|  |
| --- |
| **UNIVERSIDADE AUTÓNOMA DE LISBOA**  **LUÍS DE CAMÕES** |
| **DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS**  **LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA** |
|  |
| **RECONHECIMENTO/CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE ALVOS POR ALGORITMOS DE DEEP LEARNING EM OPENCV ATRAVÉS DE INTERFACE WEB** |
| Relatório de Projeto para obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Informática |
|  |
| Autor/a: Bruno Miguel Almeida Silva,  Diogo Miguel da Silva Mendes,  Reinaldo João Ramos Coelho,  Ricardo Manuel dos Santos Cardoso  Orientador/a: Dr. Mário Marques da Silva  Número do/a candidato/a: 30003696, 30003865, 30003670, 30002299 |
| **julho de 2021**  **Lisboa** |

(Ficheiro: UAL\_ferramenta\_tese\_ 200319 DCT beta02)

(Se tudo estiver bem formatado, esta é a última linha desta página – apagar no fim)

(Página em Branco)

# 

# Dedicatória

Bruno Silva:

Diogo Mendes: “Quero dedicar este projeto, que representa toda uma jornada pela Licenciatura em Engenharia Informática aqui na UAL, aos meus pais pelo apoio que me deram e que permitiram que a minha viagem sinuosa pelo ensino superior finalmente chegasse ao fim.

Também quero agradecer ao grupo de colegas que me acompanhou ao longo destes 3 anos. Um grupo que sempre trabalhou e se ajudou mutuamente para que todos atingíssemos os nossos objetivos. A todos vós, obrigado pelo vosso apoio dentro e fora da sala de aula.”

Reinaldo Coelho: “Em primeiro lugar, quero dedicar este projeto final de curso da licenciatura em Engenharia Informática da Universidade Autónoma de Lisboa à minha família e amigos, em especial, aos meus pais e à minha irmã, por todo o suporte que me deram ao longo destes 22 anos de vida e estes 3 anos que estou na Universidade, um grande obrigado, do fundo do coração. Sem eles, não tinha chegado a este patamar que estou hoje a atingir. Dedico também este trabalho aos meus colegas Bruno Silva, Diogo Mendes e Ricardo Cardoso que estiveram comigo na realização do mesmo e a amizades que criei durante estes 3 anos de Universidade que estiveram a realizar outros projetos finais de curso e, se algum dia, estiverem a ler isto, saberão bem a quem estou a referir, um grande obrigado, ajudaram-me bastante ao longo deste tempo e a arranjar forças para continuar os estudos até ao fim. Sem eles, se calhar não estava aqui hoje a terminar o curso, mais uma vez, um muito obrigado por esta caminhada difícil, mas recompensadora e pelos bons momentos que passei com vocês. Por fim, quero dedicar este trabalho à minha avó paterna, que, entretanto, falecera no passado dia 10 de maio, a qual agradeço por tudo que fez por mim e esteja a descansar a paz e a olhar por todos nós e com certeza que ficaria muito feliz e orgulhosa de ver o seu neto a terminar o Ensino Superior.”

Ricardo Cardoso:

# Agradecimentos

Em nome do grupo, queremos agradecer, em primeiro lugar, às nossas famílias pelo suporte que nos deram ao longo da nossa estadia no Ensino Superior.

Agradecemos também à UAL por nos ter possibilitado entrar no curso de Engenharia Informática e darmos uma oportunidade promissora para o nosso futuro, depois da Universidade, na entrada para o mercado de trabalho.

Um especial obrigado ao nosso orientador, o professor Mário Marques da Silva, por estar sempre disponível para nos ajudar ao longo do semestre, quando tínhamos alguma dúvida ou sugestão sobre o projeto, pela sua colaboração nas reuniões que ocorreram com a Leitek, sobre a discussão que se irá realizar ou até sobre este relatório agora escrito.

