

Aplicação de *Automatic Number Plate Recognition* (ANPR) no Controle de Acesso de Veículos

Maurício de Abreu Cordeiro

Trabalho de Conclusão de Curso

Pós-Graduação *Latu Sensu* em Desenvolvimento Web

Orientação: Alexandro dos Santos Silva

SUMÁRIO

- Introdução
- Arquitetura
- Implementação
- Resultados
- Trabalhos Futuros

INTRODUÇÃO: CONTEXTUALIZAÇÃO

- Ambiente com video-monitoramento
- Automatização de controle de acesso de espaços coletivos
 - Condomínios
 - Estacionamentos
- ANPR
- Microsserviços

INTRODUÇÃO: TRABALHOS CORRELATOS

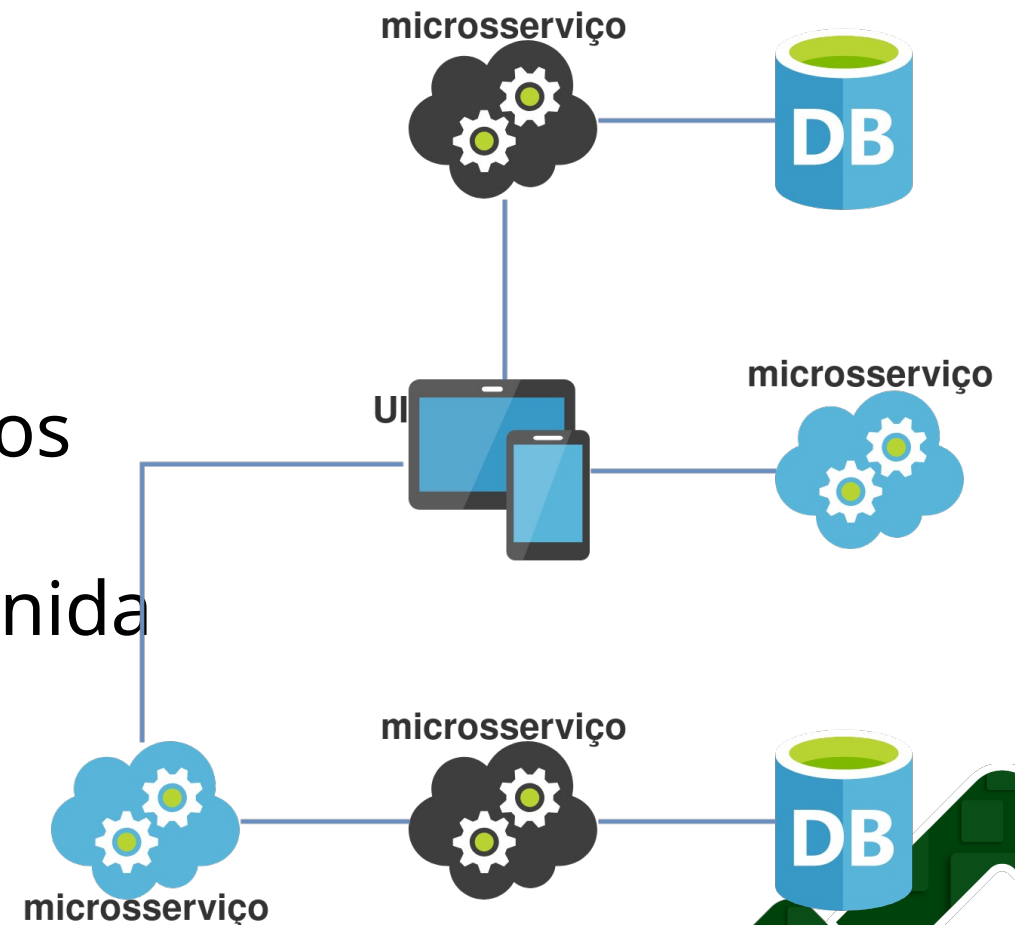
- [Matysiak et al. 2013]: aplicação de ANPR para identificar infratores no trânsito (em Varsóvia, Polônia);
- [Felix et al. 2017]: aplicação de ANPR em Circuito Fechado de TV para monitoramento de entrada e saída de veículos;
- [Aalsalem and Khan 2017]: monitoramento de estacionamento, com mapeamento e busca de veículos a partir da aplicação de ANPR

