

Relatório do EP 2 de MAC0209

Felipe Aníbal	13731195
Fernando Lima	13672710
Gabriel Ferreira	12718100
Isabella Caselli	13686685
Vinícius Lira	13671719
Felipe Ramos	11820322

Resumo

Foi descrito o desenvolvimento de um aplicativo móvel que se assemelha ao *Physics Toolbox Suite* e tem como finalidade a coleta e análise de dados de movimento utilizando o acelerômetro do dispositivo. O aplicativo oferece recursos avançados para coleta de dados, exibição de informações em gráficos e análise personalizável do movimento.

O objetivo principal deste trabalho foi projetar e implementar um aplicativo capaz de coletar dados de movimento utilizando o acelerômetro presente no dispositivo móvel. Além disso, o aplicativo permite que os usuários personalizem os parâmetros de análise e visualizem as informações coletadas em gráficos intuitivos.

O aplicativo desenvolvido possibilita a análise de diferentes tipos de movimento, como movimento retilíneo uniforme, uniformemente variado e queda livre. Os usuários podem importar e exportar dados, selecionar o tipo de movimento desejado para análise e definir parâmetros, como intervalos de tempo e limites de aceleração.

Os dados coletados são processados e exibidos em gráficos, permitindo que os usuários visualizem e interpretem as características do movimento com facilidade. Isso torna o aplicativo uma ferramenta valiosa para pesquisa de movimento.

Em resumo, o aplicativo desenvolvido oferece uma plataforma conveniente e acessível para a análise do movimento utilizando o acelerômetro do dispositivo móvel. Sua capacidade de analisar diferentes tipos de movimento o torna uma ferramenta versátil e útil tanto para fins educacionais quanto práticos. Possíveis desenvolvimentos futuros podem incluir a incorporação de técnicas adicionais de análise de movimento e a expansão da compatibilidade para diferentes dispositivos e sistemas operacionais.

Conteúdo

1	Introdução	3
2	Objetivos	3
3	Cronograma	3
4	Dados e métodos	4
5	Resultados Experimentais	5
5.1	Aplicativo	5
5.2	Movimento Retilíneo Uniforme e Uniformemente Variado	7
5.3	Queda Livre	10
6	Conclusão	12
6.1	Observações extras	13

1 Introdução

O estudo e a análise do movimento são de extrema importância em diversas áreas científicas e práticas, como física, esportes, engenharia e biomecânica. Com os avanços tecnológicos e a popularização dos dispositivos móveis, surgem oportunidades para o desenvolvimento de aplicativos que utilizam os sensores presentes nesses dispositivos para coletar e analisar dados de movimento.

Assim, foi desenvolvido um aplicativo móvel que utiliza o acelerômetro do dispositivo para coletar dados de movimento e fornecer uma análise abrangente. Tal aplicativo é capaz de simular e analisar três tipos específicos de movimento: movimento retilíneo uniforme, movimento uniformemente variado e queda livre.

Foram utilizadas as seguintes ferramentas: *Python*, *Kivy* e *Buildozer*. Com base nessas ferramentas, foi desenvolvido um aplicativo que permite aos usuários coletar dados de movimento utilizando o acelerômetro do dispositivo móvel. Os dados coletados são processados e exibidos em gráficos intuitivos, fornecendo informações valiosas sobre o comportamento do movimento.

