



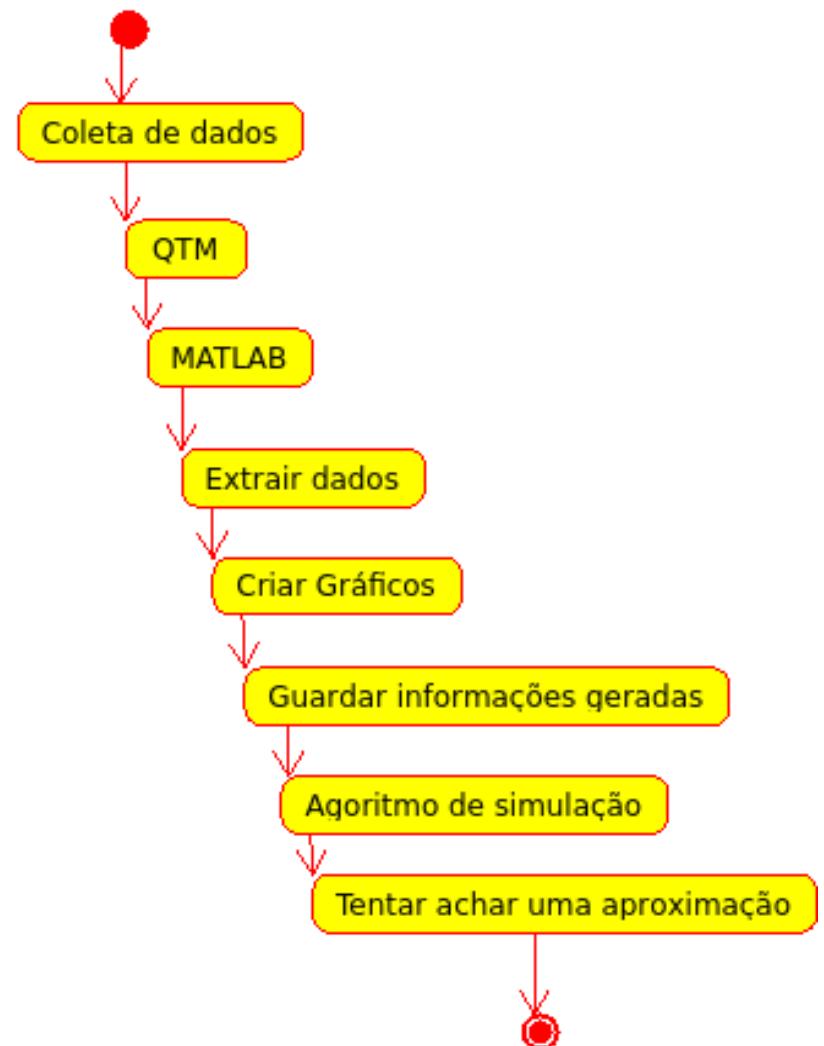
OPEN GAIT ANALYTICS - IMPLEMENTANDO UM SOFTWARE COMO SERVIÇO PARA ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE MARCHA HUMANA

| | |
|----------------------|--|
| Aluno: | Roberto Aguiar Lima |
| Orientadora: | Profa. Dra. Lourdes Mattos Brasil; FGA / UnB |
| Coorientadora: | Profa. Dra. Vera Regina Da Silva Maraes; FCE / UnB |
| Examinadora Externa: | Profa. Dra. Aline Araújo do Carmo; FCE / UnB |
| Examinador Externo: | Dr. Jairo Santana Simão Melo; TJDFT |



Introdução

- Processo de simulação pelos pesquisadores de análise de marcha;





Introdução

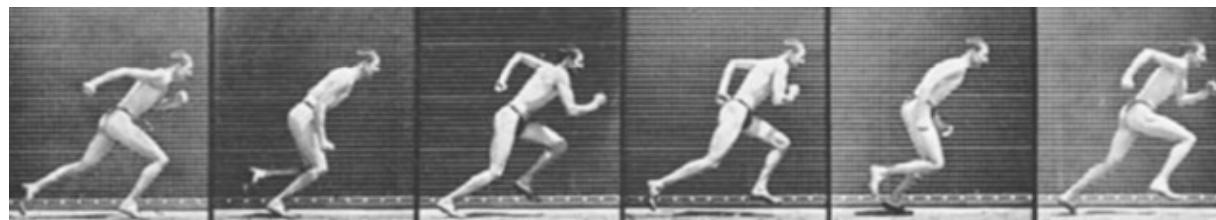
- Fácil disponibilização do software de análise de marcha.





Objetivos Gerais

- O presente trabalho visa iniciar um projeto de desenvolvimento de software como serviço para análise e simulação de marcha humana.



MUYBRIDGE, 1885





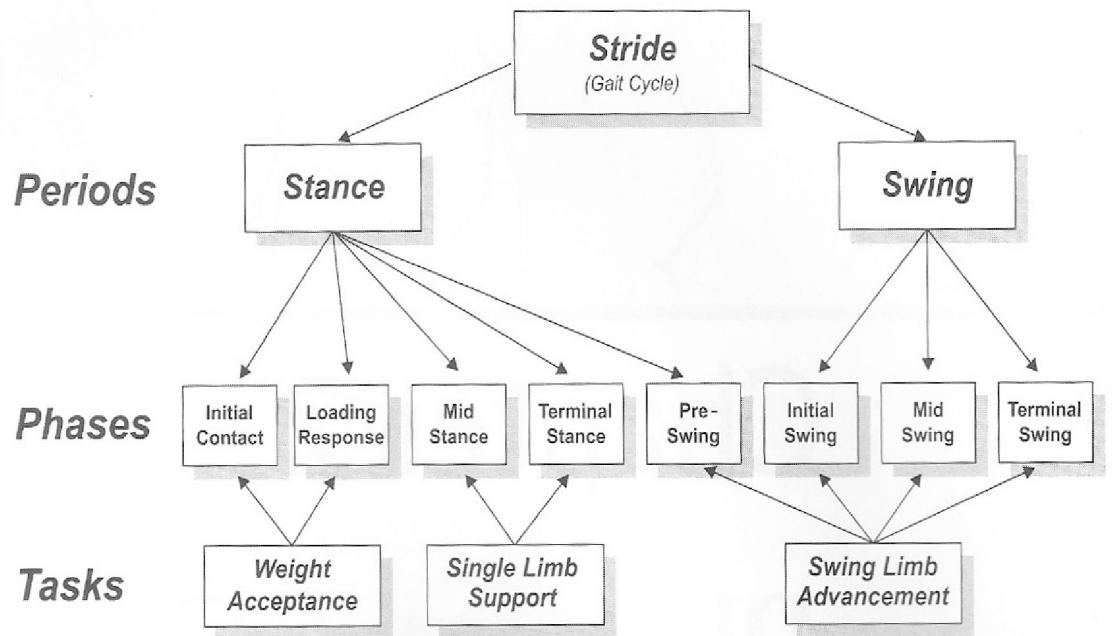
Objetivos Específicos

- Definir um processo de desenvolvimento ágil adequado ao projeto;
- Explicitar uma visão arquitetural inicial do software;
- Escolher componentes de software a serem usados na solução;
- Selecionar um conjunto de funcionalidades suficientes para implementação de uma release funcional e de testes para estressarem a arquitetura proposta.