ARQUITETURA

- Microserviços
- Containerização
- REST
- ANPR

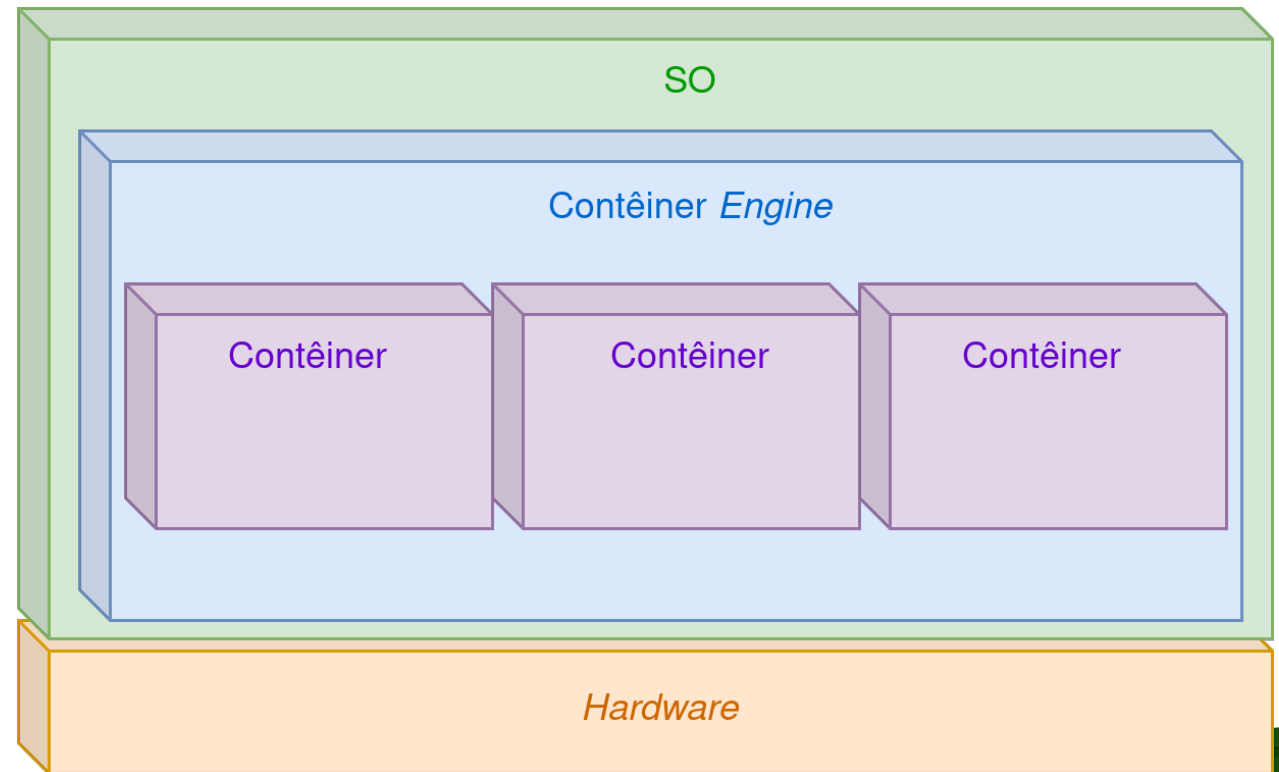
ARQUITETURA: MICROSERVIÇOS

- Segunda iteração da SOA (*Service Oriented Architecture*)
- Componentes fracamente acoplados
- Responsabilidade única e bem definida



