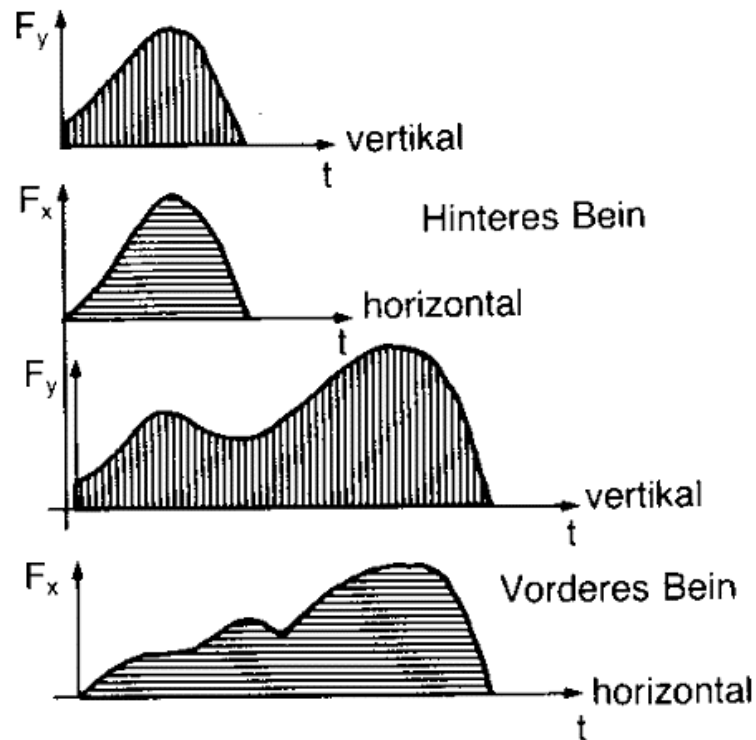


Abb. 1.7 Kraftzeitverläufe beim Sprintstart.

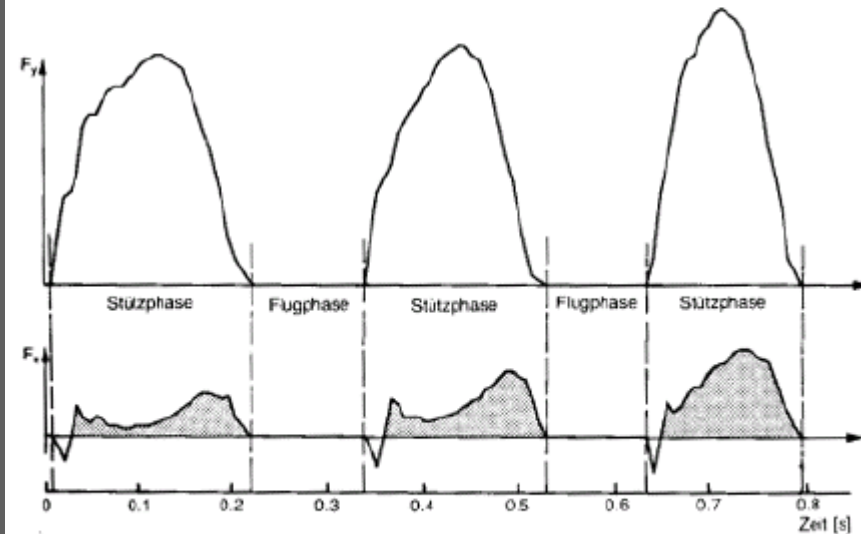
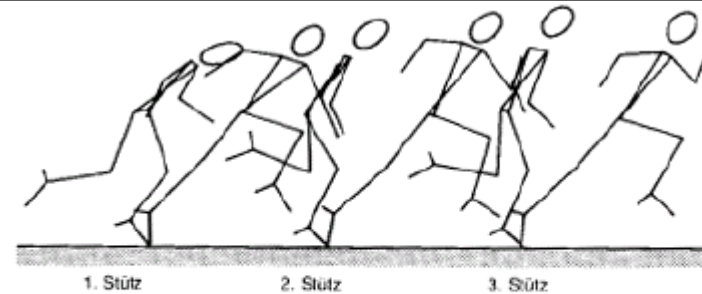
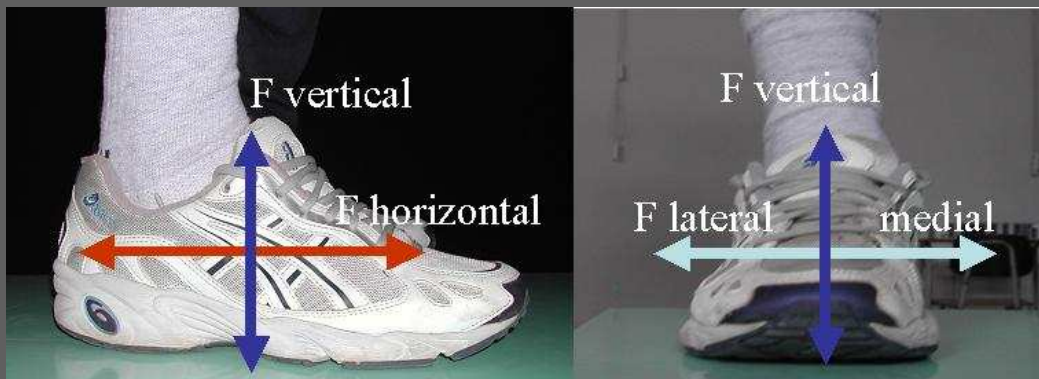