Fundamentação Teórica

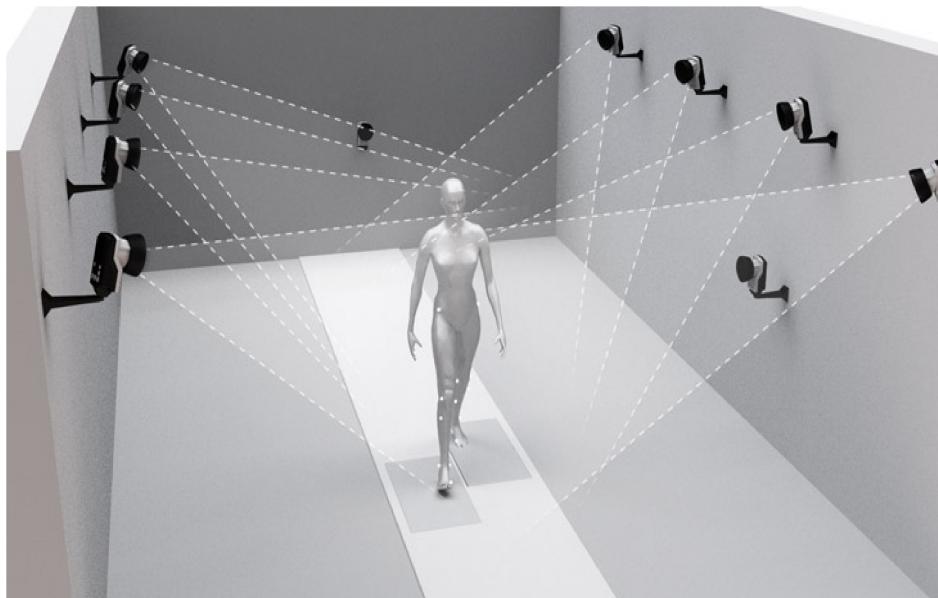
Análise de Marcha - Fundamentos





Fundamentação Teórica

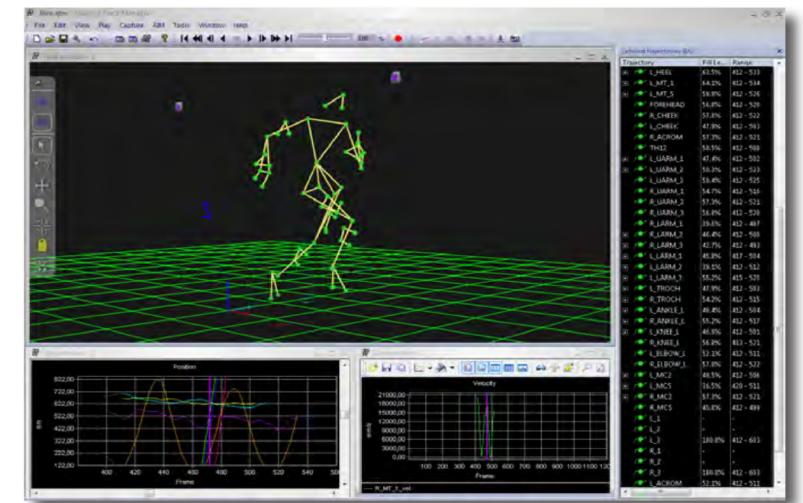
Análise de Marcha – Métodos de Análise – Captura por Câmeras.



Qualisys, 2013



Qualisys, 2013

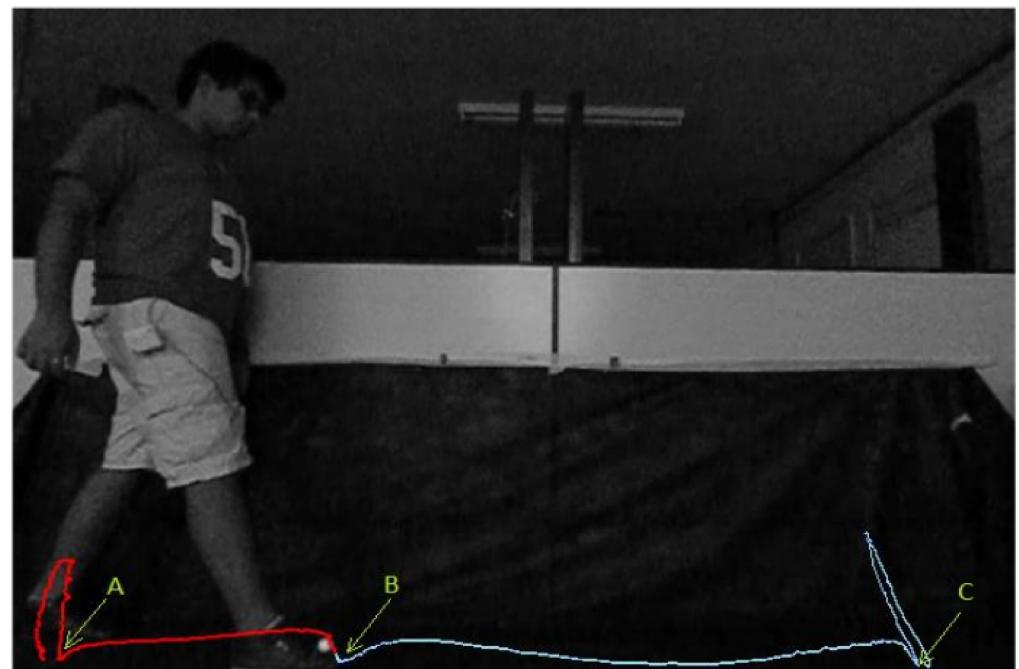
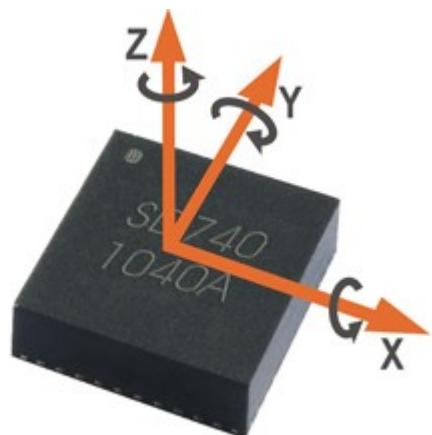


Qualisys, 2010



Fundamentação Teórica

Análise de Marcha – Métodos de Análise – Unidade de Medida Inercial.



LEITE et al., 2014



Fundamentação Teórica

Análise de Marcha – Métodos de Análise – Eletrogoniômetro.

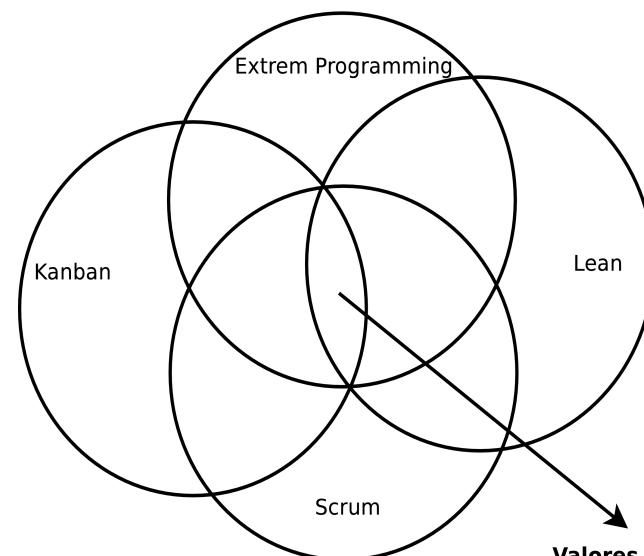
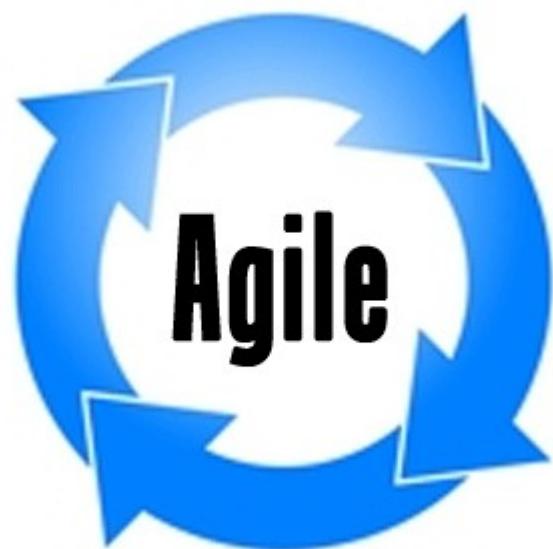


IBRAHIM et al., 2012



Fundamentação Teórica

Métodos Ágeis.