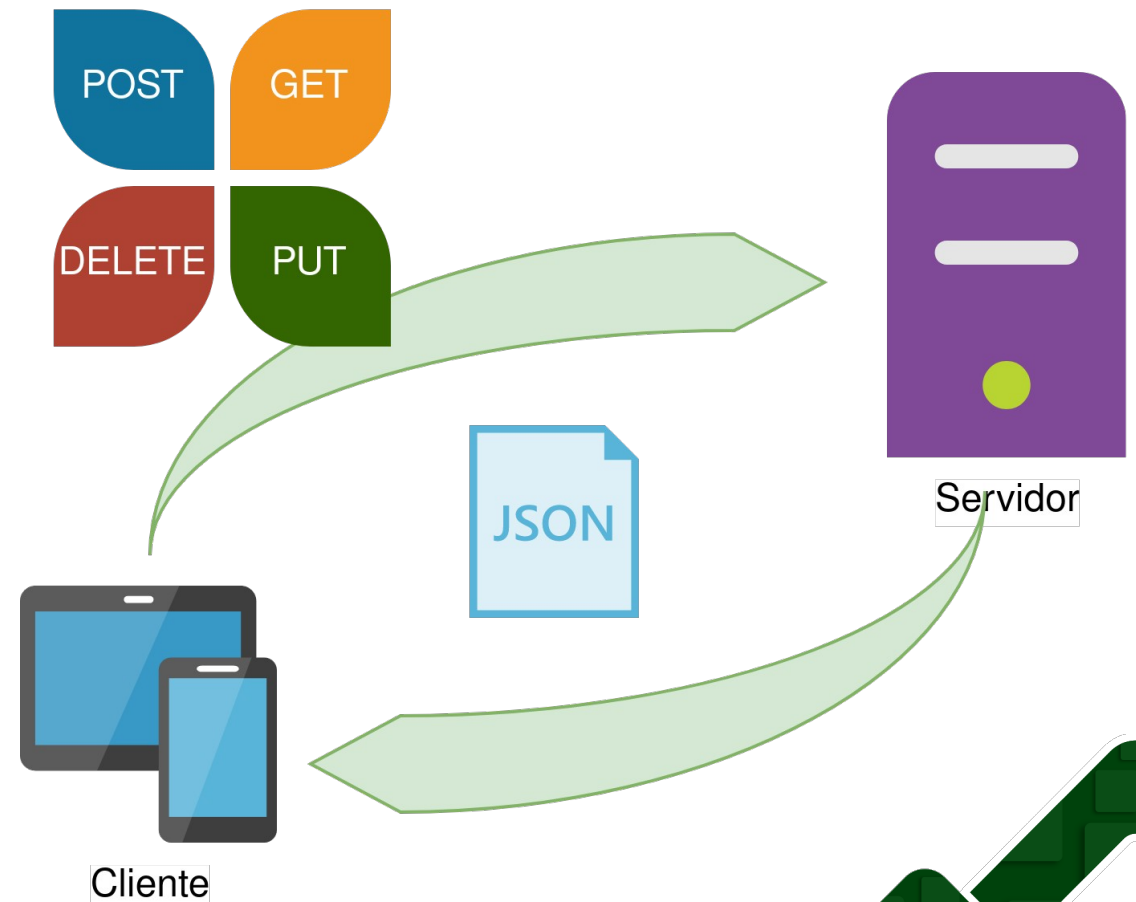
ARQUITETURA: CONTEINERIZAÇÃO

- Ambientes isolados para a execução de processos
- Alocação apenas de recursos necessários
- Virtualização a nível de sistema operacional
- Leve e portátil



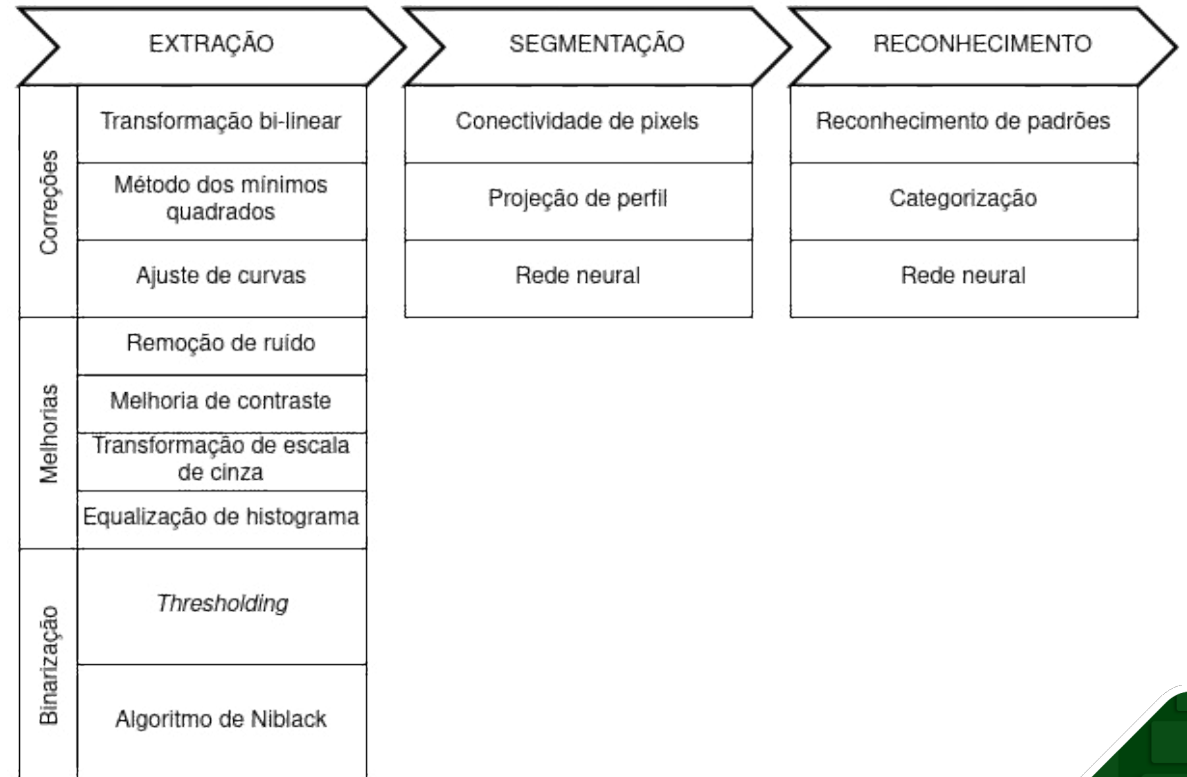
ARQUITETURA: REST

- *REpresentational State Transfer*
- Comunicação via protocolo HTTP
- Semântica aos métodos HTTP
- Transmissão de dados em diversos formatos, a exemplo da JSON (*JavaScript Object Notation*)



