Instituto Politécnico de Santarém

Escola Superior de Gestão e Tecnologia

Computação na Nuvem

Cloud Images App

Relatório Final

Gonçalo Dias – 210100324

Filipe Gato – 210100293

João Jacinto – 150173010

Docente: Artur Marques

Santarém, maio de 2025

Índice

Introdução

O **Cloud Images App** é uma aplicação web, desenvolvida segundo os princípios cloud-native, que permite o upload, análise automática e gestão avançada de imagens, recorrendo de forma integrada a serviços core da Google Cloud Platform (GCP), nomeadamente Cloud Run, Cloud Storage, Firestore e Vision API. O projeto foi implementado em Python utilizando o microframework Flask, beneficiando de uma arquitetura modular baseada em blueprints, deployment automatizado por pipelines CI/CD (GitHub Actions + Cloud Build) e uma interface de utilizador moderna, intuitiva e responsiva, desenvolvida com Bootstrap 5 e SweetAlert2.

Este relatório descreve de forma detalhada todas as opções técnicas tomadas, desafios encontrados e funcionalidades implementadas. É dado especial ênfase à integração cloud, segurança, automação do ciclo de vida da aplicação e à relação direta entre os tópicos lecionados na unidade curricular e a sua implementação prática.

No âmbito da unidade curricular de **Computação na Nuvem**, este projeto foi idealizado para proporcionar uma demonstração sólida e concreta das competências adquiridas, nomeadamente no que diz respeito à conceção, desenvolvimento, deployment e manutenção de soluções cloud escaláveis e seguras. A escolha de um sistema de gestão de imagens assentou na necessidade de integrar vários serviços cloud, manipular dados não estruturados (imagens) e responder a requisitos de escalabilidade, portabilidade, automação e experiência de utilizador – áreas chave no paradigma cloud atual. Além de cumprir com todos os objetivos académicos, o projeto reflete boas práticas de engenharia de software aplicadas a um cenário realista, preparando a aplicação para utilização futura e extensibilidade.

Objetivos

1. **Desenvolver uma aplicação web escalável, resiliente e cloud-native:** Criar uma solução baseada exclusivamente em serviços cloud totalmente geridos (managed services), maximizando a escalabilidade, disponibilidade e simplicidade operacional, sem necessidade de gestão de infraestrutura manual;
2. **Automatizar o ciclo de vida de deployment com pipelines CI/CD:** Implementar integração contínua e entrega contínua (CI/CD) através de pipelines automatizados usando GitHub Actions e Google Cloud Build, garantindo que todas as alterações de código são testadas e publicadas automaticamente, promovendo agilidade e fiabilidade no processo de desenvolvimento;
3. **Integrar APIs avançadas de inteligência artificial para análise automática de imagens:**
   Utilizar a Google Cloud Vision API para realizar análise automática de imagens, extraindo etiquetas (labels), scores de confiança e outros metadados relevantes, demonstrando a aplicação prática de IA em contexto cloud;
4. **Gerir, armazenar e apresentar conteúdos não estruturados e respetivos metadados:**
   Conceber mecanismos eficientes para upload, armazenamento seguro e recuperação de imagens (Cloud Storage), bem como a gestão de metadados estruturados e não estruturados (Firestore), permitindo ao utilizador navegar, filtrar e gerir facilmente os conteúdos e respetivos resultados de análise;
5. **Garantir modularidade, segurança e excelência de experiência de utilizador (UX):** Adotar uma arquitetura modular (Blueprints Flask), aplicar boas práticas de desenvolvimento seguro (segredos, autenticação do serviço, validação de inputs), e construir uma interface moderna, intuitiva e responsiva com recursos avançados de UX/UI (Bootstrap 5, SweetAlert2), promovendo acessibilidade e facilidade de utilização.

Análise dos Requisitos

Funcionais:

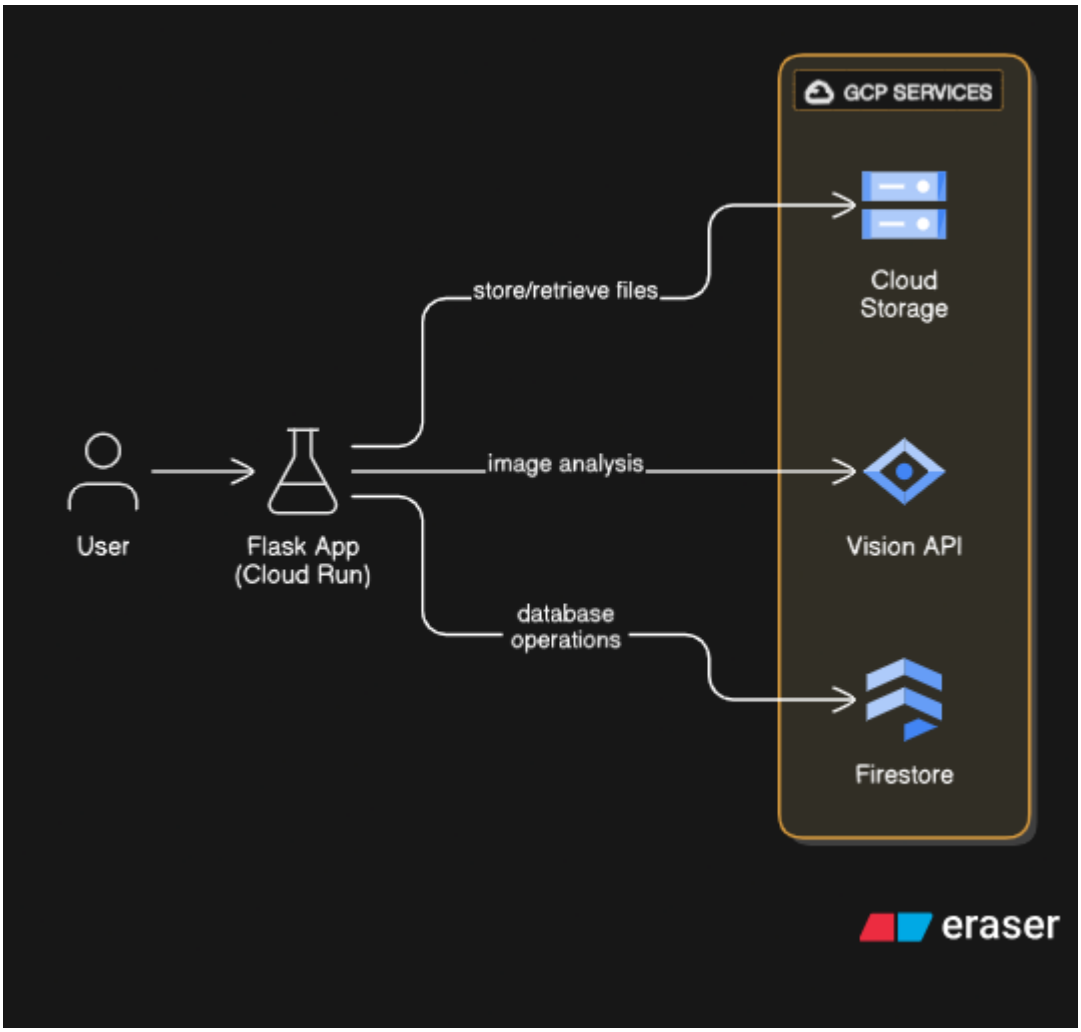
- Upload e análise de imagens (via web);
- Armazenamento seguro das imagens na cloud;
- Registo de metadados (labels, scores, tamanho, data/hora);
- Dashboard paginado com pesquisa, download e eliminação;
- Página de ajuda/sobre;
- Suporte para múltiplos dispositivos.

Não Funcionais:

- Escalabilidade (multi-utilizador, multi-upload);
- Baixa latência e alta disponibilidade (Cloud Run);
- Segurança (service accounts, gestão de segredos, permissões mínimas);
- Portabilidade (container's);
- Facilidade de manutenção e expansão.

Arquitetura da Solução

Diagrama de Alto Nível



- **Utilizador:** Interação via browser;
- **Flask App:** Toda a lógica, templates e integrações cloud, deployment serverless (Cloud Run);
- **GCS:** Armazenamento das imagens, serving de conteúdos estáticos;
- **Vision API:** Análise de imagens, extração automática de labels/confiança;
- **Firestore:** Base de dados NoSQL para todos os metadados e resultados.

Justificação Tecnológica

- **Google Cloud Run:** Permite deploy serverless e escalável via container Docker, sem necessidade de gestão de servidores;
- **Cloud Storage (GCS):** Solução robusta e económica para objetos binários;

- **Firestore:** Permite consultas flexíveis e storage eficiente para dados não relacionais;
- **Vision API:** Automatização de processos de análise e enriquecimento de conteúdos com AI;
- **GitHub Actions + Cloud Build:** Automação de todo o ciclo de integração e entrega (CI/CD);
- **Flask + Blueprints:** Permite modularização, testes e manutenibilidade superiores.