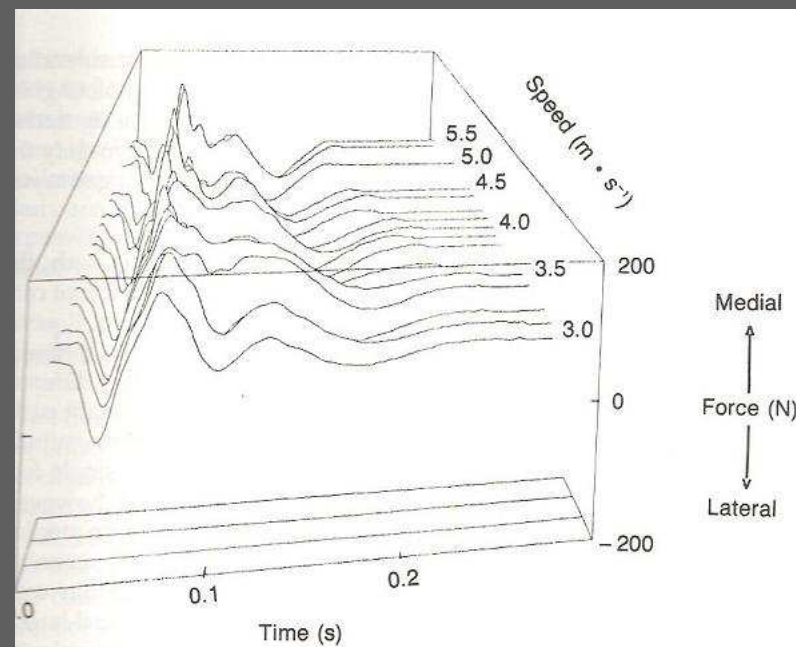
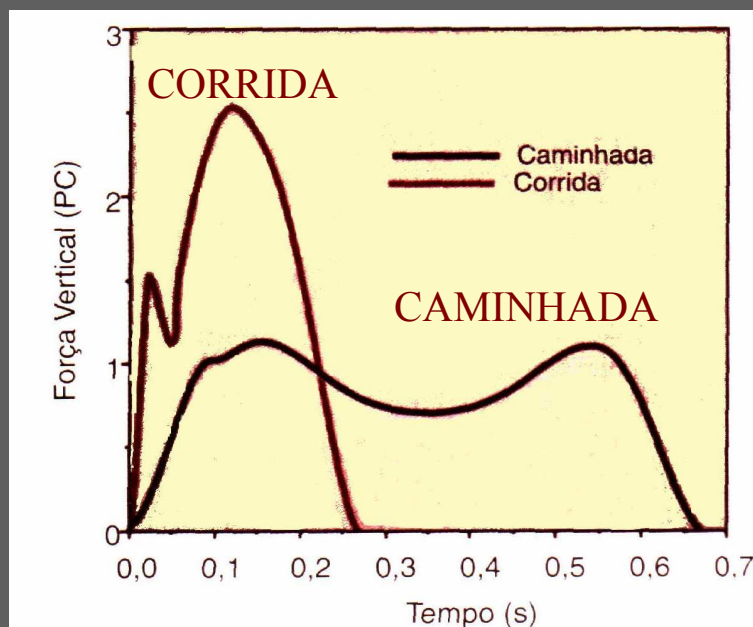
Abb. 1.10 Kinematik und Dynamik der Stützphasen der ersten drei Schritte nach dem Start.