Um agradecimento à LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS por nos ter esclarecido as nossas dúvidas nas acesas discussões nas reuniões e pelo fornecimento de ferramentas para a conclusão da realização do projeto. Em especial, para o Eng. Artur Pedro Morais, que esteve sempre presente nas reuniões que ocorreram, de forma remota. Ao programador, Tiago Mendes, que demonstrou sempre disponível para ajudar-nos no código, ainda que não tivéssemos assim grandes dúvidas na realização do código para o programa. Não esquecemos da Rita Capela, que apesar de ter aparecido poucas vezes nestas reuniões, também se mostrou disponível para ajudar.

Queremos também agradecer aos amigos que fizemos nesta estadia na UAL e que vão estar sempre nos nossos corações e que tudo lhes corra bem no futuro.

Agradecemos, por fim, a todos os professores que tivemos ao longo destes três anos desta jornada difícil, um grande obrigado por todos os conhecimentos que nos passaram ao longo das várias Unidades Curriculares que, assim, permitiu estarmos aqui a terminar o curso.

# 

# Epígrafe

“Design não é apenas o que parece e o que se sente. Design é como funciona.” – Steve Jobs.

“Não podemos resolver os nossos problemas com o mesmo pensamento que tínhamos quando os criamos.” – Albert Einstein.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” – Arthur Schopenhauer.

“O conhecimento faz-nos responsáveis.” – Che Guevara.

“Só um sentido de invenção e uma necessidade intensa de criar levam o homem a revoltar-se, a descobrir e a descobrir-se com lucidez.” – Pablo Picasso.

“Quanto mais aumenta o nosso conhecimento, mais evidente fica a nossa ignorância.” – John F. Kennedy.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.” – Martin Luther King.

# 

# Resumo (Português) (obrigatório)

O resumo é uma exposição abreviada do seu trabalho, no qual deve expressar as ideias principais e as linhas de força. **Não esquecer as palavras-chave!**

Do RGMD – Regulamento Geral de Mestrados e Doutoramentos (disponível na página internet da Autónoma), Anexo I:

**«**nº 2- Inserção de um resumo analítico em português e a sua versão para o inglês (opcional numa terceira língua), não excedendo 500 palavras em cada uma das versões e acompanhado, no final, por quatro palavras-chave nas mesmas línguas, representativas do conteúdo.**»**

Nota APA: Segundo a APA, o resumo deverá sintetizar todo o trabalho: problema, pertinência, objectivos, método, participantes, resultados principais e conclusões.

Texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto texto

**Palavras-chave:** Palavra\_01; Palavra\_02; Palavra\_03; Palavra\_04.

# 

# Abstract (Inglês) (obrigatório)

(Secção obrigatória)

The abstract is an abbreviated exposition of your work, in which you must express the main ideas and the main lines.

RGMD - General Regulations for Masters and Doctoral Programs (available on Autonoma's website), Annex I, no. 2 - «Insertion of an analytical summary in Portuguese and in English version (optional in a third language), not exceeding 500 words in each version and accompanied, in the end, by four keywords in the same languages, representative of the content».

Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text Text

**Keywords:** Keyword\_01; Keyword\_02; Keyword\_03; Keyword\_04.

# Resumo (outra língua)

(Secção opcional)

Texto texto texto texto texto texto texto texto texto

# Índice

(Secção obrigatória) (Clique com o botão direito do rato, em cima do índice, e faça «Update Field > Update entire table» para o atualizar)

[Dedicatória 3](#_Toc76865716)

[Agradecimentos 4](#_Toc76865717)

[Epígrafe (opcional) 5](#_Toc76865718)

[Resumo (Português) (obrigatório) 5](#_Toc76865719)

[Abstract (Inglês) (obrigatório) 5](#_Toc76865720)

[Resumo (outra língua) 6](#_Toc76865721)

[Índice 7](#_Toc76865722)

[Lista de Quadros/Gráficos (opcional) 10](#_Toc76865723)

[Lista de Fotografias/Ilustrações 10](#_Toc76865724)

[Lista de Abreviaturas 10](#_Toc76865725)

[Lista de Siglas e Acrónimos (opcional) 11](#_Toc76865726)