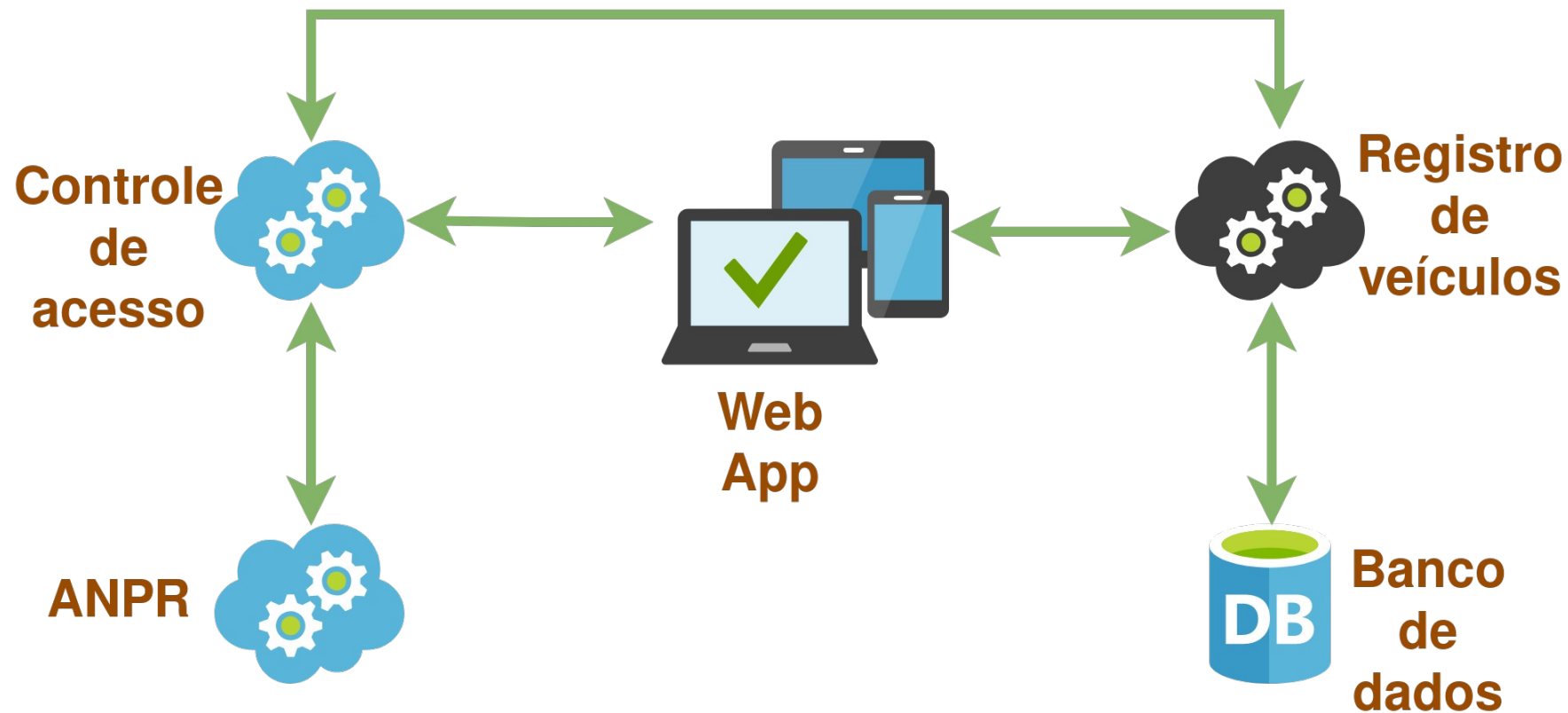
ARQUITETURA: ANPR

- *Automatic Number Plate Recognition*
Recognition: métodos de detecção de placas
- Reconhecimento de caracteres
- Aplicação de visão computacional e redes neurais