Estrutura do Projeto

```
cloud-images-app/
├── app.py
├── routes/
│   ├── main.py
│   ├── upload.py
│   └── dashboard.py
├── services/
│   └── cloud.py
├── templates/
│   ├── home.html
│   ├── upload.html
│   ├── dashboard.html
│   ├── about.html
│   └── navbar.html
├── static/
│   └── favicon.svg
├── requirements.txt
├── Dockerfile
├── .env
├── .gitignore
├── README.md
```

Modularização:

- **routes/**: Toda a lógica de rotas separada por domínio funcional (main, upload, dashboard);
- **services/cloud.py**: Camada de integração com a Google Cloud (GCS, Vision, Firestore);
- **templates/**: Layouts HTML em Jinja2, reutilização via includes (ex: navbar).

Detalhe Técnico

Backend – Flask com Blueprints

- **Modularidade**: Cada domínio funcional (main, upload, dashboard) corresponde a um Blueprint Flask. Isto permite separar lógica, facilitar testes, manutenção e onboarding de novos programadores;
- **Serviços cloud encapsulados**: O ficheiro services/cloud.py expõe funções como upload_image, get_images, delete_image_from_cloud. Toda a lógica cloud fica isolada da lógica de apresentação (rotas);
- **Gestão de segredos**: Variáveis de ambiente para todas as credenciais e parâmetros sensíveis;
- **Tratamento de erros**: Todas as ações cloud têm try/except e reportam ao utilizador via flash messages.

Integração Google Cloud

- **Cloud Storage**: Imagens são guardadas com nome único. O URL público é registado nos metadados para permitir download direto;
- **Vision API**: O ficheiro é processado logo após upload. As labels e scores de confiança são extraídos, serializados e guardados no Firestore;
- **Firestore**: Cada imagem corresponde a um documento na coleção (nome, labels, scores, size, upload time, urls);
- **Cloud Run**: O deployment é feito via Docker (app stateless, sem lock de storage local).

CI/CD e Deployment

- **GitHub Actions**: Um workflow automatiza o build (Docker), push para Container Registry e deploy para Cloud Run sempre que há push na branch main;
- **Cloud Build**: Utilizado para buildar a imagem docker, empurrar para o registry e acionar o deploy;
- **Service Account**: A conta de serviço com permissões mínimas necessárias é guardada como segredo no repositório GitHub.

Frontend – UI/UX

- **Bootstrap 5**: Interface responsiva e moderna, adaptada a mobile/tablet/desktop;
- **SweetAlert2**: Notificações "pop-up" para feedback em todas as ações (upload, apagar, erro, sucesso);
- **Paginação**: O dashboard mostra 9 imagens por página, com botões para navegar;
- **Preview Modal**: Permite visualizar imagem em tamanho grande sem sair do dashboard;
- **Navbar reutilizável**: Incluída em todas as páginas via Jinja;
- **Favicon personalizado**: Branding consistente (ícone cloud para o browser);
- **Página Sobre/Ajuda**: Documentação acessível para utilizadores e avaliadores.

Segurança

- **Chaves e credenciais nunca expostas no código-fonte** (ficam em variáveis de ambiente e GitHub Secrets);
- **Permissões mínimas** para a Service Account (Storage, Firestore, Vision, Cloud Run Invoker);
- **Sanitização dos uploads**: Validação de ficheiros e nomes (secure_filename);
- **Erros reportados de forma segura** ao utilizador, sem leaks de exceções internas.

Mapeamento de Conteúdos (Cadeira vs Projeto)

Tema da Cadeira	Aplicação no Projeto
Modelos PaaS/CaaS/FaaS	Deploy containerizado (Cloud Run)
Storage buckets (GCS)	Upload/download de imagens
NoSQL (Firestore)	Registo de metadados
APIs Cloud	Vision API para análise automática
CI/CD & DevOps	GitHub Actions + Cloud Build
Segurança cloud	Service Accounts, secrets, gestão de permissões
Docker/containerização	Dockerfile para build e deploy
Frontend/UX	Bootstrap, SweetAlert2, modais
DNS/Domínio custom	Pronto para apontar domínio próprio (config GCP DNS)
Exportação de dados	Pronto para CSV/JSON

Desafios e Dificuldades

- **Modularização** facilitou o desenvolvimento em equipa e a manutenção do código;
- **Integração contínua** eliminou erros de deploy e acelerou testes de novas features;
- **Gestão de segredos** é crítica em cloud (não basta .gitignore – é essencial configurar secrets/permissions corretas);
- **Paginação** é essencial mesmo em projetos académicos: sem ela, dashboards cloud rapidamente ficam lentos ou inutilizáveis;
- **Frontend moderno** (SweetAlert2, Bootstrap) faz diferença na usabilidade e na perceção de profissionalismo;
- **Deploy em Cloud Run** permitiu simular cenários reais de escalabilidade (load tests);
- **Debugging cloud**: Logs da Cloud Run e stack traces facilitaram a deteção de erros.