[Glossário (opcional) 11](#_Toc76865727)

[1 Introdução 12](#_Toc76865728)

[2 Entidades Envolvidas 13](#_Toc76865729)

[2.1 Universidade Autónoma de Lisboa 13](#_Toc76865730)

[2.2 LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS 14](#_Toc76865731)

[3 Conceitos Teóricos e Ferramentas utilizadas no projeto 15](#_Toc76865732)

[3.1 Machine Learning 15](#_Toc76865733)

[3.2 Deep Learning 16](#_Toc76865734)

[3.3 YoloV3 e Darknet 16](#_Toc76865735)

[3.4 OpenCV 17](#_Toc76865736)

[3.5 CUDA 18](#_Toc76865737)

[3.6 Microsoft Azure 18](#_Toc76865738)

[3.7 Python 19](#_Toc76865739)

[3.8 SQL 19](#_Toc76865740)

[3.9 CSS, JavaScript e HTML 20](#_Toc76865741)

[3.10 PostgreSQL 21](#_Toc76865742)

[3.11 Flask 21](#_Toc76865743)

[3.12 SQLAlchemy 21](#_Toc76865744)

[3.13 Bootstrap 22](#_Toc76865745)

[3.14 Ubuntu 22](#_Toc76865746)

[3.15 TeamViewer 23](#_Toc76865747)

[4 Fases de Desenvolvimento do Projeto 23](#_Toc76865748)

[4.1 Primeira Fase: Protótipo e Planeamento 23](#_Toc76865749)

[1.1 Nome do subcapítulo, Nível 02 28](#_Toc76865750)

[4.1.1 Nome do subcapítulo, nível 03 29](#_Toc76865751)

[4.1.1.1 Nome do subcapítulo, nível 04 29](#_Toc76865752)

[4.1.1.2 Nome do subcapítulo, nível 04 29](#_Toc76865753)

[4.1.2 Nome do subcapítulo, nível 03 29](#_Toc76865754)

[5 Conclusões (obrigatório) 29](#_Toc76865755)

[6 Trabalho futuro (opcional) 29](#_Toc76865756)

[Outros Índices (se for o caso - analíticos, remissivos, onomásticos) 30](#_Toc76865757)

[Bibliografia 30](#_Toc76865758)

[Apêndices (opcional) 31](#_Toc76865759)

[Anexo 01 – Notas Prévias para a formatação 32](#_Toc76865760)

[Anexo 02 – Qual a maneira correta de preparar o seu trabalho? 33](#_Toc76865761)

[Anexo 03 - Normas do RGMD (extrato) 34](#_Toc76865762)

[Anexo 04 – Bibliografia – Método automático 36](#_Toc76865763)

[Anexo 05 – Bibliografia - Descrição do RGMD 39](#_Toc76865764)

[Anexo 06 – Figura, tabelas e gráficos: legendas e respetiva tabela 45](#_Toc76865765)

[Lista de Tabelas (exemplo) 45](#_Toc76865766)

[Lista de Figuras (exemplo) 46](#_Toc76865767)

[Anexo 07 – Como inserir e referenciar equações 47](#_Toc76865768)

[Inserir Equações (exemplo) 47](#_Toc76865769)

[Referenciar Equações (exemplo) 49](#_Toc76865770)

[Anexo 08 – Recomendações do IEEE para textos técnicos 51](#_Toc76865771)

[*1.2.* *Introduction* 51](#_Toc76865772)

[*1.3.* *Abbreviations and Acronyms* 51](#_Toc76865773)

[*1.4.* *Units* 51](#_Toc76865774)

[*1.5.* *Equations* 51](#_Toc76865775)

[*1.6.* *Some Common Mistakes* 52](#_Toc76865776)

[*1.7.* *References* 52](#_Toc76865777)

[Anexo 09 – Formato APA - The Grammar of Mathematics 54](#_Toc76865778)

# Lista de Quadros/Gráficos (opcional)

(Secção obrigatória, caso existam quadros, gráficos ou outros elementos)

Já formatada, esta lista diz respeito aos diversos tipos e tabelas que estão no Anexo 06.