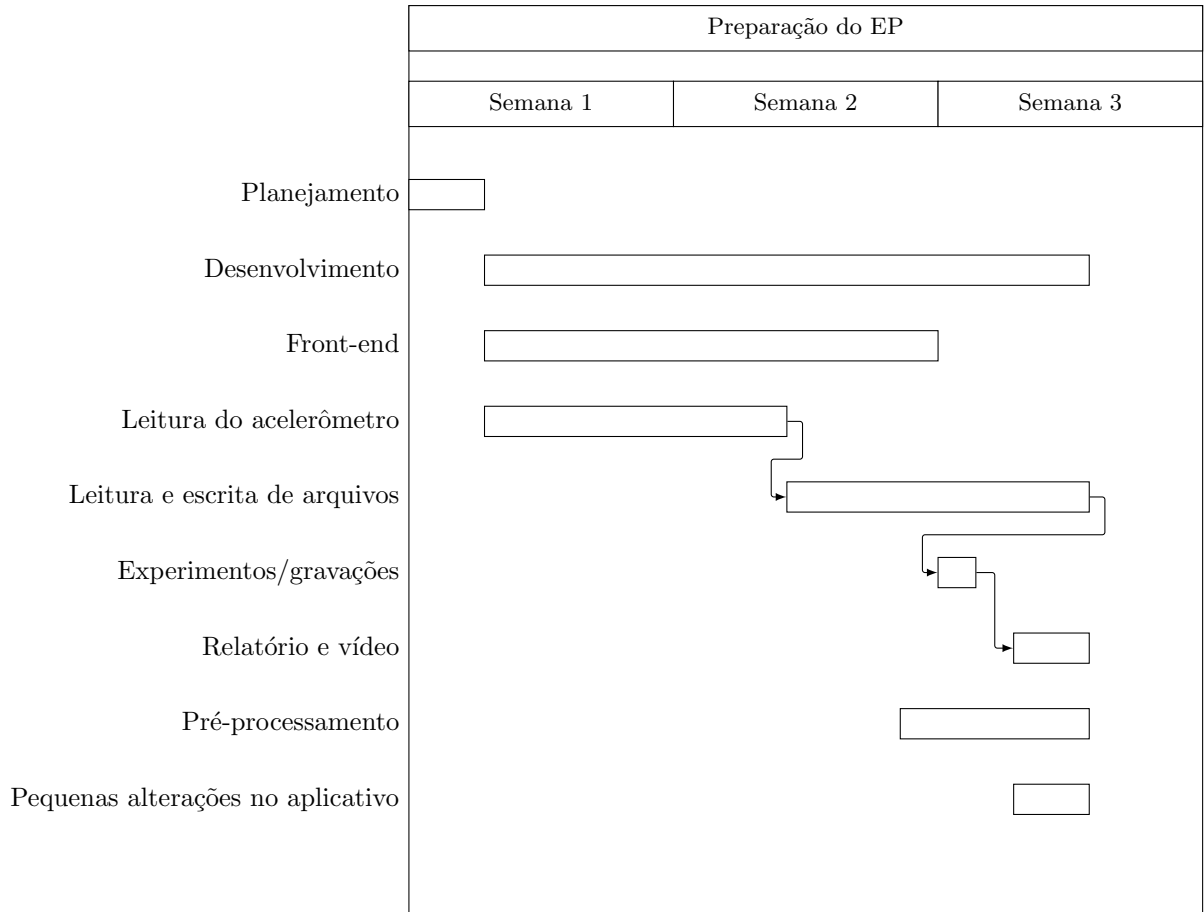
2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram desenvolver um aplicativo móvel que simulasse e analisasse os movimentos retilíneo uniforme, uniformemente variado e de queda livre, além de utilizar *Python*, *Kivy* e *Buildozer* como ferramentas de desenvolvimento. O aplicativo resultante oferece aos usuários uma plataforma acessível para coletar dados de movimento, visualizar análises em gráficos e aprimorar a compreensão do movimento em diferentes cenários.