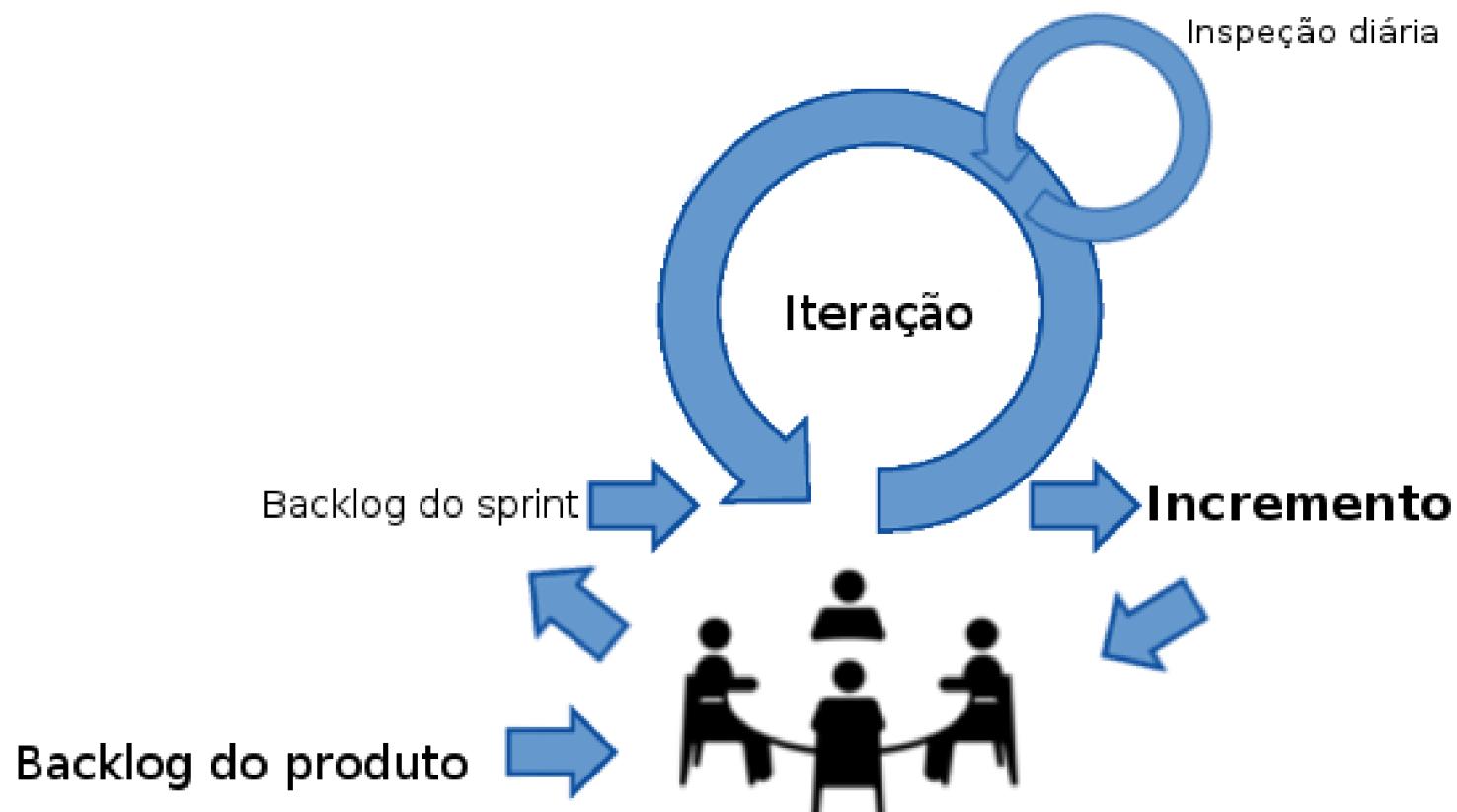
Valores comuns entre
as metodologias
e o manifesto ágil.

GREENE; STELLMAN, 2014



Fundamentação Teórica

- Scrum.



SCHWABER, 2004



Fundamentação Teórica

Histórias do Usuário.

O usuário pode pagar pelo produto usando um cartão de crédito

Teste com cartão Mastercard

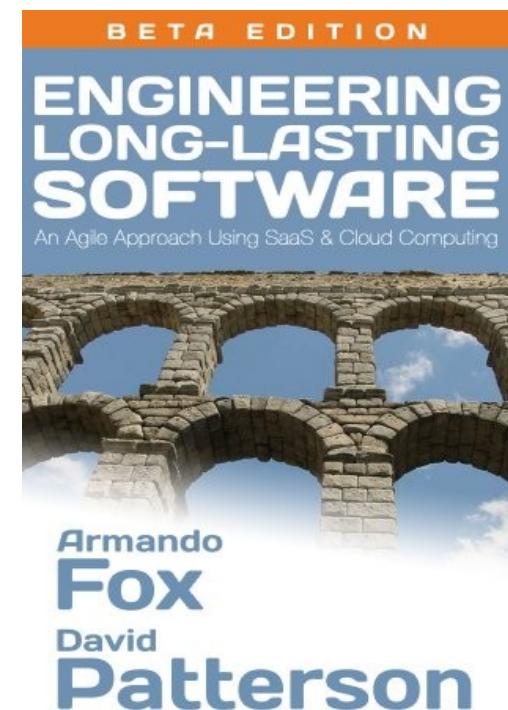
Teste com cartão visa

Teste com valores acima de R\$ 1.000,00



Fundamentação Teórica

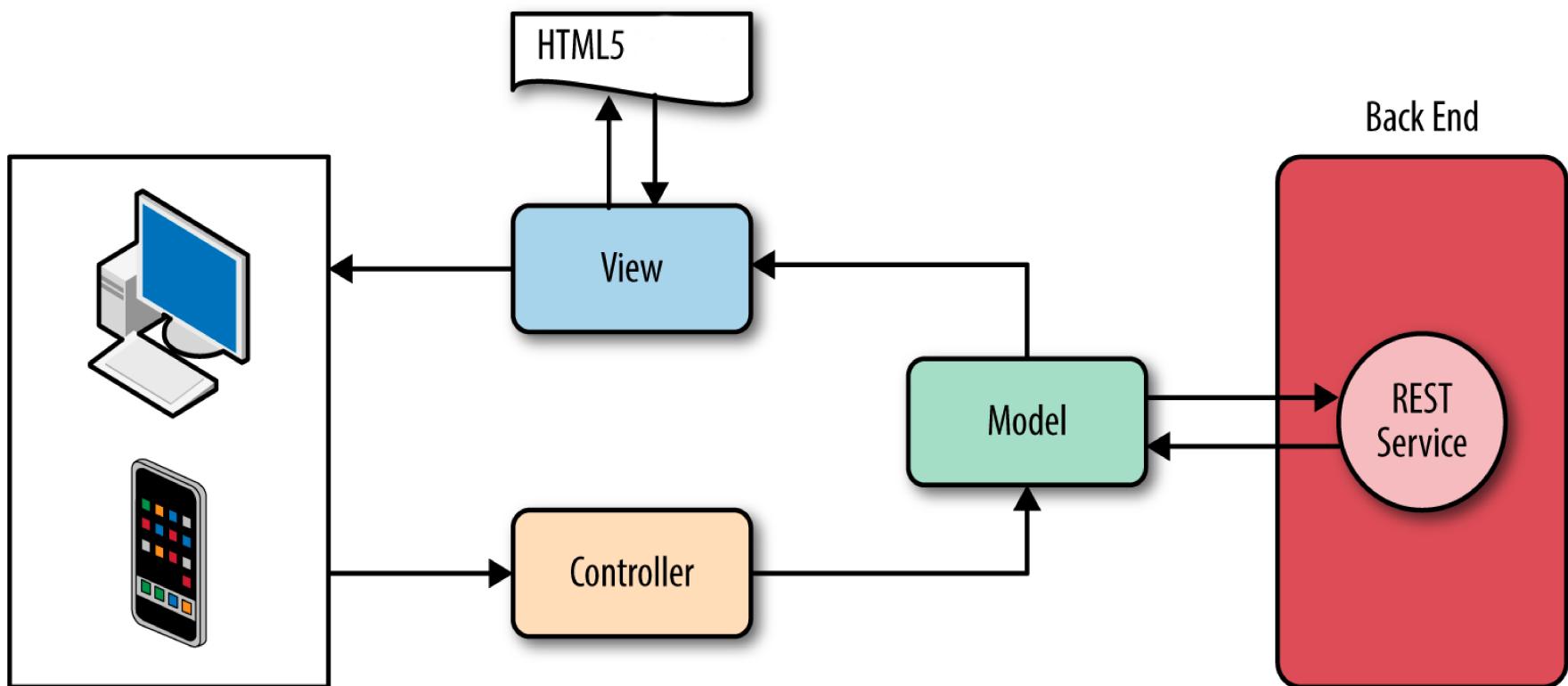
Software como serviço.





Fundamentação Teórica

Framework – AngularJS.





Fundamentação Teórica

Ferramenta – Angular-Seed.

```
app/                      --> all of the source files for the application
    app.css                --> default stylesheet
    components/            --> all app specific modules
        version/           --> version related components
            version.js       --> version module declaration and basic
    "version" value service
        version_test.js     --> "version" value service tests
        version-directive.js --> custom directive that returns the current
    app version
        version-directive_test.js --> version directive tests
        interpolate-filter.js   --> custom interpolation filter
        interpolate-filter_test.js --> interpolate filter tests
    view1/                  --> the view1 view template and logic
        view1.html           --> the partial template
        view1.js              --> the controller logic
        view1_test.js         --> tests of the controller
    view2/
        view2.html           --> the partial template
        view2.js              --> the controller logic
        view2_test.js         --> tests of the controller
    app.js                  --> main application module
    index.html              --> app layout file (the main html template file of the
    app)
    index-async.html        --> just like index.html, but loads js files
asynchronously
karma.conf.js             --> config file for running unit tests with Karma
e2e-tests/
    protractor-conf.js    --> Protractor config file
    scenarios.js           --> end-to-end scenarios to be run by Protractor
```



Fundamentação Teórica

Componente – Angular-Material.