Para criar legendas e a lista de tabelas, usar:

REFERENCES > Captions > Insert Table of Figures > General / Caption label: Tabelas)

[Tabela 1 – Tabela Simples (Word) 45](#_Toc3992265)

[Tabela 2 – Tabela simples (Excel) 45](#_Toc3992266)

[Tabela 3 – Tabela APA 45](#_Toc3992267)

[Tabela 4 – Tabela IEEE 46](#_Toc3992268)

# Lista de Fotografias/Ilustrações

(Secção obrigatória, caso existam fotografias e/ou ilustrações)

Já formatada, esta lista diz respeito às diversas fotografias que estão no Anexo 06.

Para criar legendas e a lista de figuras, usar:

REFERENCES > Captions > Insert Table of Figures > General / Caption label: Figuras

[Figura 1 - Crisântemo 46](#_Toc3992269)

[Figura 2 – Medusa 47](#_Toc3992270)

[Figura 3 - Deserto 47](#_Toc3992271)

[Figura 4 - Farol 47](#_Toc3992272)

# Lista de Abreviaturas

(Secção obrigatória, caso existam abreviaturas)

|  |  |
| --- | --- |
| Abreviatura | Nomenclatura |
| Abreviatura | Nomenclatura |
| Abreviatura | Nomenclatura |
| Abreviatura | Nomenclatura |
| Abreviatura | Nomenclatura |
| Abreviatura | Nomenclatura |

# Lista de Siglas e Acrónimos (opcional)

(Secção obrigatória, caso existam siglas e/ou acrónimos).

**Sigla:** Expressão formada pelas letras iniciais de diversas palavras, sendo estas geralmente pronunciadas uma a uma, e não com articulação silábica (Ex.: RTP, EU, EUA, etc.) – (in *Dicionário de Língua Portuguesa, 2004, Porto Editora*). Todos os caracteres que compõem a sigla devem ser grafados em maiúscula.

**Acrónimo**: palavra formada por letras ou sílabas iniciais de várias outras palavras, e que se pronuncia sílaba a sílaba, e não letra a letra (Ex.: laser, radar, etc.) – (in *Dicionário de Língua Portuguesa, 2004, Porto Editora*).

|  |  |
| --- | --- |
| Sigla | Nomenclatura |
| Sigla | Nomenclatura |
| Sigla | Nomenclatura |
| Sigla | Nomenclatura |
| Sigla | Nomenclatura |
| Sigla | Nomenclatura |

# Glossário (opcional)

(Secção obrigatória, caso existam abreviaturas)

**Glossário:** lista de palavras ordenadas alfabeticamente, e com a respetiva definição, que figura como apêndice a uma obra. – (in *Dicionário de Língua Portuguesa, 2004, Porto Editora*).

|  |  |
| --- | --- |
| Palavra | Significado |
| Palavra | Significado |
| Palavra | Significado |
| Palavra | Significado |
| Palavra | Significado |
| Palavra | Significado |
| Palavra | Significado |

# Introdução

Enuncie os objetivos, esclareça como está organizado o trabalho, evidencie as linhas principais de cada capítulo, refira a metodologia utilizada.

Para definirmos o que é Inteligência Artificial, temos de começar pelo que significa inteligência, o que não é uma tarefa fácil. Inteligência é um termo demasiado amplo e vago por si só, às vezes envenenado por motivos nefastos ou pela falta de introspeção no que realmente significa inteligência. Essencialmente, toda a gente tem uma noção vaga do que é inteligência, mas quando se trata de definir a palavra, as noções irão divergir para vários temas: lógica, compreensão, mestria, resolução de problemas, raciocínio, dedução, indução, intuição e até mesmo instinto e emoção.