- Aprimorar a interface do usuário para o objetivo desse trabalho: desenvolver uma interface intuitiva e amigável, permitindo que todas as etapas da análise do movimento fossem feitas na mesma plataforma. Assim, não é mais necessário coletar os dados no celular e processá-los no computador.
- Implementar análise e geração de gráficos: Fornecer aos usuários a capacidade de analisar os dados de movimento coletados por meio da geração de gráficos claros e informativos. Isso permitiria visualizar as características do movimento, como velocidade, aceleração e deslocamento, em diferentes contextos de movimento.
- Personalizar a análise de acordo com os parâmetros definidos pelo usuário: permitir que os usuários personalizassem os parâmetros de análise, como intervalos de tempo e faixas de aceleração, para obter análises específicas e adaptadas às suas necessidades. Isso proporcionaria uma maior flexibilidade na análise dos diferentes tipos de movimento.

3 Cronograma

O EP foi feito em aproximadamente três semanas, com início no dia 23/06. Nos primeiros dias foi planejado o trabalho e iniciou-se a aprendizagem sobre a biblioteca *Kivy*. Em seguida, foi desenvolvido o aplicativo, implementados a leitura do acelerômetro e o gerenciamento de arquivos. Por último, foi implementado o processamento dos dados, realizados os experimentos/gravações e feitas algumas pequenas alterações no aplicativo.



4 Dados e métodos

Neste estudo, foi utilizada a linguagem de programação *Python* juntamente com as ferramentas *Kivy* e *Buildozer* para desenvolver o aplicativo móvel necessário para a coleta e análise dos dados de movimento. O aplicativo foi desenvolvido com o objetivo de simular e analisar três tipos de movimento: movimento retilíneo uniforme (MRU), movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) e queda livre. Cada experimento foi repetido três vezes para garantir a precisão dos dados coletados.

Para o experimento do MRU, foi solicitada a participação de um voluntário. O voluntário caminhou carregando um smartphone com o aplicativo em uma mochila. Foi utilizado um metrônomo para marcar o intervalo de tempo entre dezoito passos de aproximadamente 90 centímetros, garantindo uma cadência regular. Essa medida foi importante para obter dados mais adequados para a modelagem.

No experimento do MRUV, o procedimento foi semelhante ao do MRU. No entanto, ao invés de caminhar, o voluntário realizou um movimento de corrida.

Para os experimentos de MRU e MRUV, a equação utilizada foi:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = a(t).$$

Para o MRU, $a(t) = 0$ e, portanto, integrando a equação obtém-se:

$$x = x_0 + v \cdot t.$$

Onde x_0 denota a posição inicial do objeto.

Para o MRUV, $a(t)$ é constante igual a a . Logo, integrando a equação, obtém-se:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + a \cdot \frac{t^2}{2}.$$

Para o estudo da queda livre com resistência do ar, o celular foi fixado em um bolso dentro de uma mochila com uma almofada (massa: 0.6 *kg*, área: 1 *m*²). Em seguida, a mochila foi colocada em uma altura de aproximadamente 3.5 metros e foi solta para que caísse livremente. No entanto, a mochila foi segurada antes que atingisse o chão para evitar danos ao celular. A aceleração da resistência do ar foi calculada usando o próprio valor fornecido pelo acelerômetro do smartphone. Assim, foi utilizado o método de Euler para aproximar as trajetórias da posição e velocidade. O passo implementado foi:

$$\begin{aligned}v_{t+1} &= v_t + \Delta t \cdot a_t \\x_{t+1} &= x_t + \Delta t \cdot v_t\end{aligned}$$

É importante notar que, como protocolo de aquisição de dados, foi feita uma pausa de aproximadamente cinco segundos antes e depois de cada um dos movimentos. O objetivo era tentar estabilizar a posição do celular para conseguir filtrar melhor o começo e fim do movimento a partir dos dados do acelerômetro.

Por meio dos dados, o aplicativo é capaz de gerar os gráficos para analisar características de cada movimento. *Python* (anexados junto com esse relatório). Para a análise dos dados, foram utilizados conceitos de cinemática, como a equação da posição e a definição de velocidade média. Também foram considerados os efeitos da resistência do ar na queda livre.

Com a metodologia descrita acima, foi buscado obter resultados tão precisos quanto o aplicativo utilizado no EP1 e confiáveis para a análise dos movimentos.