Dinamometria

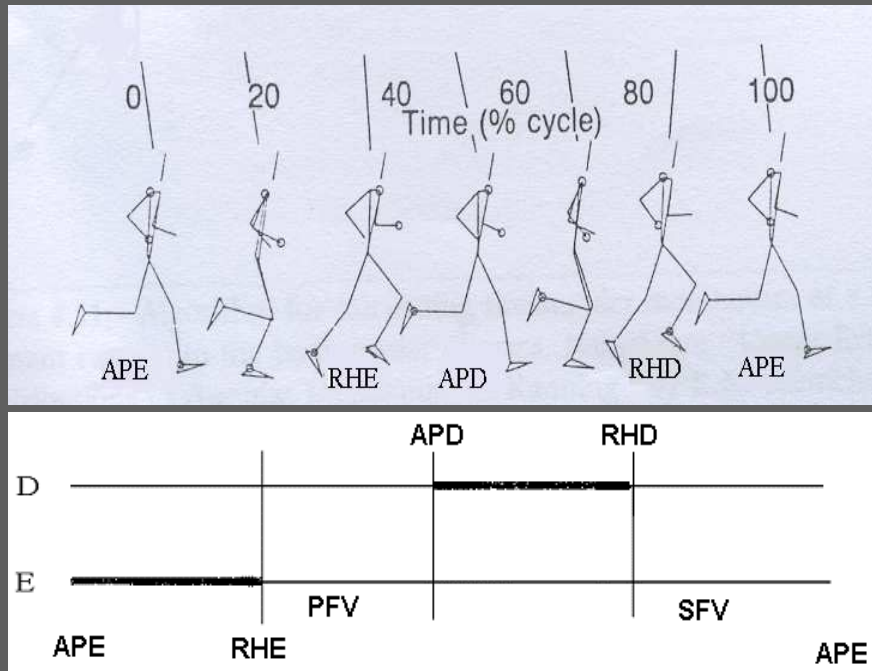
Força de reação do solo



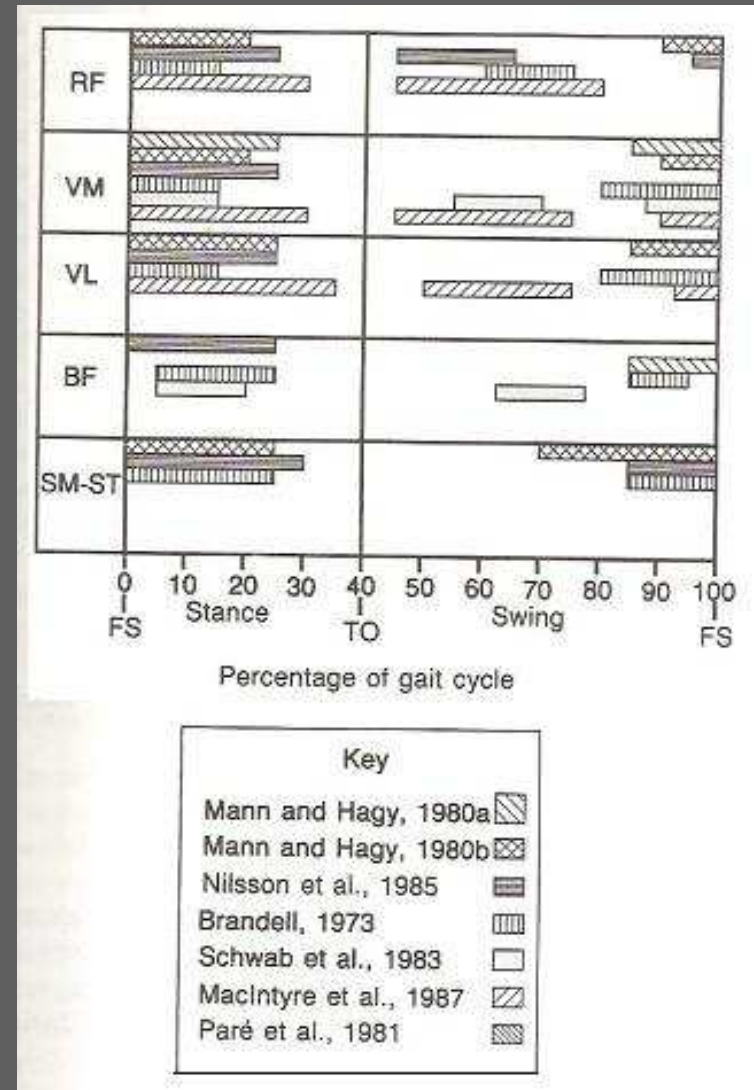
Plataformas de força ou palmilhas com sensores de pressão



Eletromiografia



Eletromiografia associada a cinemetria



Análise do desempenho no Atletismo

- Identificar problemas
- Definir as variáveis a determinar
- Escolher ou desenvolver a metodologia
 - Determinar as variáveis
 - Analisar os resultados
 - Aplicar a informação obtida

Nem sempre este processo é simples!