Para nós, que programamos máquinas, não estamos interessados na maioria desses termos. Queremos ensinar apenas um software a resolver um problema sozinho, com o menor input possível do utilizador. Inteligência Artificial no contexto deste trabalho, trata-se de algoritmos e cadeias de código que evoluem por si só, naturalmente e exponencialmente, treinando e ficando cada vez mais eficazes e eficientes.

Em relação a este projeto, temos o interesse de fazer uma máquina aprender a identificar certos objetos, denominados de alvos na caracterização do projeto, numa stream de vídeo. Entretanto a lógica é semelhante a qualquer outro modelo de inteligência artificial: processamento, treino, e aprendizagem, sem qualquer influência do utilizador no processo. Assim, é importante distinguir a diferença entre a utilização de inteligência artificial e de uma abordagem de programação clássica, em que Inteligência Artificial responde e processa qualquer input a partir do código que foi desenvolvido no início, sem qualquer modificação do programador.

Partindo deste conceito de Inteligência Artifical no contexto deste projeto, o nosso objetivo, proposto pela UAL e pela parceira da Universidade, a LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS, é, conforme está no título deste relatório, Reconhecimento/Classificação automática de alvos por algoritmos de Deep Learning em OpenCV através de Interface Web. O projeto visa a utilização de algoritmos através de técnicas de Deep Learning para classificar e reconhecer vários objetos, em tempo real, numa interface web, onde nesta, haja a possibilidade de processamento via Cloud, que detete e classifique de forma aplicada, a partir de uma fonte ou várias fontes via streaming de vídeo ou via upload de imagens para a interface web. O OpenCV será utilizado no sentido de tirar proveito dos módulos de processamento de imagem, em específico, no reconhecimento de objetos em tempo real. Para o processamento via Cloud, vai ser utilizado o Microsoft Azure, e a interface web será construída numa Máquina Virtual. De uma forma simples, o programa consiste em configurar uma Máquina Virtual que possibilite uma computação adequada e ajustada aos resultados que se pretendem, seguindo-se de seguida, um acesso a um streaming de vídeo ou upload de uma imagem, nessa fonte de vídeo ou de imagem, apresentar os resultados do reconhecimento/classificação na página web, e, por fim, armazenar os dados dos resultados numa base de dados PostgreSQL para consulta posterior. Espera-se também que o sistema seja capaz de efetuar o reconhecimento de vários objetos e avaliar a taxa de falsos positivos.

Ao longo do relatório serão enunciados alguns pontos fundamentais: O ponto 2 refere-se às Entidades Envolvidas no projeto realizado, a UAL e a parceira, Leitek. Neste ponto fala-se um pouco sobre cada uma das entidades e os objetivos. O ponto 3 é dedicado a conceitos teóricos, servindo um pouco de introdução para o tema do projeto e as ferramentas que utilizamos ao longo do desenvolvimento do projeto. O ponto 4, é a secção mais longa deste relatório onde falamos sobre os vários passos do desenvolvimento do projeto e um pouco sobre a sua execução. O ponto 5 é dedicado às conclusões tiradas do projeto e o ponto 6 ao eventual trabalho futuro que possa ocorrer. Por fim, segue-se uma secção dedicada à Bibliografia e o código escrito, sob a forma de anexo.

# Entidades Envolvidas

No ponto a seguir, falaremos sobre as entidades que estiveram envolvidas connosco no projeto, a UAL e a LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS.

## Universidade Autónoma de Lisboa

A Universidade Autónoma de Lisboa (UAL) foi inaugurada a 13 de dezembro de 1985, é a universidade privada mais antiga do país, com mais de 30 anos de experiência ao serviço da comunidade académica e estudantil. Com um corpo docente de excelência e uma vasta oferta formativa composta por dezenas de licenciaturas, mestrados, pós-graduações e doutoramentos [2] em áreas como Arquitetura, Ciências da Comunicação, Ciências e Tecnologias, Ciências Económicas e Empresariais, Direito, História, Artes e Humanidades, Psicologia ou Relações Internacionais [1]. Está localizada no Palácio dos Condes do Redondo, em Lisboa. A UAL pertence ao Grupo CEU, também fundada em 1985, uma marca que agrega diferentes estabelecimentos de ensino superior, universitário e politécnico, assim como de ensino especializado e artístico. Entre os estabelecimentos de ensino que o Grupo CEU tem, para além da UAL, a Escola de Pós-Graduações Autónoma Academy ou a Escola Superior de Enfermagem São Francisco das Misericórdias (ESESFM) [3].