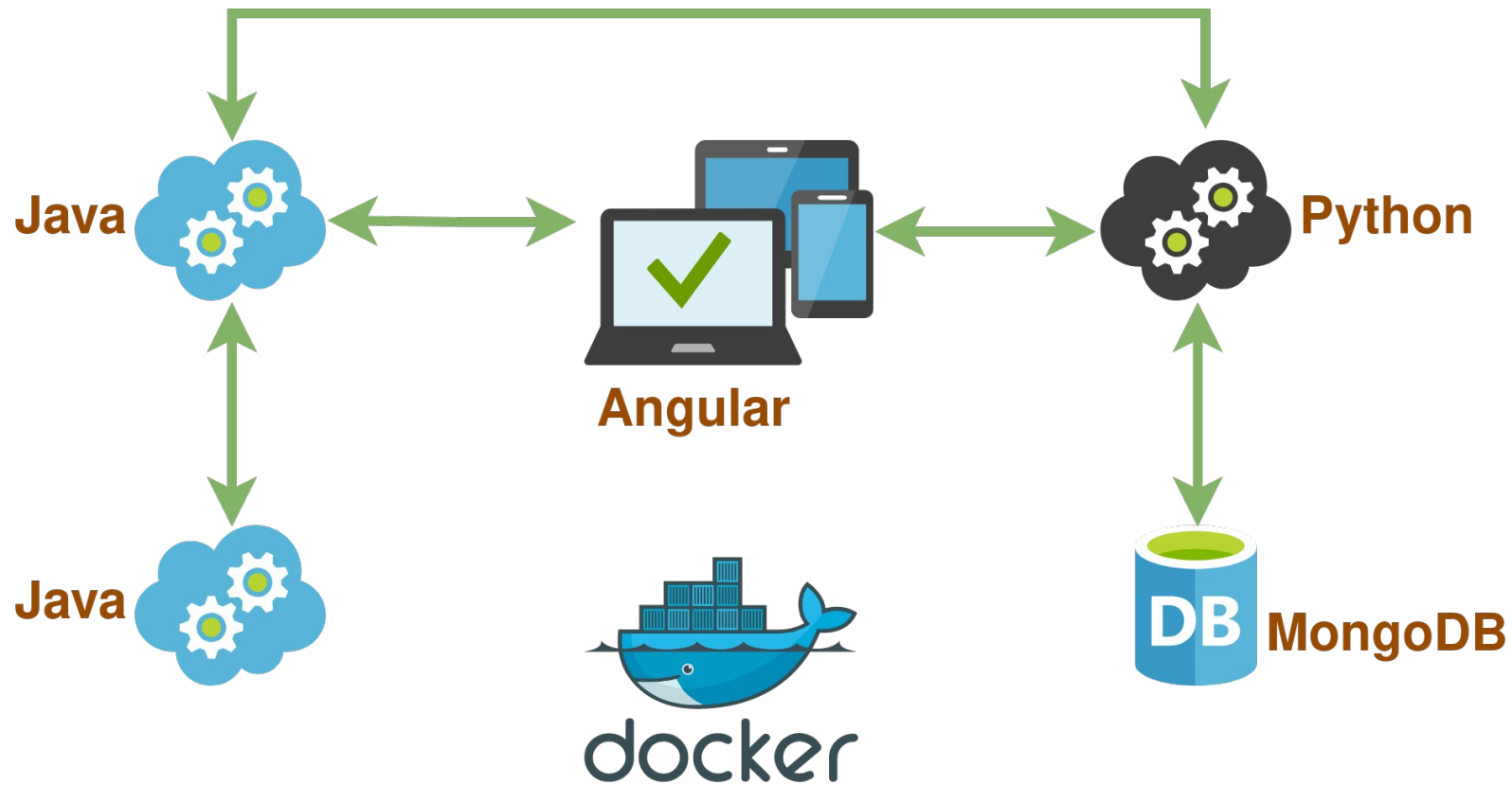
IMPLEMENTAÇÃO

- Esquema de organização e relacionamento



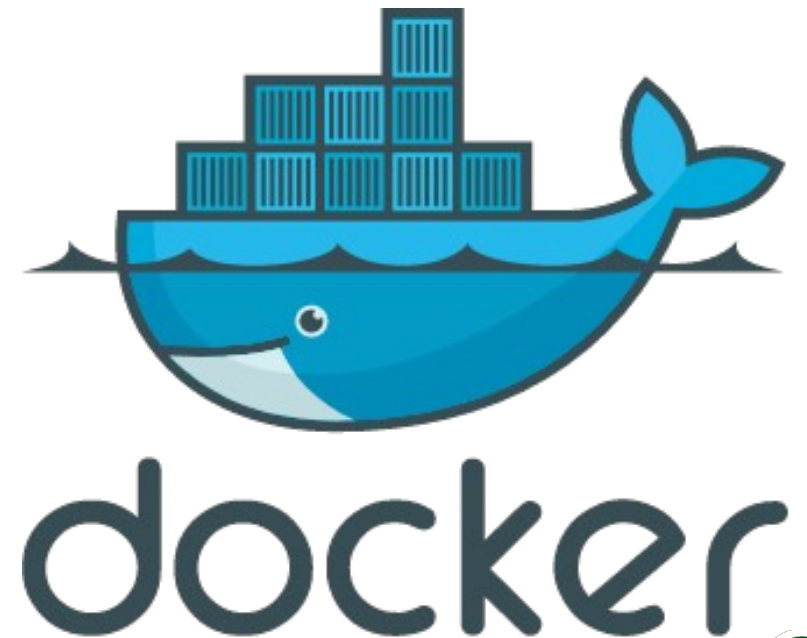
IMPLEMENTAÇÃO: DOCKER

- Esquema da organização e relacionamento a nível de contêineres



IMPLEMENTAÇÃO: DOCKER

- Dockerfile
 - Definição de um contêiner
- docker-compose.yml
 - Composição de múltiplos contêineres
 - Rede/portas
 - Volume de dados
 - Variáveis de ambiente