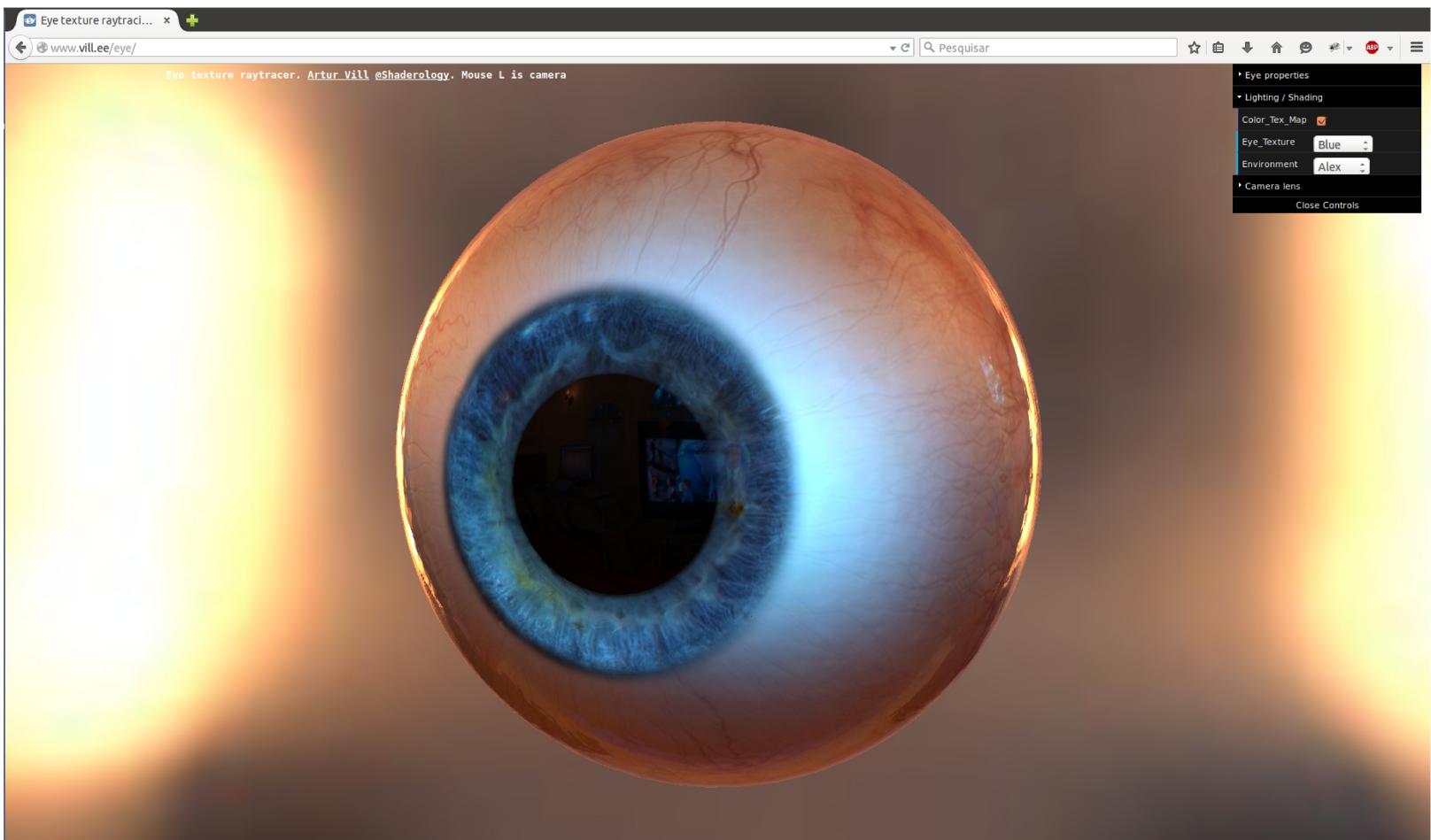
Dynamic Tiles

| | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| Svg-1 | Svg-2 | Svg-3 | Svg-4 |
| Svg-5 | Svg-6 | Svg-7 | |
| Svg-8 | Svg-9 | Svg-10 | Svg-11 |



Fundamentação Teórica

Componente – ThreeJS.





Fundamentação Teórica

Framework – Flask.

- Serviços REST
 - Cliente/Servidor;
 - Stateless;
 - Interface Uniforme;
 - Sistema em Camadas;
 - Código sob Demanda.



Fundamentação Teórica

Framework – Flask.

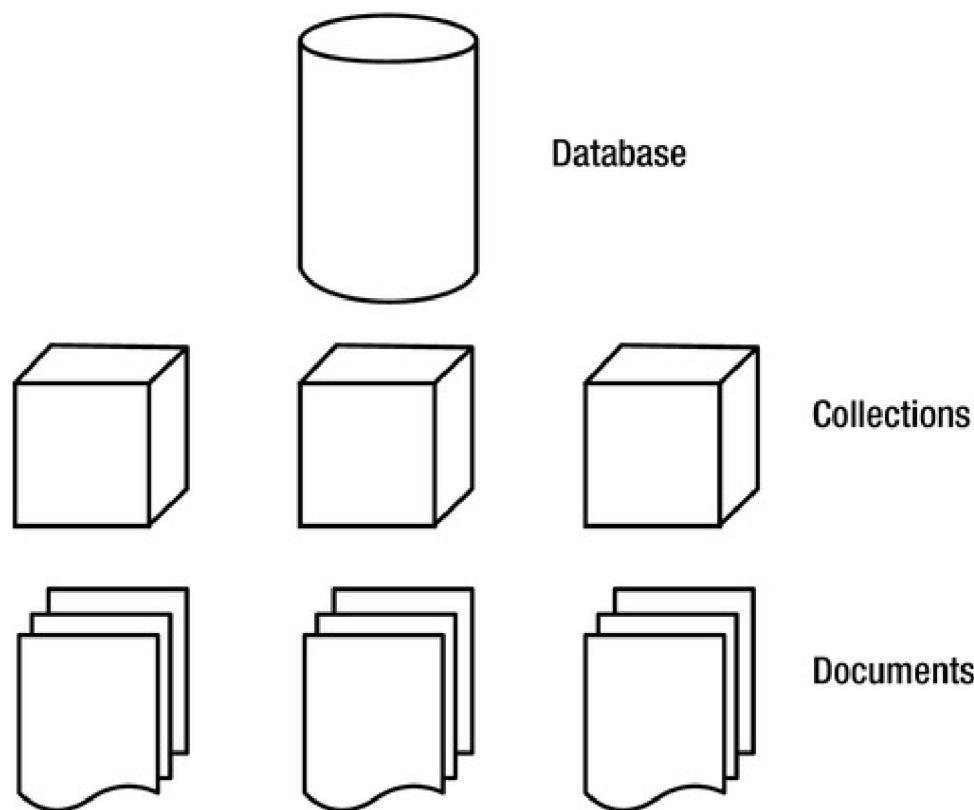
- Framework web minimalista;
- Perfeito para REST;
- Escrito em Python e para Python;
- Fácil integrar bibliotecas do Python como, NumPy, Scikit-Learning, PyMongo, etc..