A UAL contém no seu estabelecimento de ensino, serviços como bibliotecas, bares, alojamento para estudantes, cantinas, seguro escolar, bolsas de mérito, apoios a estágios, entre vários outros.

A UAL, apresenta como missões, enquanto instituição de ensino superior a qualificação de alto nível dos seus estudantes, a sua formação cultural, artística, tecnológica e científica, num quadro de referência nacional e internacional. A UAL pretender valorizar a atividade dos seus investigadores, docentes, estudantes e trabalhadores, estimulando a sua formação intelectual e profissional. Promove e organiza ações de apoio e difusão da cultura humanística, artística, científica e tecnológica, com vista á sua compreensão pública. Persegue o enriquecimento humano e social da sua comunidade, dentro de um quadro de valores humanistas, personalistas, de tolerância, de cooperação interna e internacional e de respeito pelos direitos do Homem. No quadro da legalidade instituída, a UAL rege-se pelos princípios da autonomia académica, cultural, científica e pedagógica e da participação de docentes e discentes na sua gestão académica [2].

## LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS

A LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS é uma empresa privada, pertencente ao ecossistema de empresa do setor de Base Industrial e Tecnológica da Defesa (IDD), que responde às necessidades de inovação dos seus clientes, fornecendo e implementando soluções complexas e de estado de arte, nas áreas de deteção precoce e simulação de incêndios florestais, aeronaves não tripuladas, segurança e serviços de mapeamento com aeronaves não tripuladas [4].

Em todas as áreas de atividade a LEITEK faz uso extensivo de Inteligência Artificial e Machine Learning, quer nos sistemas que comercializa, quer nos sistemas que são produto de desenvolvimento próprio, como, por exemplo o sistema Dronesavior e ScanCrowd [4].

A LEITEK desenvolve muita das suas atividades na investigação e desenvolvimento, comercialização e prestação de serviço aéreo com aeronaves não tripuladas fazendo parte de organizações de referências como o DRONE REGIM da UVS International e Associação Portuguesa de Aeronaves Não Tripuladas, de sua sigla APANT. A empresa é parceira e distribuidora exclusiva da INSIGHT ROBOTICS / ROBOTICS CATS para países como Portugal, Espanha e outros do Sul da Europa, onde presta suporte técnico especializado nesta área [4].

A empresa está focada na comercialização e desenvolvimento de soluções em setores de atividade com bastante potencial de crescimento aliada às oportunidades de negócio trazidas pela acelerada transformação digital no planeta e pelo avanço tecnológico, assim como, na prestação de serviços com Aeronaves não Tripuladas e processamento de dados com analítica avançada [5].

A LEITEK tem como missão proporcionar a entidades públicas e clientes privados as melhores soluções inovadoras e agregar valor em todos os projetos nas áreas tecnológicas de: Vídeo Vigilância da Floresta; Deteção Precoce de Incêndio Florestal; Aeronaves não tripuladas e tecnologias associadas; Defesa e Segurança; Segurança operacional em aeroportos e Prestação de Serviços de Aeronaves Não Tripuladas [5]. Tem como visão futura ser uma empresa de referência e ser fornecedor líder em Portugal e no Sul da Europa, nas áreas em específico, da Deteção de Incêndios Florestais e Serviços de Aeronaves Não Tripuladas, no sentido de contribuir para um mundo em transformação, mais seguro e sustentável [5].

# Conceitos Teóricos e Ferramentas utilizadas no projeto

No capítulo que se segue, vamos falar de dois conceitos teóricos que achámos fundamentais para a realização do projeto: Machine Learning e Deep Learning, além das ferramentas que utilizámos ao longo do desenvolvimento do projeto.