IMPLEMENTAÇÃO: ANPR

- Solução de ANPR adotada: OpenALPR



IMPLEMENTAÇÃO: ANPR

- API implementada em Java com a utilização do framework **Spring**
- Módulo do framework utilizado neste trabalho: **Spring Boot**
 - Abstração de configurações (dependências, servidor de aplicações e testes, entre outras)
 - Aplicação autocontida



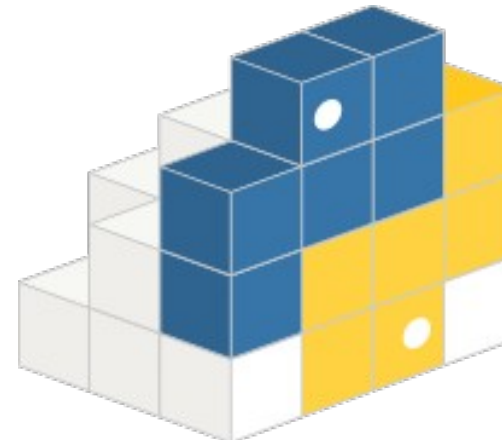
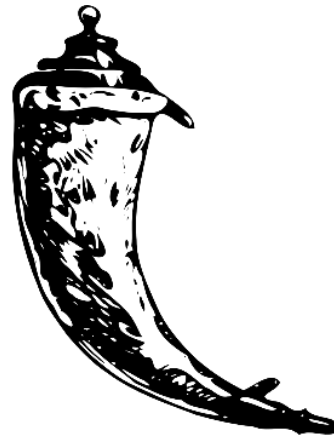
IMPLEMENTAÇÃO: BANCO DE DADOS

- **MongoDB**
 - NoSQL
- Facilidade em atender o escopo do sistema
 - Definição de uma única entidade (*Veículo*)



IMPLEMENTAÇÃO: REGISTRO DE VEÍCULOS

- Implementação em **Python**
 - **Flask**: framework para a API
 - **PyMongo**: driver oficial do Python para MongoDB