5 Resultados Experimentais

5.1 Aplicativo

O aplicativo tem a finalidade de simular o *Physics Toolbox*, mas com opções adicionais de geração de gráficos e inserção de parâmetros que possibilitam ao usuário uma interface unificada e que permite uma análise mais abrangente do que apenas os dados do acelerômetro.

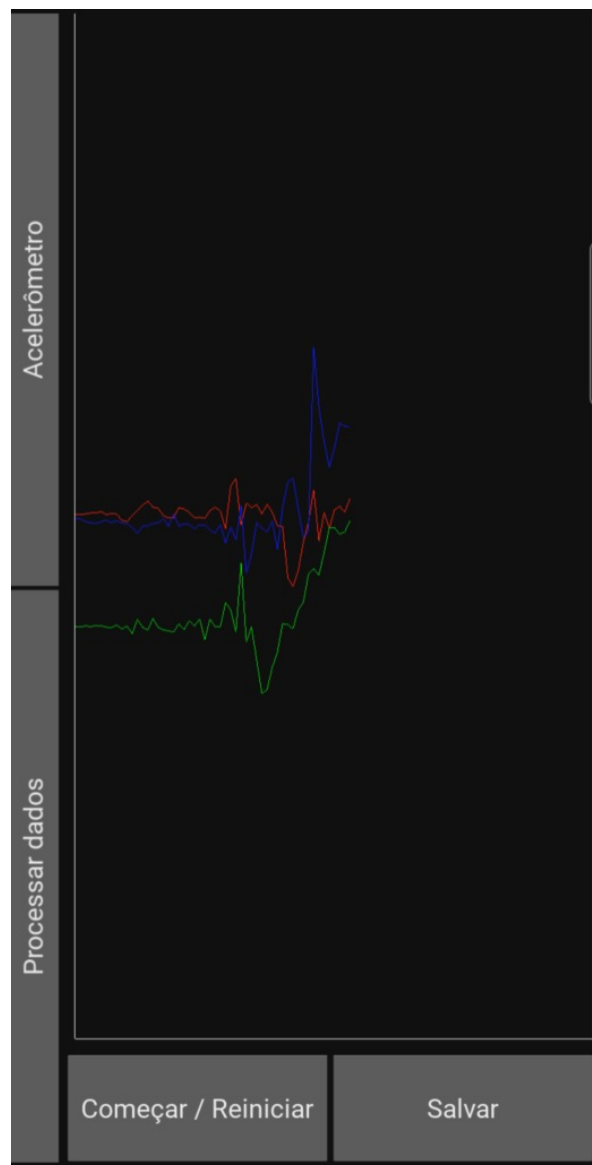


Figura 1: Interface inicial do app.

A imagem acima exibe a interface inicial do aplicativo. Nela, já pode-se notar opções como o início e o reinício da coleta de dados do acelerômetro, o salvamento dos dados e o processamento dos dados (onde são gerados os gráficos e algumas informações adicionais). (Mais detalhes sobre como mexer no aplicativo estão presentes no vídeo).

Obs:

1. A aceleração obtida pelo acelerômetro é dividida por 9.806 m/s^2 , para que seja dada em função da força g.
2. Os gráficos mostrados no relatório foram feitos a partir dos arquivos: queda1.csv, mru1.csv e muv1.csv.
3. Apesar do gráfico gerado pelo arquivo mru2.csv não possuir os cinco segundos de estabilização, eles foram realizados antes da movimentação.