## Machine Learning

Machine Learning, informalmente conhecido como ML, é um tipo de inteligência artificial que permite que aplicações de software possam ser mais precisas e eficazes no processamento e na previsão de resultados, apesar de nenhum código específico tenha sido escrito para processar os dados. Isto significa que em vez de adaptarmos o código a cada um dos cenários possíveis para controlar o fluxo do processamento, simplesmente damos um objetivo ao programa que será o guia para ver se as interações estão mais perto do objetivo ou não.

Em termos técnicos, ML nada é mais que a interação de algoritmos que criam de forma automática modelos de representação de conhecimento com base num conjunto de dados. Sendo estes modelos de representação o que o algoritmo já aprendeu e melhorou por si mesmo.

E antes de poder ser usado, um algoritmo é deixado a processar um conjunto de dados de treino para afinar a sua precisão. Após o treino, o modelo tem potencial para efetuar previsões de qualidade em situações posteriores e que estejam relacionadas com padrões anteriores. Basicamente informação nova, mas do mesmo tipo que a que foi usada para treino. Seja texto, rostos humanos ou animais, um dos exemplos que pode ser um tipo de dado analisado por algoritmos ML.

No entanto, ML está limitado na sua única função e apenas faz uma coisa bem. Isto significa que para outras funções mais complexas, ML simplesmente não chega. Precisamos de algo mais complexo.

Estes métodos de análise de dados estão bastante enraizados no nosso dia-a-dia, alguns usos de Machine Learning, são, por exemplo, as pesquisas na Web, as recomendações da Amazon ou o Google Tradutor [11].

## Deep Learning

Deep Learning é um tipo de machine learning que permite treinar PCs para realizar tarefas como se atuasse como um ser humano, permite o reconhecimento de imagem, previsões e reconhecimento da fala. Ao contrário de alguns algoritmos ML, que organizam os dados para serem executados através de equações predefinidas, o Deep Learning configura parâmetros básicos sobre os dados e treina o PC para aprender sozinho através do reconhecimento de padrões em várias camadas de processamento [1]. Alguns exemplos de softwares que utilizam Deep Learning, temos o caso da Cortana, da Microsoft, que está disponível no Windows 10, porém, não funciona em Portugal ou a Siri, da Apple, disponíveis nos aparelhos da companhia. Quer a Cortana, quer a Siri, são uma assistente inteligente que ajuda o utilizador a realizar algumas tarefas no Sistema Operativo.

## YoloV3 e Darknet

O cerne do projeto era detetar e classificar objetos em tempo real e era necessário usarmos um algoritmo que o fizesse de forma rápida e precisa. Já nos estava especificado no enunciado que enumerava o âmbito do projeto, a existência do YOLO.

O YOLO, uma sigla para You Only Look Once (Apenas Olhas Uma Vez), é o algoritmo mais rápido, preciso e estável disponível para processar o que nós precisávamos. E não só, também existia uma vasta biblioteca de tutoriais e documentação que nos iria ajudar imenso.

O YOLO funciona através da aplicação de uma rede neural simples à imagem, chamada de Darknet. Cada nó dessa rede tem apenas um objetivo, comparar uma região da imagem com um conjunto de dados de um dataset. Dividindo a imagem em regiões e caixas delimitadores facilita a previsão das probabilidades de o objeto estar na imagem ou não [13].

Em termos de performance, existe uma versão mais fraca do YOLO, chamada de Tiny YOLO. Esta é usada para máquinas menos potentes e portáteis, desde CPUs de portátil, até Raspberry Pis [14].

O Darknet enquadra-se nesta questão como quase um adendo e gestor do algoritmo do YOLO. No fundo, o YOLO são blocos de algoritmo a ser corridos pelo Darknet, que depois de os organizar e gerir, monta-nos o seu output, em forma de imagem.

No entanto, por cada instrução em que o Darknet é chamado, o Yolo/Darknet fazem output de apenas uma única imagem de cada vez. E para processarmos streams de vídeo das câmaras, era necessária uma biblioteca que, a partir do input de um ficheiro de vídeo, processasse esta rede neural várias vezes.