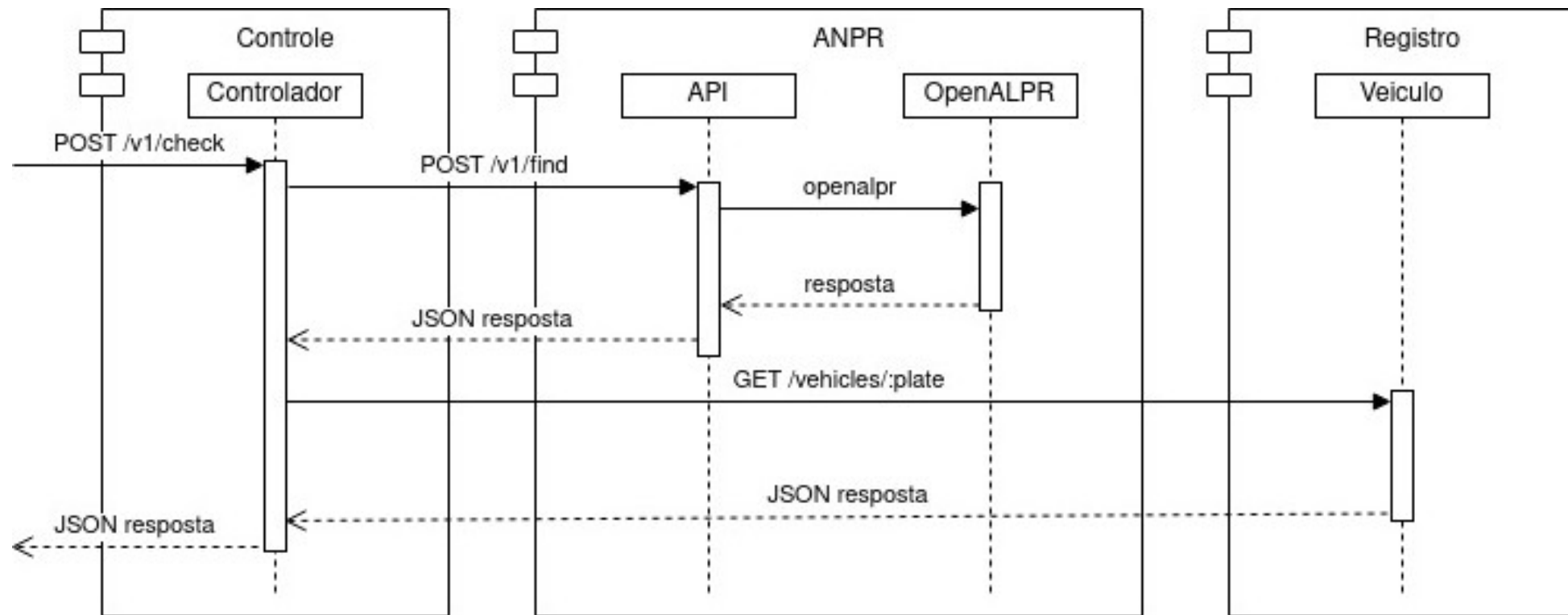
IMPLEMENTAÇÃO: CONTROLE DE ACESSO

- Implementação com a utilização, também, do **Spring Boot** do framework **Spring**
- Definição da principal regra de negócio



IMPLEMENTAÇÃO: CONTROLE DE ACESSO

- Fluxo de requisições



IMPLEMENTAÇÃO: WEB APP

- TypeScript + HTML + CSS
 - Angular 9
- Formulários
 - Registro de veículos
 - Prova de conceito do Módulo de Controle de Acesso



RESULTADOS

- 5 contêineres Docker
- Comunicação em rede local (cada contêiner em uma porta)
- Volume de dados para o MongoDB (garantia de persistência)

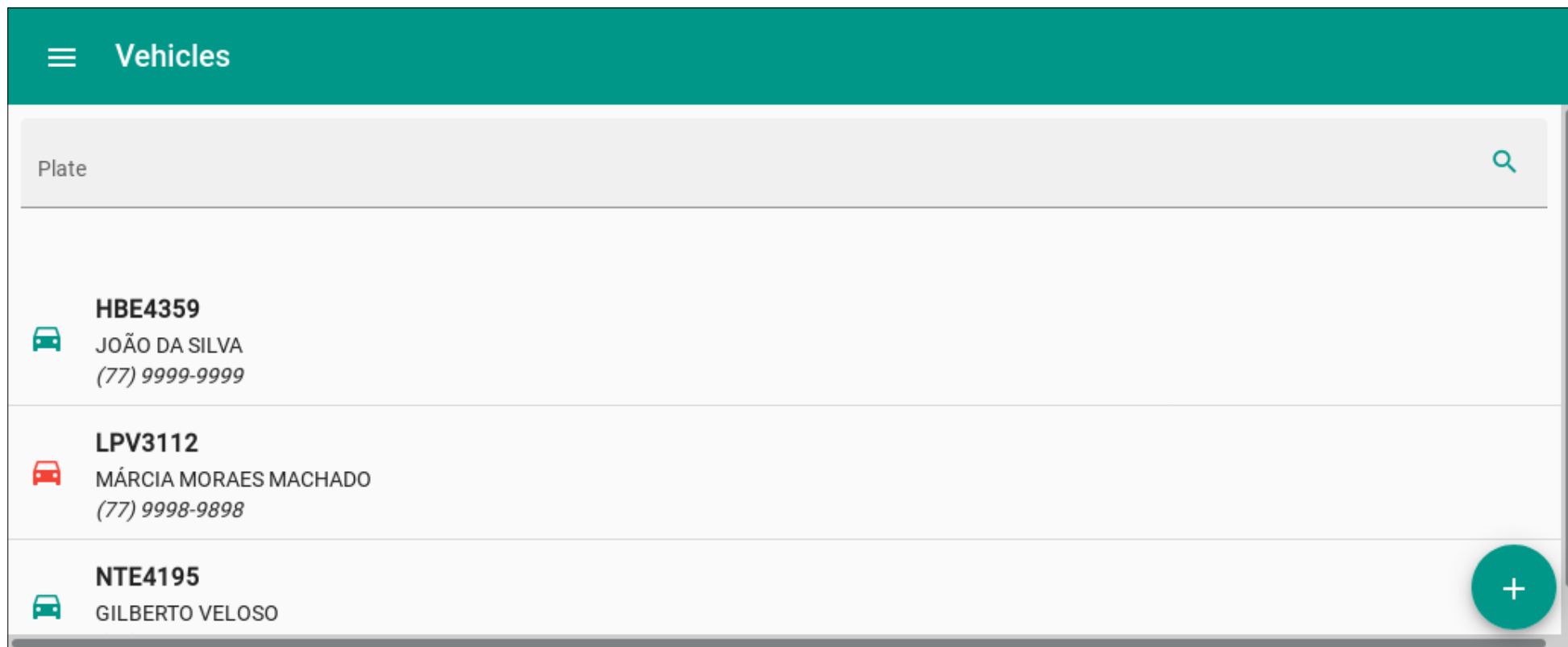
```
mauricio@acer:~$ docker ps
```






CONTAINER ID	IMAGE	PORTS	NAMES
7a54480474fa	anpr-auth_check4j	0.0.0.0:8081->8081/tcp, :::8081->8081/tcp	check4j
4c85a93c07df	mauriciocordeiro/alpr4j:v1	0.0.0.0:8080->8080/tcp, :::8080->8080/tcp	alpr4j
a4486191e149	mongo:latest	0.0.0.0:27017->27017/tcp, :::27017->27017/tcp	db
781bd1c2b27d	mauriciocordeiro/vehiclespy:v1	0.0.0.0:5001->5001/tcp, :::5001->5001/tcp	vehiclespy
952c828131d6	mauriciocordeiro/anpr-ng:v1	80/tcp, 0.0.0.0:4000->4000/tcp, :::4000->4000/tcp	anpr-ng

```
mauricio@acer:~$
```