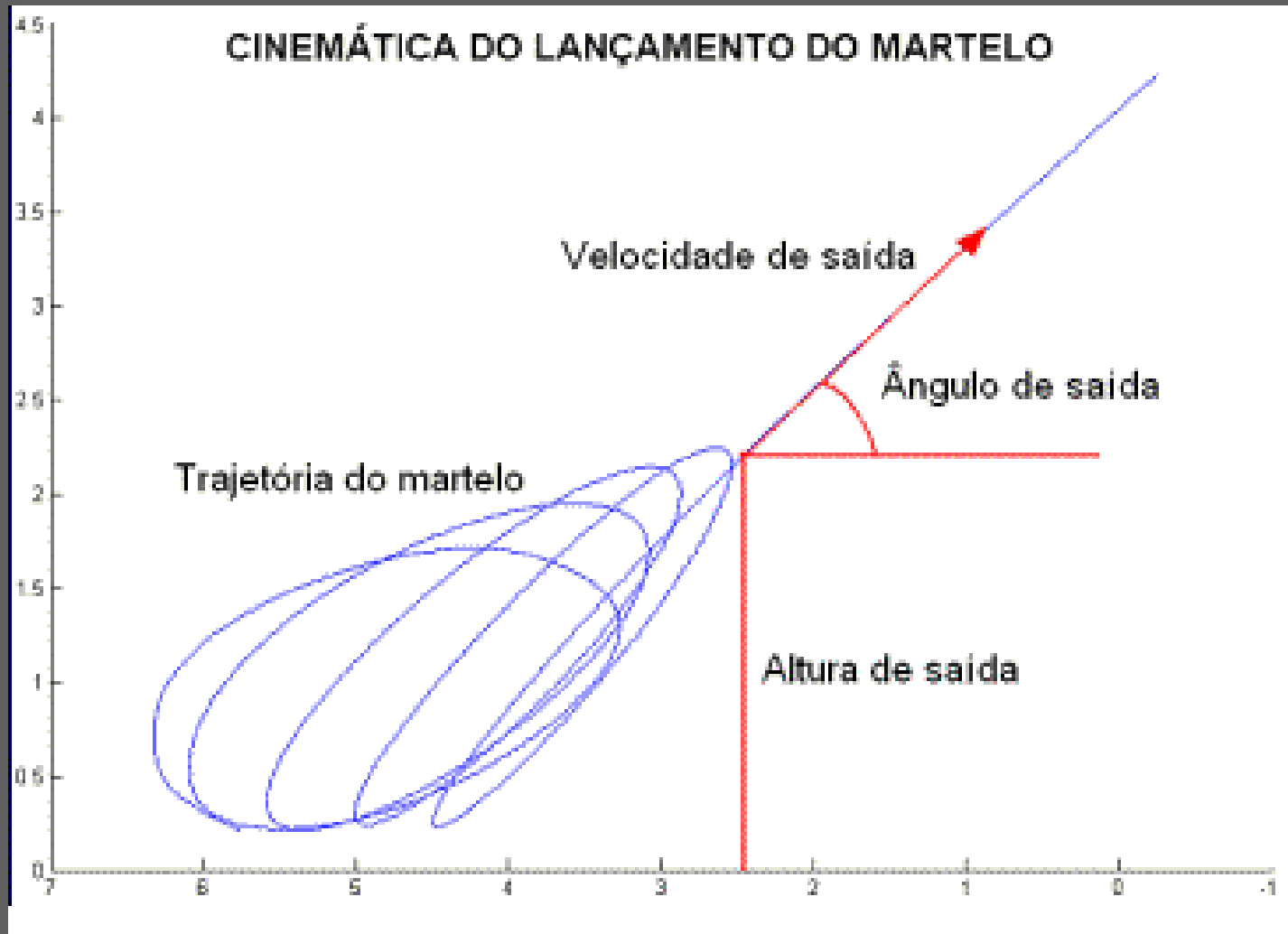
Análise do lançamento do martelo

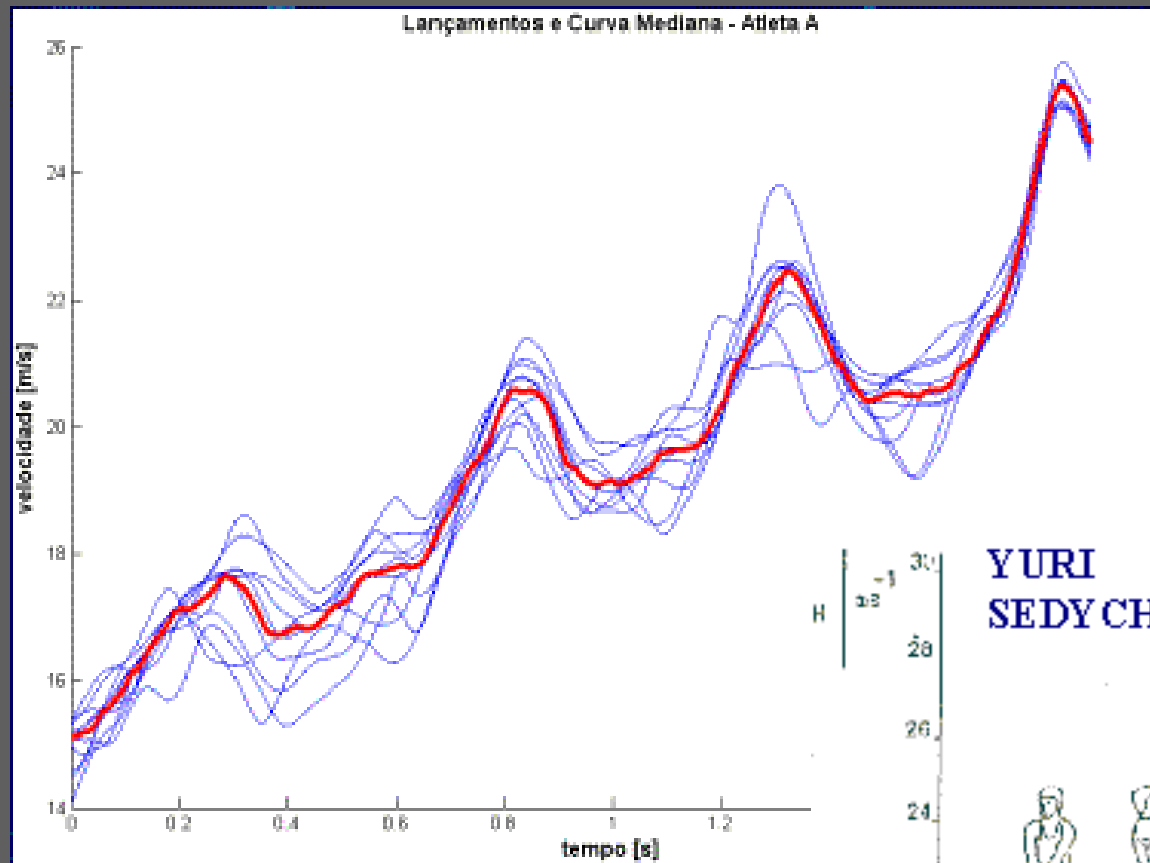
Objetivos

Determinar variáveis associadas à técnica de execução de lançamentos

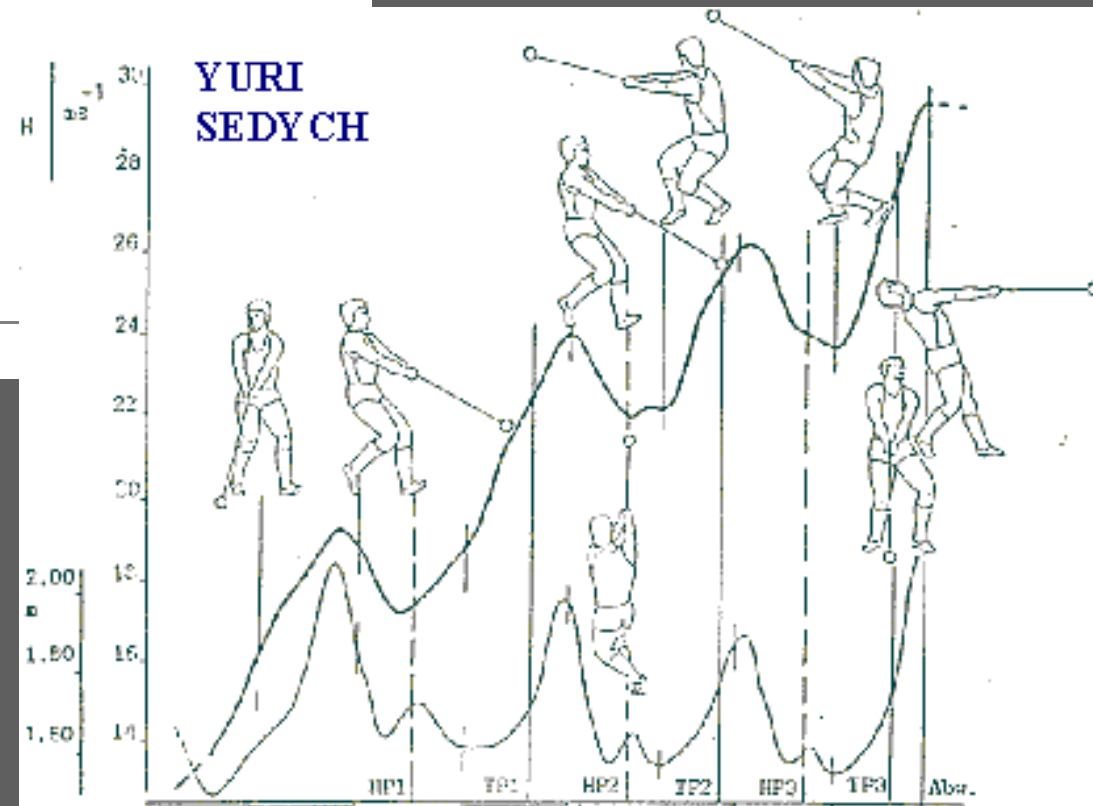
- Trajetória 3d da cabeça do martelo
- Variáveis preditoras da distância na saída do martelo
 - ângulo em relação a horizontal
 - Velocidade
 - Altura
- Curvas de velocidade x tempo

Variáveis preditoras do lançamento





Curvas de velocidade



Coletas realizadas

Pista da FEF-UNICAMP

1ª coleta treino

05/05 - 1M, 10 lançamentos

231 lançamentos

2ª coleta treino

08/05 - 4M 1F, 50 lançamentos

3 Etapas do Festival de Lançamento do Martelo da Federação Paulista de Atletismo

- 3ª Etapa – 03/06 - 8M 5F, 54 lançamentos válidos
- 5ª Etapa – 05/06 - 8M 5F, 51 lançamentos válidos
- 7ª Etapa – 08/06 - 11M 6F, 71 lançamentos válidos



Apresentação dos resultados

Melhores lançamentos de todos os atletas em cada festival,
via site do LIB

<http://www.unicamp.br/fef/Laboratorios/Lib/ricardoLib.htm>



Metodologia

- Aquisição dos dados
 - 3 câmeras VHS, 30 Hz, desentrelaçamento para 60 Hz
- Sincronização
 - Evento visual (inter-frame)
 - Sinal de áudio (inter e intra-frame)

Possibilita descrição da trajetória da cabeça do martelo ($\sim 25\text{m/s}$) numa frequência de 60 Hz

Metodologia

- Medição e reconstrução 3D
 - Sistema DvideoW, utilizando tracking automático
 - Automatização do processo de medição de 60 a 85% em função da melhoria do controle do ambiente de coleta