5.2 Movimento Retilíneo Uniforme e Uniformemente Variado

Para simular o movimento retilíneo uniforme e o uniformemente variado, foram feitas medições de dados em uma caminhada com passos de tamanhos e tempos aproximadamente iguais. O app gerou os seguintes gráficos para o MRU:

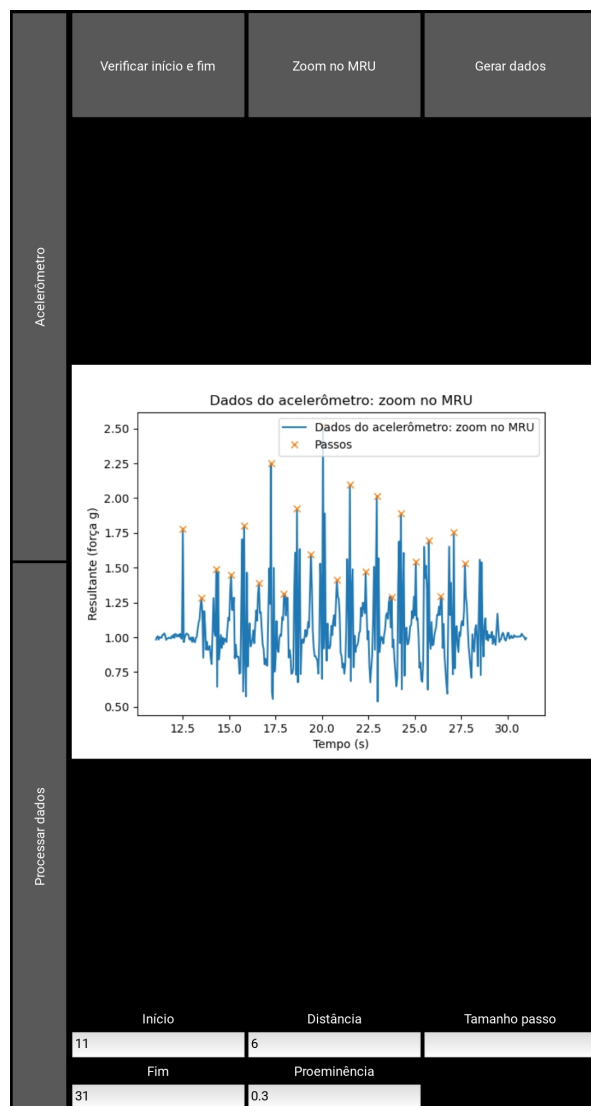


Figura 2: Gráfico da caminhada com zoom.

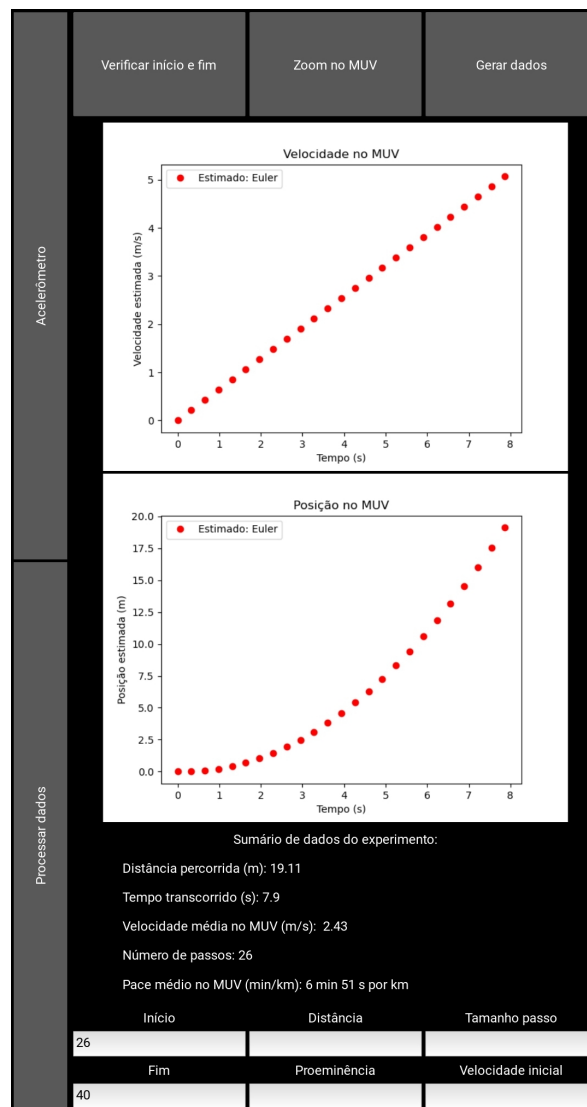


Figura 5: Gráfico da velocidade e posição da corrida.