Fundamentação Teórica

Serviço de Documentos - MongoDB

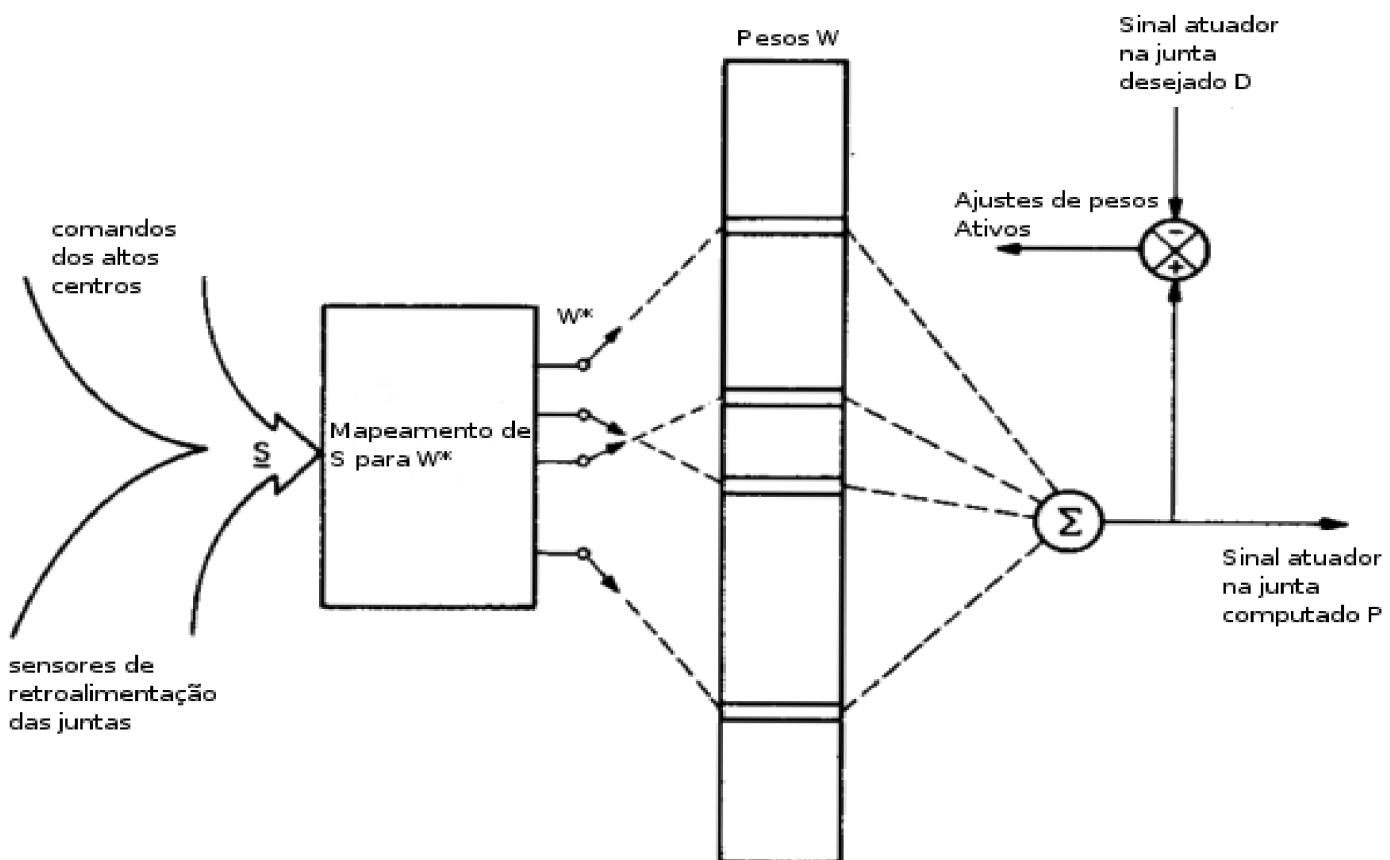


PLUGGE; MEMBREY; HOWS, 2014



Fundamentação Teórica

Algoritmo – CMAC.

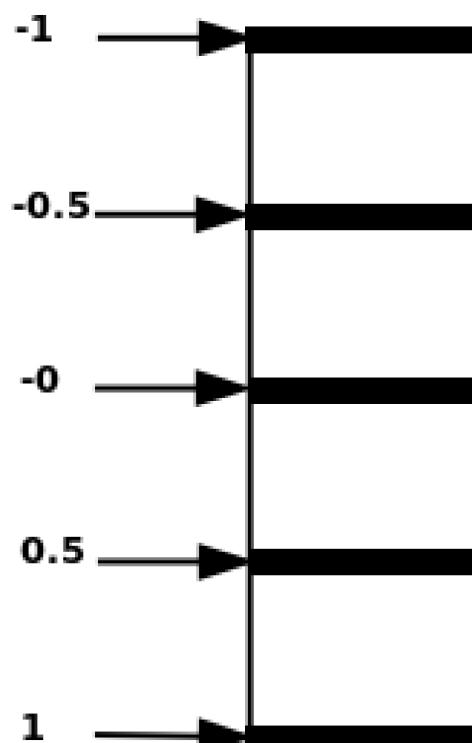


ALBUS, 1975



Fundamentação Teórica

Algoritmo – CMAC - Quantização.



Lima, 2015



Fundamentação Teórica

Algoritmo – CMAC - Funcionamento.

| Mapeamento de s_1 | | Mapeamento de s_2 | |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| <i>Valore de s_1</i> | <i>Mapeamento m1</i> | <i>Valore de s_2</i> | <i>Mapeamento m2</i> |
| 1 | 0, 1, 2 | 1 | 0, 1, 2 |
| 2 | 3, 1, 2 | 2 | 3, 1, 2 |
| 3 | 3, 4, 2 | 3 | 3, 4, 2 |
| 4 | 3, 4, 5 | 4 | 3, 4, 5 |
| 5 | 6, 4, 5 | | |
| 6 | 6, 7, 5 | | |

Mapeamento para os pesos W

| s_1 / s_2 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | (0, 0), (1, 1), (2, 2) | (0, 3), (1, 1), (2, 2) | (0, 3), (1, 4), (2, 2) | (0, 3), (1, 4), (2, 5) |
| 2 | (3, 0), (1, 1), (2, 2) | (3, 3), (1, 1), (2, 2) | (3, 3), (1, 4), (2, 2) | (3, 3), (1, 4), (2, 5) |
| 3 | (3, 0), (4, 1), (2, 2) | (3, 3), (4, 1), (2, 2) | (3, 3), (4, 4), (2, 2) | (3, 3), (4, 4), (2, 5) |
| 4 | (3, 0), (4, 1), (5, 2) | (3, 3), (4, 1), (5, 2) | (3, 3), (4, 4), (5, 2) | (3, 3), (4, 4), (5, 5) |
| 5 | (6, 0), (4, 1), (5, 2) | (6, 3), (4, 1), (5, 2) | (6, 3), (4, 4), (5, 2) | (6, 3), (4, 4), (5, 5) |
| 6 | (6, 0), (7, 1), (5, 2) | (6, 3), (7, 1), (5, 2) | (6, 3), (7, 4), (5, 2) | (6, 3), (7, 4), (5, 5) |



Fundamentação Teórica

Algoritmo – CMAC - Aprendizado.

$$w_i = w_i + \frac{\alpha(D - P)}{NW^*}$$



Fundamentação Teórica

Licença MIT

- Bastante permissiva;
- Permite uso comercial do software;
- Cada um pode fazer uso do software como melhor lhe atender, (usar, instalar, vender serviços, modificar e tornar público, modificar e não disponibilizar modificações, etc.)



Fundamentação Teórica

Cálculos de Velocidades, Ângulos e Velocidades Angulares.

1 - Velocidades no plano 3D

$$\vec{v} = \frac{\vec{s2} - \vec{s1}}{\tau}$$

Poole, 2011

3- Ângulo

$$\theta = \arccos \left(\frac{\vec{c1}' \cdot \vec{c2}'}{\|\vec{c1}'\| \cdot \|\vec{c2}'\|} \right)$$