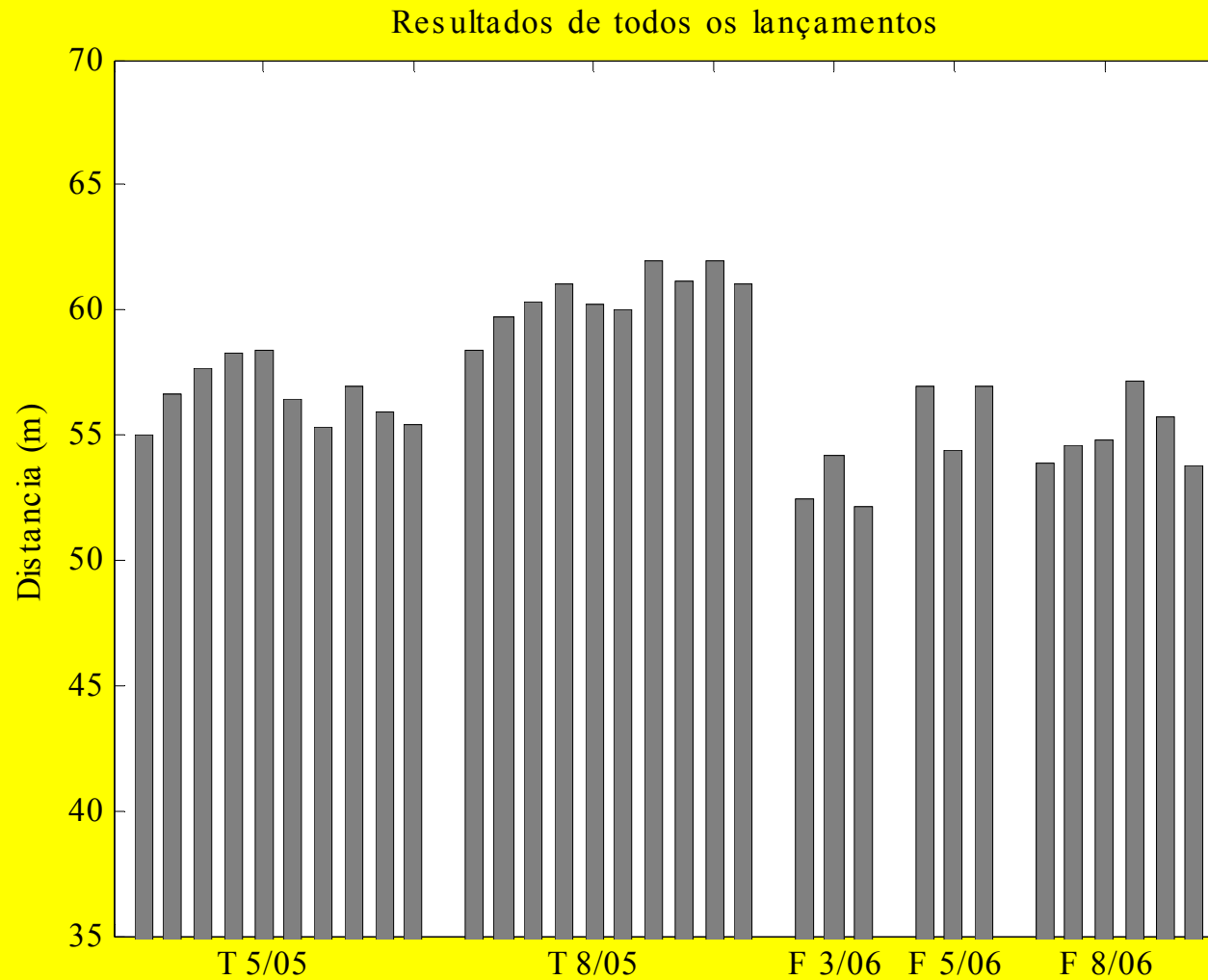


Análise de atleta de alto nível

20 lançamentos treino
12 lançamentos válidos em competição

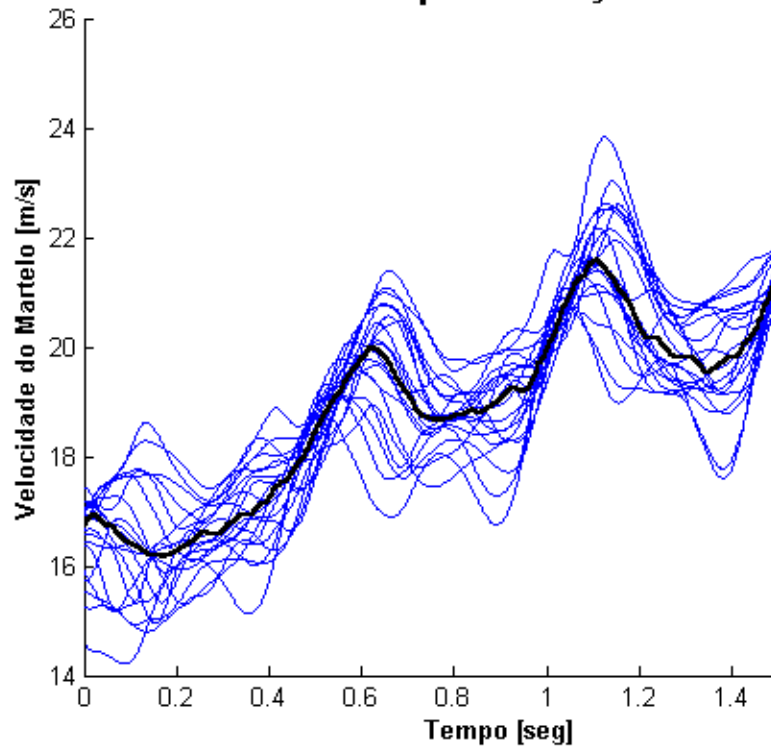
	Ângulo (graus)	Velocidade (m/s)	Altura (cm)	Distância (m)
Média total	37.96	24.84	154.25	57.15
std total	0.96	0.47	26.50	2.81
Média treino	38.31	24.92	168.03	58.59
std treino	0.87	0.47	14.91	2.33
Média festival	37.40	24.70	131.29	54.74
std festival	0.87	0.44	25.99	1.65