Pode-se notar que a cada passo o acelerômetro oscila entre um pico maior e um pico menor. No caso do MRU, os picos possuem um padrão de oscilação de tamanho, enquanto no MRUV, os picos oscilam com tamanhos variados. Assim, marcando os picos superiores, foi estimada distância percorrida, com base no tamanho do passo do voluntário e no número de passos dados na caminhada. Com esses dados, foi usado o método de Euler para estimar a posição do indivíduo ao longo do tempo.

Nos gráficos gerados acima, observa-se uma distância variando de maneira linear (para o MRU) e de maneira quadrática (para o MRUV), além de uma velocidade variando de maneira aproximadamente linear no MRUV.

Com as figuras acima é possível verificar o mesmo comportamento dado no *Physics Toolbox* dos gráficos. Essa comparação pode ser feita ao visualizar os gráficos do relatório do EP1.

5.3 Queda Livre

Para simular a queda livre, foi feito o lançamento do dispositivo de coleta de dados a uma certa altura. Logo a seguir, vem a representação gráfica:

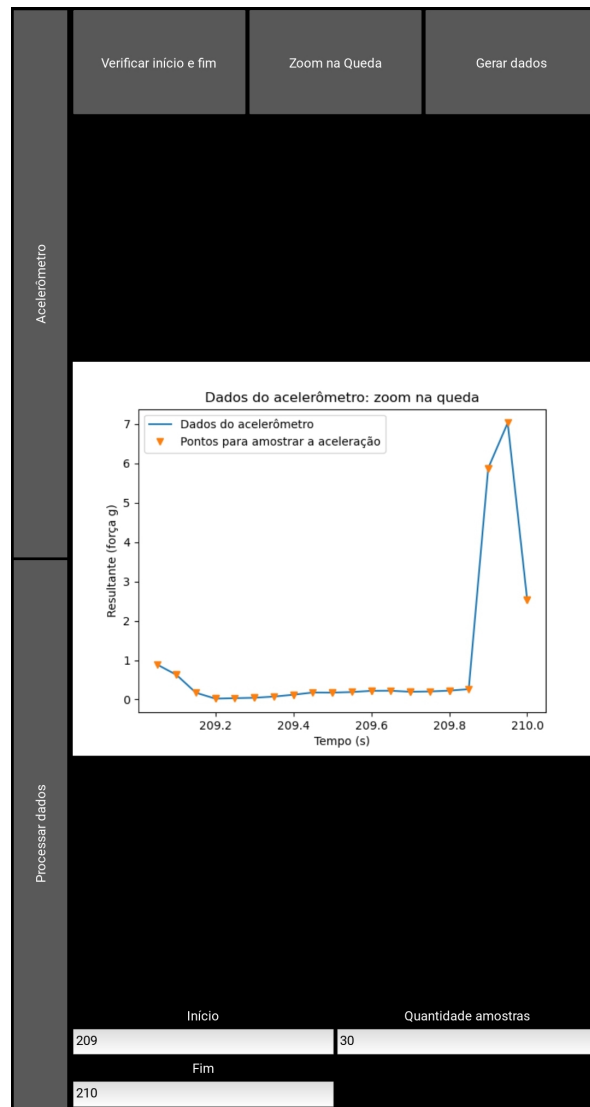


Figura 6: Gráfico que representa os dados do experimento de queda livre com as amostras.