Edwards, 2006

4 - Magnitude

$$\|\vec{c}\| = \sqrt{\vec{c} \cdot \vec{c}}$$

Poole, 2011

2 - Translação dos componentes

$$\vec{c1}' = \vec{c1} - \vec{o}$$

$$\vec{c2}' = \vec{c2} - \vec{o}$$

Poole, 2011

5 -Velocidade Angular

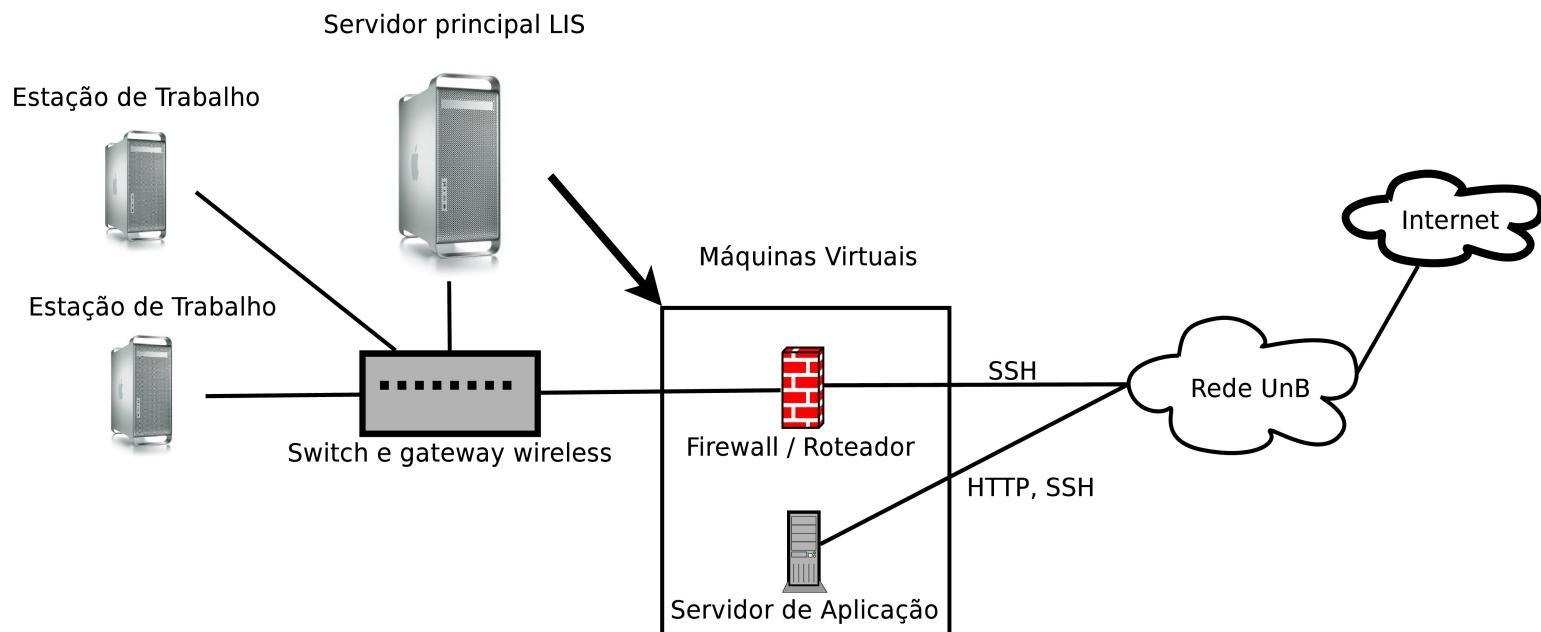
$$\omega = \frac{\theta_2 - \theta_1}{\tau}$$

Poole, 2011



Metodologia

Ambiente de Estudos – LIS FGA/UNB





Metodologia

Ambiente de Estudos – LPH FGA/UNB



Qualisys, 2015

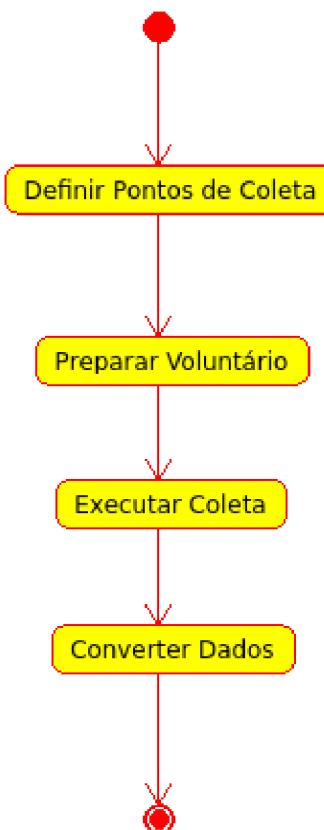


Qualisys, 2015



Metodologia

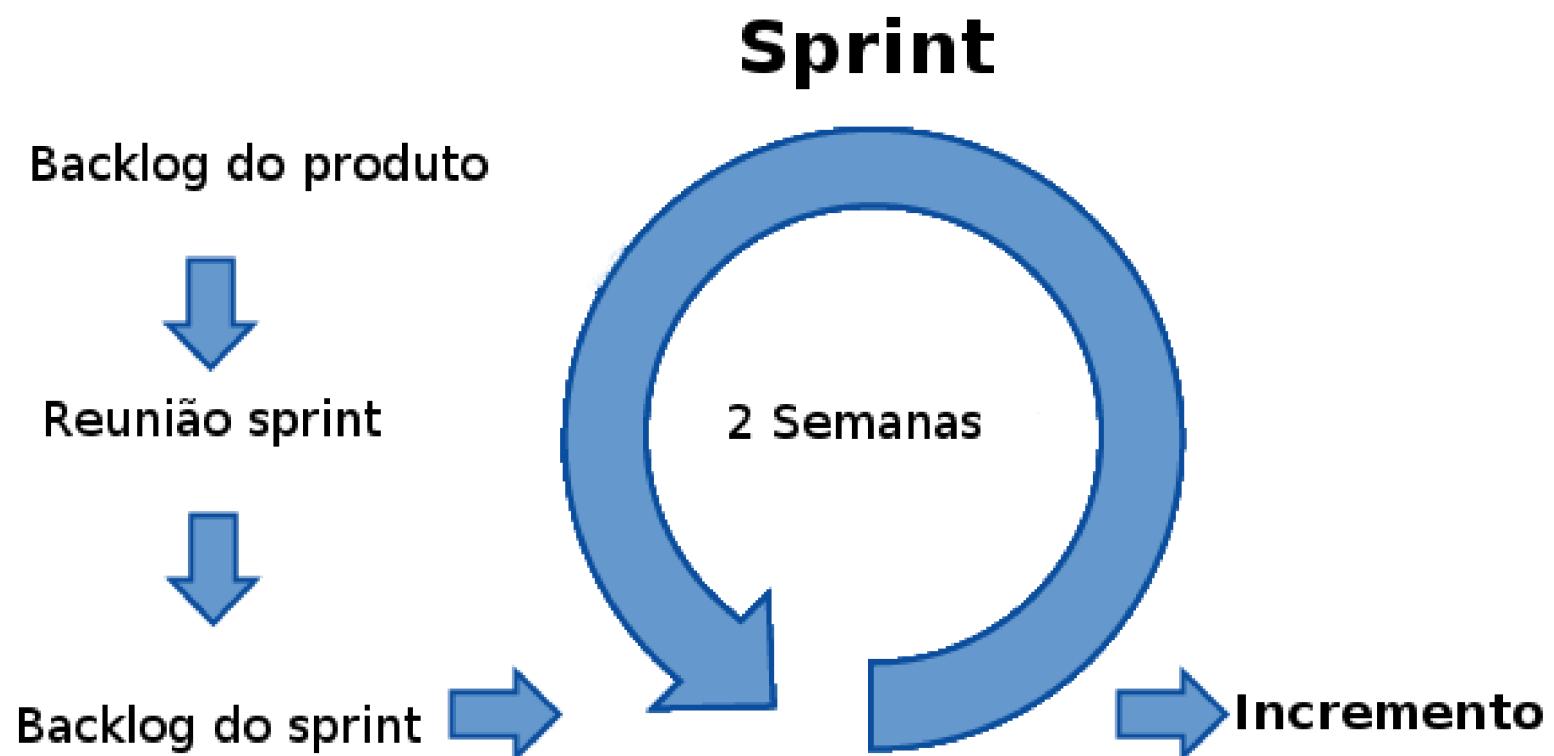
Coleta de Dados – LPH FCE/UnB.





Metodologia

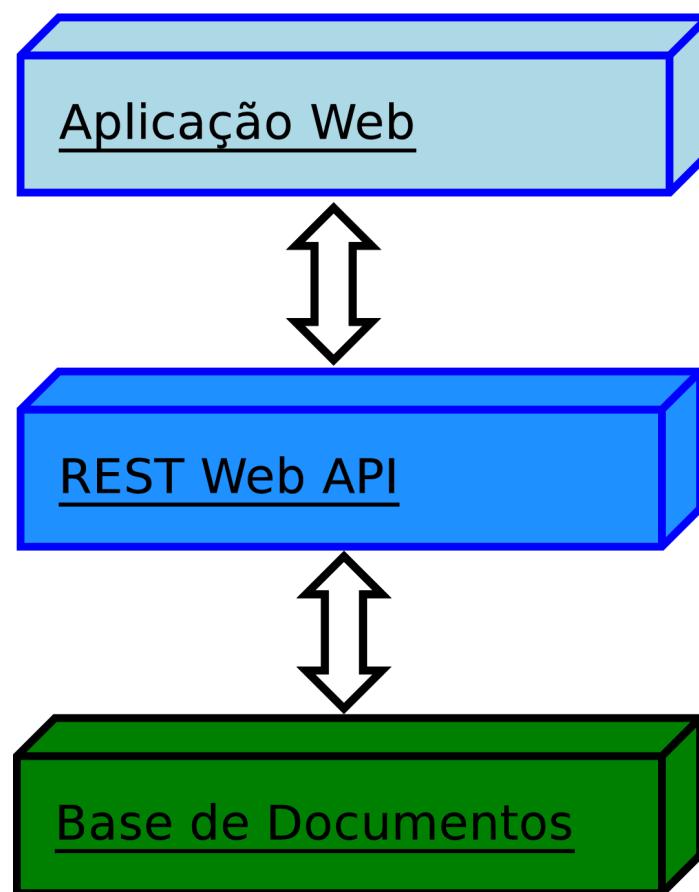
Ciclo básico de desenvolvimento.