Distâncias dos lançamentos

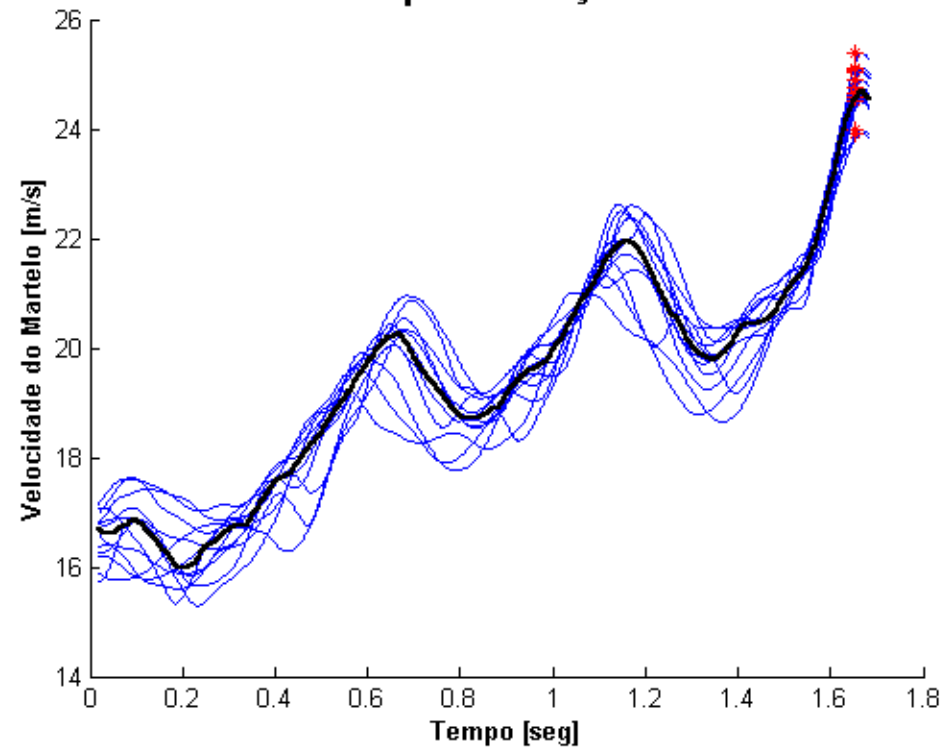


Curvas de velocidade

Velocidade x tempo - 20 lançamentos Treino

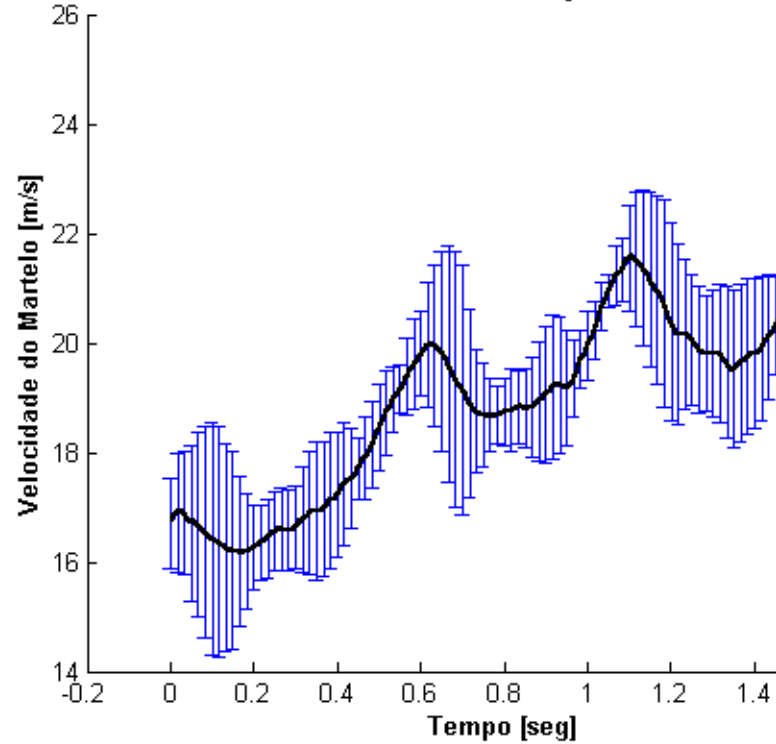


Velocidade x tempo - 12 lançamentos Festivais

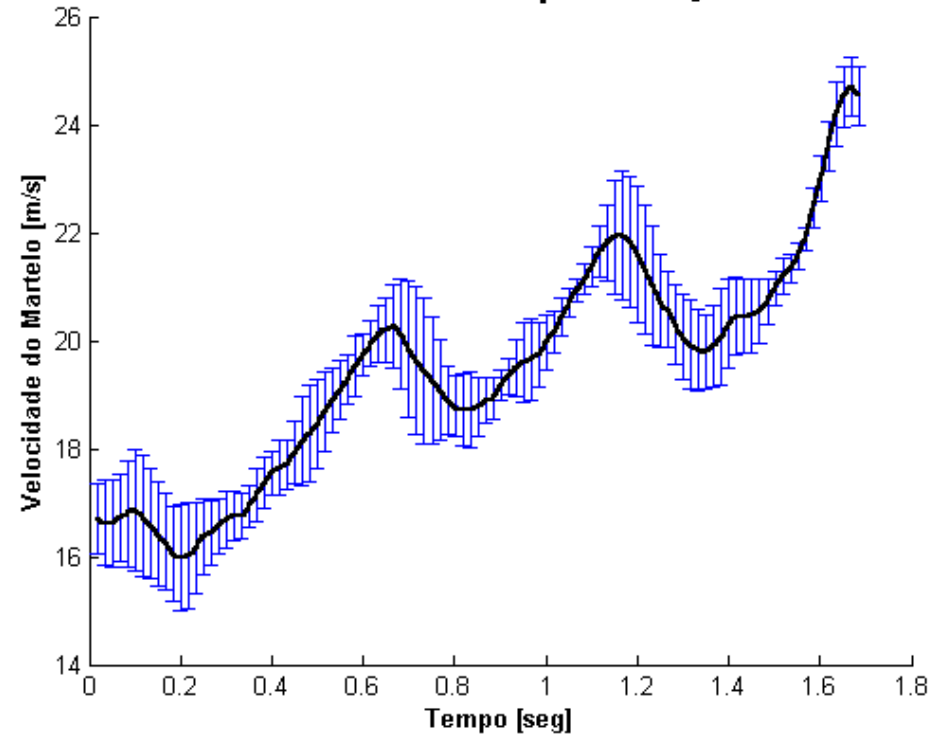


Mediana e intervalos interquartis

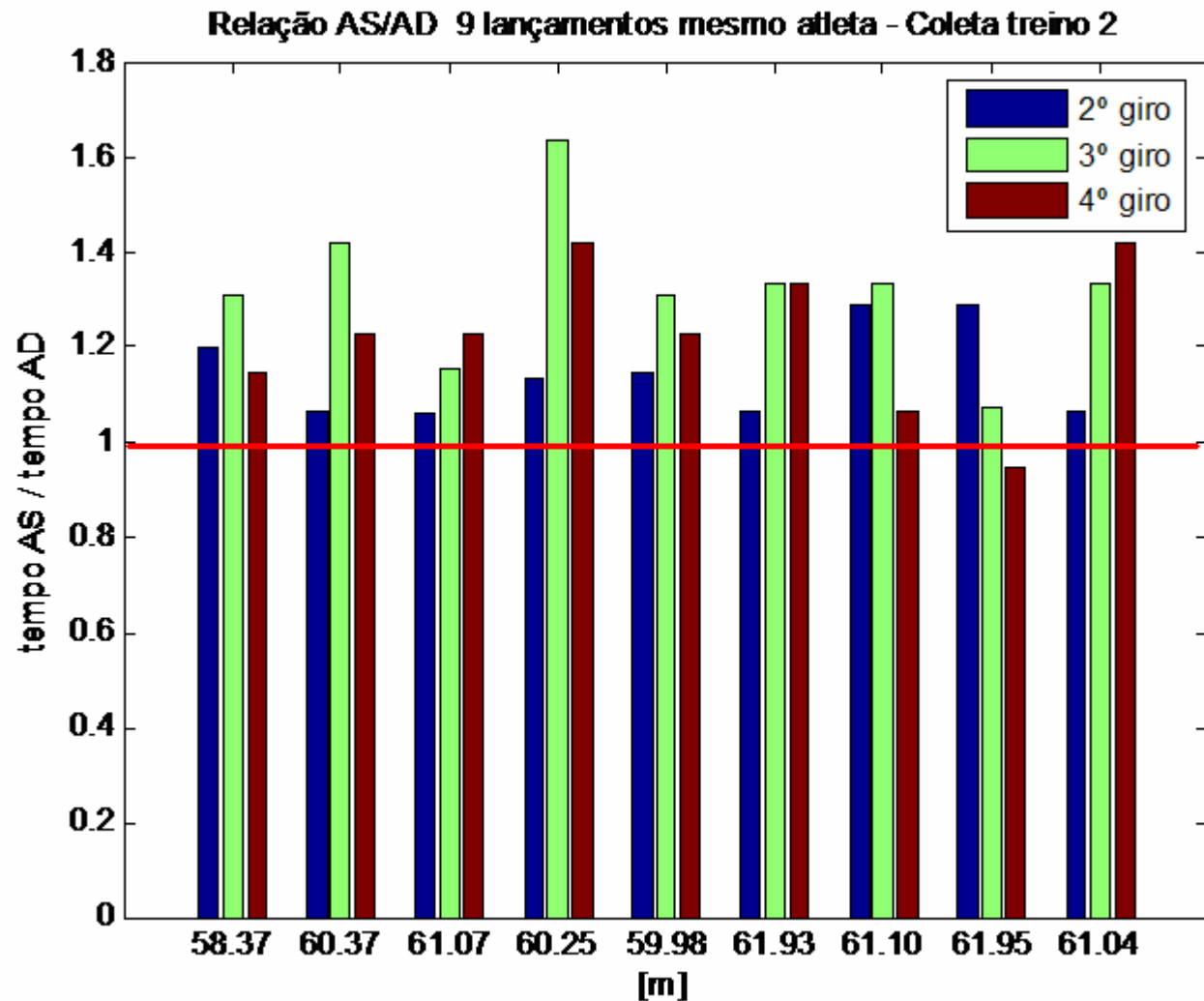
Curva mediana da velocidade e iqr - 20 lançamentos Treino



Curva mediana da velocidade e iqr - 12 lançamentos Festivais



Razão entre apoios simples e duplo



Onde investir

Diferentes dificuldades metodológicas em função das características das provas

Confiabilidade e precisão dos resultados depende da qualidade da metodologia

Tempo de desenvolvimento metodológico e das análises

Investimento a longo prazo

Construção das equipes multidisciplinares