Para estimar a posição e a velocidade durante esse movimento, foram pegadas amostras de aceleração obtidas em diferentes pontos ao longo do movimento. Esses pontos são mostrados em laranja. Com essa aceleração, foi usado o método de Euler para estimar a velocidade, e com a velocidade, o método de Euler novamente para estimar a posição do objeto. Optou-se por essa abordagem porque os dados do acelerômetro já incluíam a resistência do ar.

Os gráficos abaixo exibem o comportamento da velocidade e da posição estimadas, respectivamente, pegando dados do acelerômetro. Ao analisar os gráficos, observa-se que, com a presença da resistência do ar, a velocidade do objeto não aumenta de forma constante.

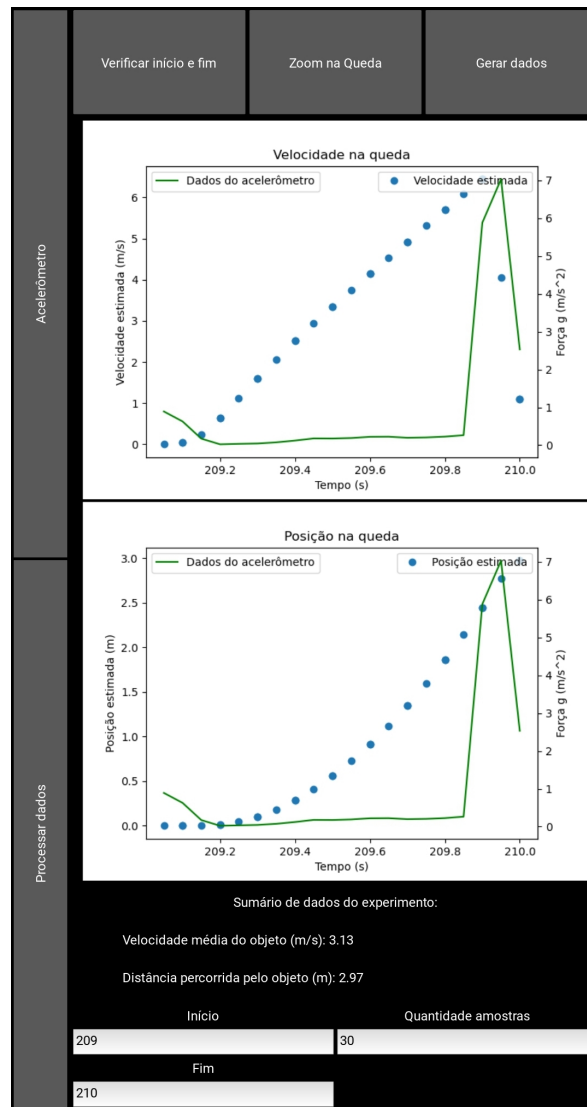


Figura 7: Gráfico que representa os dados da velocidade e da posição estimadas.

6 Conclusão

Por meio dos experimentos realizados, pode-se validar a eficácia do aplicativo no estudo de três tipos de movimento: movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado e queda livre. Utilizando o acelerômetro do dispositivo móvel, foram coletados dados precisos e confiáveis durante os experimentos, com o auxílio de recursos como o uso de um metrônomo para marcar o intervalo de tempo e a repetição dos experimentos para garantir a consistência dos resultados.

A geração de gráficos a partir dos dados coletados proporcionou uma visualização clara e intuitiva das características dos movimentos estudados. Esses gráficos permitiram identificar tendências, padrões e relações entre as variáveis de interesse, como velocidade, aceleração e deslocamento. Com isso, o aplicativo se tornou uma ferramenta valiosa para o estudo do movimento, proporcionando uma análise mais abrangente e uma compreensão aprofundada dos fenômenos estudados.