Metodologia

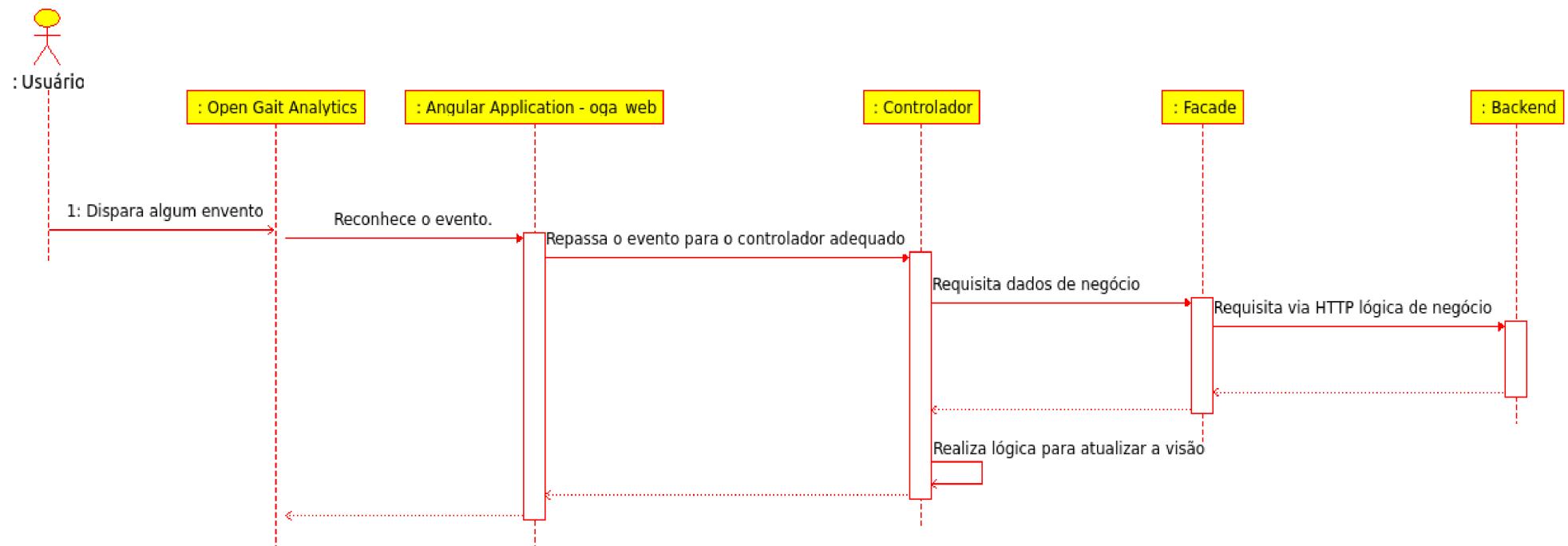
Modelo Alto de Nível da Arquitetura.





Metodologia

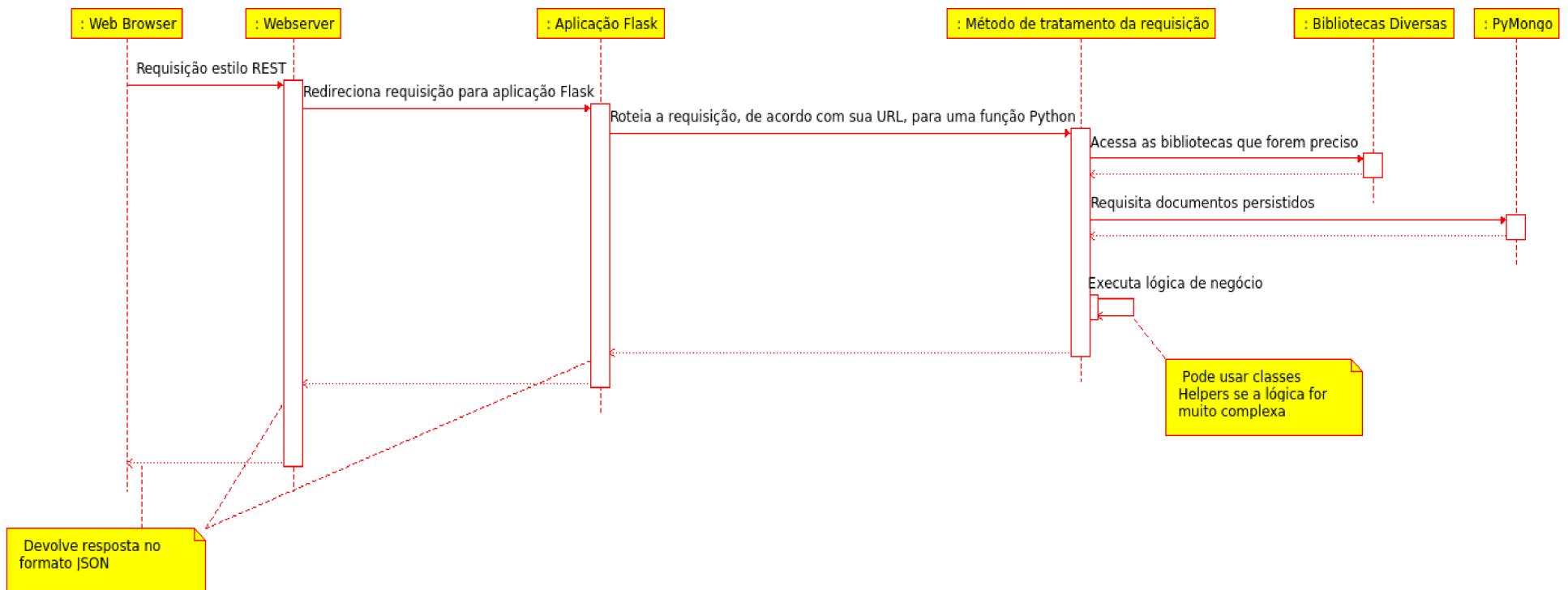
Visão Arquitetural da Camada Web.





Metodologia

Visão Arquitetural da Camada Web API.





Metodologia

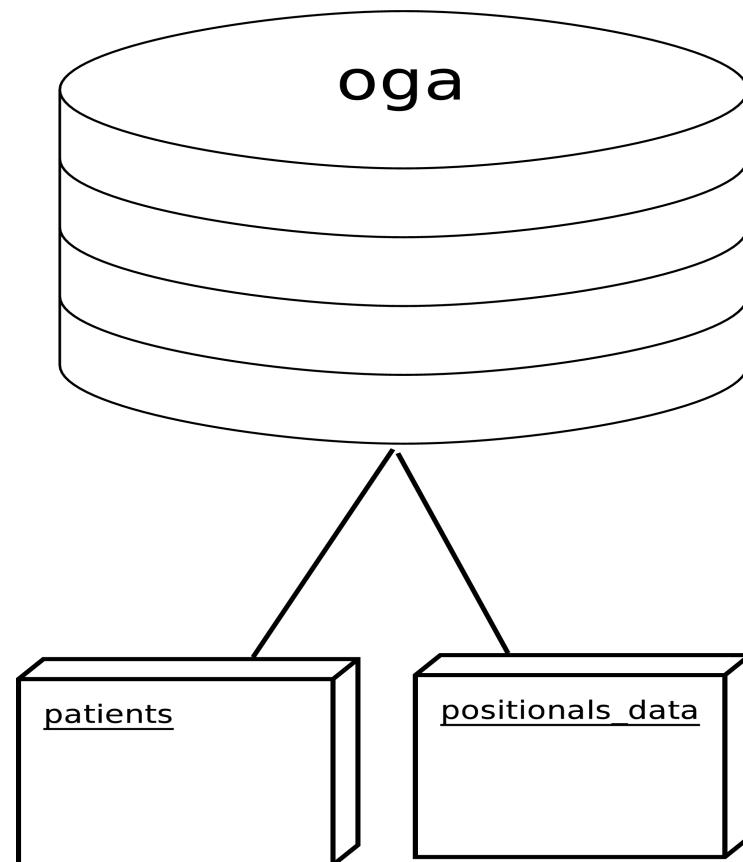
- Organização Web API.

```
- oga_api/
  api_0_0/
    views.py
  etl/
  ml/
  physics/
  test_rest.py
commands.py
config.py
manage.py
requirements.txt
// Diretório com o núcleo da web API.
// Diretório de uma versão específica da web API.
// Arquivo de programa com implementação da web API.
// Programas para extração de dados. Exemplo dados do QTM.
// Algoritmos de aprendizado de máquina. Exemplo CMAC.
// Algoritmos para cálculos físico. Exemplo velocidades, etc.
// Programa para testes automatizados da web API.
// Comandos de gestão do projeto
// Config. de ambientes de desenvolvimento, testes e produção
// Programa de gestão do projeto
// Lista de bibliotecas utilizadas pelo projeto|
```



Metodologia

Base de Documentos – Coleções.