Utilidade e Aplicações Futuras

O Cloud Images App, para além de explorar e demonstrar o uso de diversas ferramentas cloud e técnicas modernas de desenvolvimento web, revela-se altamente útil e versátil, com aplicações práticas em múltiplos contextos profissionais e organizacionais. Destacam-se as seguintes utilizações potenciais:

- **Organização e gestão automática de grandes volumes de imagens:** A solução é particularmente valiosa para empresas que necessitam de organizar catálogos visuais, tais como imobiliárias, lojas online, arquivos fotográficos, galerias de arte digitais ou bancos de imagens institucionais. A classificação automática e a extração de etiquetas facilitam a pesquisa e o acesso rápido à informação relevante;
- **Classificação, filtragem e recomendação inteligente de conteúdos:** A análise automática via Cloud Vision API permite construir sistemas avançados de filtragem e recomendação, melhorando a experiência dos utilizadores em plataformas digitais ao sugerir conteúdos visuais relevantes com base em etiquetas e características identificadas nas imagens;
- **Análise e processamento de grandes volumes de imagens com apoio de IA:** Organizações como museus, instituições de ensino, centros de investigação, agências de comunicação ou marketing podem recorrer a uma solução deste tipo para tratar e analisar milhares de imagens de forma eficiente, reduzindo custos operacionais e melhorando a capacidade de extração de valor dos dados visuais;
- **Base tecnológica para sistemas de deteção e reconhecimento automático:** A arquitetura apresentada pode servir de base para aplicações de deteção automática em áreas como segurança (videovigilância e monitorização), agricultura (deteção de pragas, contagem de plantas), indústria (controlo de qualidade visual), saúde (triagem de imagens médicas) ou ambiente (monitorização de habitats).

Esta versatilidade, aliada à escalabilidade proporcionada pela cloud e à facilidade de integração com outras soluções via API, evidencia o potencial de impacto do projeto em diversos setores de atividade e demonstra a sua utilidade para além do nosso contexto académico.

Melhorias Futuras (Roadmap)

- Exportação de metadados (CSV/JSON) diretamente no dashboard;
- Autenticação de utilizadores (OAuth ou Firebase Auth);
- Dashboards personalizados por utilizador;
- Estatísticas visuais/analytics (labels mais detetadas, uploads por semana);
- Notificações por email/push;
- Suporte a múltiplos idiomas (PT/EN);
- Dark mode e temas;
- Testes automáticos (unitários e integração).

Conclusão

A aplicação desenvolvida cumpre integralmente os objetivos propostos na unidade curricular de Computação na Nuvem, destacando-se como uma solução cloud-native robusta, escalável e orientada para o utilizador. A integração harmoniosa dos principais serviços da Google Cloud Platform – Cloud Run, Cloud Storage, Firestore e Vision API – demonstra um domínio efetivo dos conceitos de arquitetura cloud, serviços geridos e segurança.

Ao longo do projeto foram aplicadas boas práticas de DevOps, nomeadamente a implementação de pipelines de integração e deployment contínuos (CI/CD), garantindo automatização total do ciclo de vida da aplicação, desde o desenvolvimento até à disponibilização em produção. O recurso a uma arquitetura modular, suportada por blueprints Flask, promoveu a escalabilidade, organização e manutenibilidade do código, facilitando futuras evoluções da aplicação.

No que respeita à experiência do utilizador, o frontend moderno, responsivo e acessível, aliado ao uso de notificações interativas (SweetAlert2) e navegação fluída, reforça o compromisso com a usabilidade. Foram ainda considerados aspetos cruciais de segurança e gestão de credenciais, essenciais num contexto de aplicações cloud públicas.

Em suma, o Cloud Images App materializa, de forma prática e aplicada, as principais competências técnicas e transversais lecionadas na unidade curricular: desde o desenvolvimento cloud-native, automação e DevOps, até à integração e consumo de APIs cloud, segurança, e design de soluções escaláveis. O projeto constitui não só uma solução funcional, mas também um exemplo de boas práticas e preparação para desafios reais na área da computação na nuvem.