RESULTADOS: WEB APP

- Listagem de veículos



Vehicles	
Plate	
 HBE4359 JOÃO DA SILVA (77) 9999-9999	
 LPV3112 MÁRCIA MORAES MACHADO (77) 9998-9898	
 NTE4195 GILBERTO VELOSO	

RESULTADOS: WEB APP

- Cadastro de veículo

The screenshot shows a web application interface for vehicle registration. The header is teal with a hamburger menu icon and the text 'Vehicles > Vehicle'. The main content area is white and contains a form with the following fields:

- Plate*:** NTE4195
- Allowed:** A teal toggle switch is turned on, with the text 'Allowed' next to it.
- Brand:** HONDA
- Model:** CIVIC
- Owner:** GILBERTO VELOSO
- Phone*:** (77) 9977-7799
- Address:** BLOCO 1, APTO 901

At the bottom right of the form, there are two buttons: a teal 'Back' button and a teal 'Save' button with a white floppy disk icon.

RESULTADOS: WEB APP

- Verificação de acesso



RESULTADOS: OPENALPR

- Resultados com *dataset* utilizado no treinamento

Placa	Total		Confiança > 90%	
Detectadas	467	41,29%	152	32,55%
Não Detectadas	664	58,71%	-	-

- Características de *dataset*
 - Fotos de veículos na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
 - Posição e luminosidade
 - Padrão de placas: **(MG - [G | H]@@-####)**

TRABALHOS FUTUROS

- Integração com periféricos
 - Câmeras
 - Cancelas eletrônicas
- Gestão e escalabilidade de contêineres
 - Kubernetes

TRABALHOS FUTUROS

- Performance do ANPR
 - Treinamento com *dataset* otimizado para o contexto
 - Outras abordagens de ANPR
 - YOLO
- IaC (*Infrastructure as Code*)
 - Terraform

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aalsalem, M. Y. and Khan, W. Z. ((2017)). Campussense—a smart vehicle parking monitoring and management system using anpr cameras and android phones. In 2017 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), pages 809–815. IEEE.
- Adamczyk, P., Smith, P. H., Johnson, R. E., and Hafiz, M. (2011). Rest and web services: In theory and in practice. In REST: from research to practice, pages 35–57. Springer.
- Eder, M. (2016). Hypervisor-vs. container-based virtualization. Future Internet (FI) and Innovative Internet Technologies and Mobile Communications (IITM), 1.
- Felix, A. Y., Jesudoss, A., and Mayan, J. A. (2017). Entry and exit monitoring using license plate recognition. In 2017 IEEE International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials (ICSTM), pages 227–231. IEEE.
- Hill, M. (2014). OpenALPR Design. OpenALPR, <https://github.com/openalpr/openalpr/wiki/OpenALPR-Design>.
- Homa, A., Zoitl, A., Sousa, M. d., and Wollschlaeger, M. (2019). A survey:Microservices architecture in advanced manufacturing systems. In 2019 IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), volume 1, pages 1165–1168. IEEE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Matysiak, A., Kruszewski, M., Niezgoda, M., and Kamiński, T. (2013). The analysis of anpr camera location points in bus lanes monitoring system in the city of warsaw. Journal of KONES, 20.
- Mendes Júnior, P. R., Neves, J. M. R., Tavares, A. I., and Menotti, D. (2011). Towards an automatic vehicle access control system: License plate location. In IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pages 2916–2921, Anchorage, AK, USA.
- Mufti, N., Shah, S. A. A., et al. (2021). Automatic number plate recognition: A detailed survey of relevant algorithms. Sensors, 21(9):3028.
- Mumbaikar, S., Padiya, P., et al. (2013). Web services based on soap and rest principles. International Journal of Scientific and Research Publications, 3(5):1–4.
- Shashirangana, J., Padmasiri, H., Meedeniya, D., and Perera, C. (2020). Automated license plate recognition: a survey on methods and techniques. IEEE Access, 9:11203–11225.
- Viggiato, M., Terra, R., Rocha, H., Valente, M. T., and Figueiredo, E. (2018). Microservices in practice: A survey study. arXiv preprint arXiv:1808.04836.