Metodologia

Base de Documentos – Estrutura Coleções. Patients

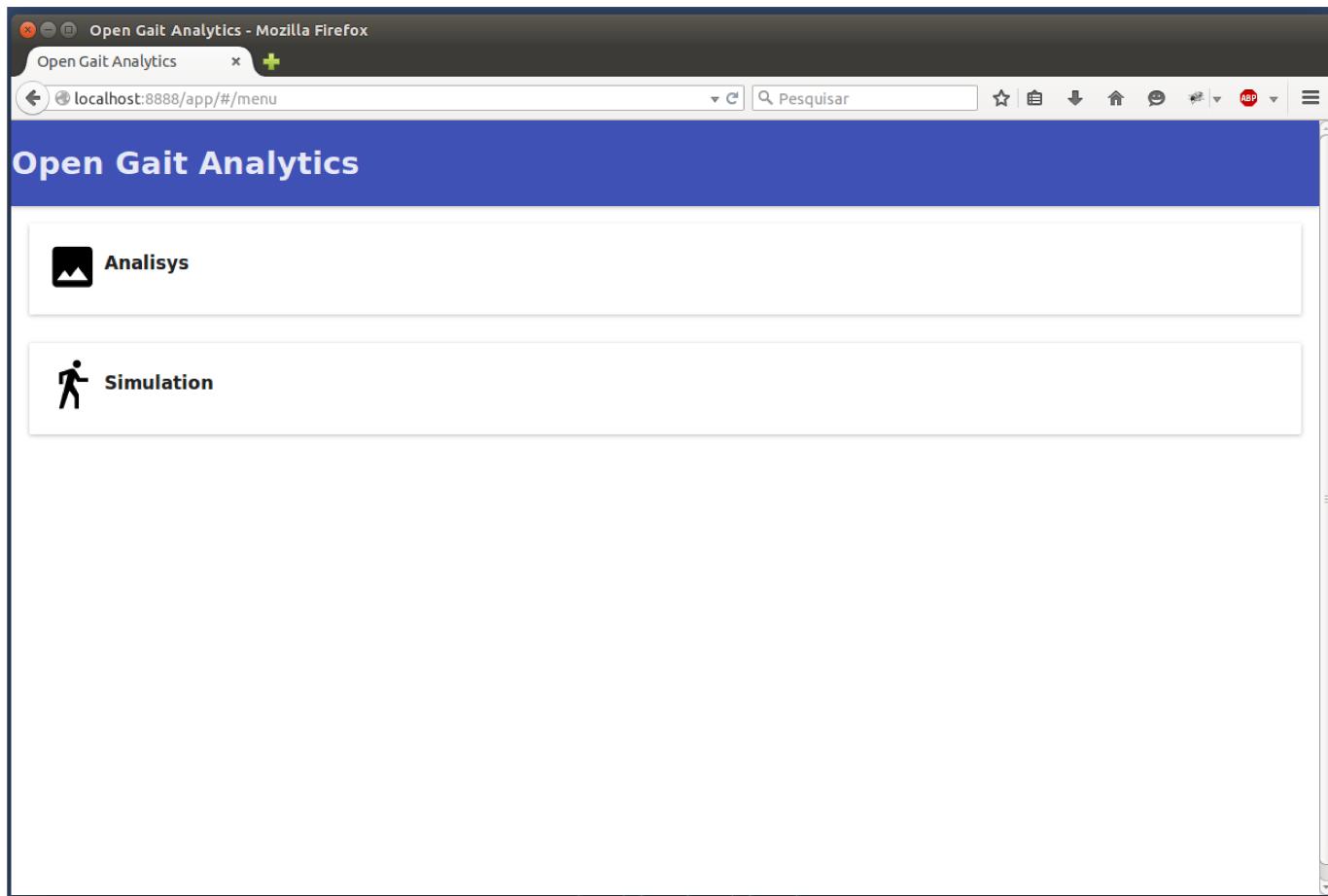
```
1 {  
2     "_id" : ObjectId("5601ed9e54bac75828a154e4"),  
3     "city" : "Brasilia",  
4     "name" : "Beto Jamais",  
5     "weight" : 75,  
6     "profession" : "Professor",  
7     "zipCode" : "70000000",  
8     "sex" : "male",  
9     "phone" : "61 5555-5555",  
10    "state" : "DF",  
11    "race" : "white",  
12    "birth" : "2000-01-01T02:00:00.000Z",  
13    "address" : "Rua da Serra",  
14    "maritalStatus" : "married",  
15    "height" : 1.8  
16 }  
17
```

Positionals Data

```
1 {  
2     "_id" : ObjectId("55a8f9874f9336e37084be92"),  
3     "patient_id" : ObjectId("55a8f97654bac7124a76ec4d"),  
4     "gait_sample_index" : 0,  
5     "original_filename" : "Walk1.mat",  
6     "angles" : [  
7         {  
8             "origin" : "0",  
9             "component_b" : "2",  
10            "component_a" : "1",  
11            "description" : "Angulo Joelho Direito"  
12        },  
13        {  
14            "origin" : 4,  
15            "component_b" : 6,  
16            "component_a" : 5,  
17            "description" : "teste"  
18        }  
19    ],  
20    "initial_frame" : 300,  
21    "number_markers" : 3,  
22    "markers" : [  
23        "Joelho Direito",  
24        "Tibia Direita",  
25        "Trocanter Direito"  
26    ],  
27    "frame_rate" : 315,  
28    "frames" : 1491,  
29    "final_frame" : 1300  
30    "trajectories": [ Aqui deveria aparecer uma lista com  
31        milhares de linhas numa matriz de 3 dimensoes]  
32 }  
33
```



Resultados





Resultados

Módulo Análise – Inclusão de Pacientes.

<https://youtu.be/cSsrVmQs84>



Resultados

Módulo Análise – Adicionando dados do QTM.

https://youtu.be/riHanZf_DKg



Resultados

Módulo Análise – Animação dos Marcadores em 3D.

<https://youtu.be/j31adquW3OA>



Resultados

Módulo Análise – Marcadores.

<https://youtu.be/T-DmTFj85Ic>



Resultados

Módulo Análise – Definindo o início e o fim de um clico de marcha e visualizando gráficos.

https://youtu.be/KID_GANhzfs



Resultados

Módulo Análise – Ângulos.

https://youtu.be/_vXHeFVKrog



Resultados

Módulo Simulação.

<https://youtu.be/uO5-w8WW4xc>



Resultados

Execução em Sistemas Móveis.

<https://youtu.be/ZoMmpl3gUTs>



Discussão e Conclusão

- Refinar a metodologia de gestão e ciclo de desenvolvimento;
- Facilidades de disponibilização do software;
- Viabilidade de dados de marcha humana obtidos ao redor do globo numa base centralizada;
- Possibilidade de continuação do projeto e transformação do mesmo em produtos e serviços.



Trabalhos Futuros

- Corrigir bugs da versão atual;
- Módulo de usuários e instituições;
- Melhorar a animação;
- Inserir o padrão ouro nos gráficos para efeito de comparação;
- Criar no módulo de simulação uma ferramenta para modelagem de sinais de entrada, métodos de processamento e sinais de saída, baseados nos dados da base de documentos;
- Melhorar cadastro de pacientes;
- Permitir incluir vídeos e também visualizá-los sincronizando-os com as animações;
- Implantar mecanismos de segurança na comunicação entre clientes e dados das bases de documentos;
- Automatizar a nomeação de marcadores;
- Permitir dados de plataformas de força;
- Permitir dados de EMGs;
- Permitir dados de IMUs;
- Permitir dados de eletrogoniômetros;



Trabalhos Futuros

- Tornar o sistema multilíngue;
- Implementar outros algoritmos de sistemas inteligentes, como PCA, Kmeans, SVM, MLP (HAYKIN, 1998), entre outros, integrando estes algoritmos a ferramenta de modelagem de sinais, permitindo se fazer classificações e regressões. Por exemplo, usando-se SVM é possível fazer a detecção de quedas, ou usando o Kmeans é possível detectar os momentos distintos no uso de uma plataforma de força. Aqui o que vai imperar é a criatividade do pesquisador, que terá nas mãos uma ferramenta visual para fazer estas simulações. A consequência lógica destas atividades é o apoio na atuação clínica de problemas relacionados com marcha;
- Integrar o módulo de simulação a infraestruturas como serviço, usando também softwares próprios para processamento distribuído.
- Criar um módulo gestor da execução das simulações.