Dessa forma, foi alcançado o objetivo de simular o funcionamento do *Physics Toolbox Suite*, adicionando a funcionalidade de geração de gráficos para uma análise mais detalhada dos dados de movimento. Essa contribuição oferece aos usuários uma experiência aprimorada e um maior poder de análise, permitindo explorar e compreender melhor os princípios fundamentais do movimento.

Como trabalho futuro, é possível aprimorar o aplicativo, adicionando novas funcionalidades e expandindo a compatibilidade com diferentes dispositivos móveis. Além disso, poderia-se explorar outros

tipos de movimento e oferecer recursos adicionais de análise, ampliando ainda mais a utilidade e a aplicabilidade do aplicativo em diversas áreas, como educação, esportes e pesquisa científica.

[Link vídeo](#)

6.1 Observações extras

1. Uso do aplicativo:

- Cuidado com o número de amostras da queda livre! Caso seja um número muito grande, o aplicativo irá fechar.
- Lembre-se que o parâmetro distância do *find_peaks* deve ser maior ou igual a 1. Caso seja menor, o aplicativo irá fechar.
- Quando for reescrever algum parâmetro, lembre-se de apagar antes o parâmetro que estava escrito. Se não for apagado, o aplicativo irá fechar.
- Para gerar os dados do MRU e do MRUV, garanta que pelo menos um pico foi encontrado. Caso tente gerar os dados com nenhum pico, o aplicativo irá fechar.

2. Mudanças após a gravação do vídeo:

- Tamanho dos textos: alguns textos tiveram o tamanho reduzido para se encaixar melhor na tela.
- Alteração do texto do botão “Gerar gráfico” para “Verificar início e fim”.
- Alinhamento do sumário de dados foi alterado.
- Tamanho dos gráficos gerados foi alterado.
- Correção de um erro nos gráficos da queda livre em que a aceleração obtida pelo acelerômetro era colocada duas vezes no gráfico.
- A função *find_peaks* foi alterada. Logo, os parâmetros usados no vídeo também foram alterados.

3. Geração do apk:

- Para a geração do apk, deve-se fazer o seguinte:
 1. Rodar no terminal `$buildozer android debug`
 2. Após dar erro (uma vez que no arquivo *buildozer.spec* está `android.ndk = 21e`):
 - i. Comentar a linha 112 do arquivo *buildozer.spec*.
 - ii. Baixar o arquivo [desse link](#), descompactar e transferir os arquivos da pasta `arm-linux-androideabi-4.9` (que está dentro da pasta descompactada) para o seguinte diretório: `~/buildozer/android/platform/android-ndk-r21e/toolchains/arm-linux-androideabi-4.9/prebuilt/linux-x86_64` (substituindo os arquivos que já estão lá).
 - iii. Rodar o comando `$export LEGACY_NDK=~/buildozer/android/platform/android-ndk-r21e`
 - iv. Rodar novamente `$buildozer android debug`
 3. Após concluir a geração do apk, devem ser feitas alterações para dar permissões de manipulação de arquivos no celular:
 - i. Descomentar a linha 97 do arquivo *buildozer.spec*.
 - ii. No mesmo diretório que está o *buildozer.spec*, ir no arquivo `./buildozer/android/platform/python-for-android/pythonforandroid/bootstraps/sdl2/build/templates/AndroidManifest.tmpl.xml` e adicionar o comando `application android:requestLegacyExternalStorage="true"` entre a linha 59 e a 60.
 - iii. Rodar `$buildozer android clean`
 - iv. Por fim, rodar `$buildozer android debug`
- Links úteis para auxiliar o monitor:

- [Link 1](#): auxilia na parte 1 e 2. Porém, deve-se tomar cuidado para os arquivos transferidos e a pasta de destino, pois estão errados nesse link.
- [Link 2](#): auxilia na parte de dar permissão para o android (passo 18 e 19). Porém, não se esqueça de descomentar a linha 97 do *buildozer.spec*.
- Caso o monitor não consiga gerar o apk, estamos o disponibilizando [nesse link](#).