O algoritmo do YOLOv3/Darknet está disponível no GitHub de pjreddie em: <https://github.com/pjreddie/darknet>.

## OpenCV

Open Source Computer Vision Library é o nome completo de OpenCV, que é uma biblioteca de funções para visão computacional em tempo real, criada originalmente pela Intel em junho de 2000. Este campo de estudo, a visão computacional, trata de desenvolver métodos para robots e computadores poderem processar imagens e vídeos como informação. Sendo escrita em C++, satisfaz a necessidade de celeridade e de portabilidade destas funções, ajudando no desenvolvimento moderno de software para drones e robôs que têm como objetivo a análise de imagens da forma mais rápida e leve possível.

Dito isto, o OpenCV tem interfaces para Java e Python, não se limitando apenas a C++, que funcionam em todos os sistemas operativos principais do mercado. A nossa escolha foi a interface para Python, sob a licença gratuita de código aberto Apache 2.

Tudo o que o OpenCV é capaz de fazer inclui áreas de aplicação com sistemas de reconhecimento facial, realidade aumentada, captura de movimento, reconhecimento gestual, interação máquina-pessoa, classificador de Naive-Bayes, algoritmo do k nearest neighbor, redes neurais artificiais, deteção de objeto, sendo a última a de interesse especial para o nosso projeto [2].

No entanto, era necessário que este processamento fosse o mais rápido possível, portanto necessitamos não só do processamento do nosso processador, mas também do nosso processador gráfico. E desde 2011 que o OpenCV traz funcionalidades de aceleração de GPU para operações em tempo real. Agora só era necessária uma plataforma para ligarmos o OpenCV com uma placa gráfica.

O OpenCV contém um GitHub oficial, que pode ser acedido em: <https://github.com/opencv/opencv> , documentação online e tutoriais online disponibilizada de forma gratuita e cursos de aprendizagem de IA através de pagamento. Contém parcerias com várias empresas, tais como a Intel, o Microsoft Azure ou a Google [3].

## CUDA

CUDA (Compute United Device Architecture) é uma plataforma de computação paralela e uma API (Application Programming Interface) criada pela Nvidia, lançada a 23 de junho de 2007. CUDA é suportado por GPUs que sejam da Nvidia, a sua licença pertence também à Nvidia e é do tipo GPGPU (General Purpose Processing computing on Graphics Processing Units). CUDA permite aos engenheiros e desenvolvedores de software para usar uma GPU que seja compatível com CUDA para uso de processamento geral sobre a forma de GPGPU. CUDA é uma camada de software que dá acesso direto ao conjunto de instruções virtuais da GPU e elementos de computação paralela, para a execução de kernels. É desenhada para trabalhar com linguagens de programação como C, C++ ou Fortran, esta acessibilidade permite ser mais fácil programar em paralelo usando os recursos da GPU [12].

O uso do CUDA no projeto serviu para melhorar a performance do algoritmo de deteção dos objetos nas máquinas que contém uma GPU da NVIDIA, porém, este foi um processo complicado e até demoroso a realizar-se, conforme será explicado no Ponto 4.2: O CUDA, que faz parte do desenvolvimento do projeto.

## Microsoft Azure

O Microsoft Azure é um serviço de cloud computing, criado pela Microsoft para construir, testar, implementar e, aplicações e serviços administrativos, através de data centers fornecidos pela Microsoft. Providencia software como serviço (Os chamados SaaS – Software as a Service), plataforma como serviço (Os chamados PaaS – Platform as a Service) e infraestruturas como serviço (IaaS – Infrastucture as a Service). Suporta várias linguagens de programação, frameworks, incluindo softwares e sistemas third-party quer software e sistemas da própria Microsoft. O Azure foi apresentado pela primeira vez a 27 de outubro de 2008 e lançado oficialmente em fevereiro de 2010. O serviço funciona no Windows e no Linux, a licença é fechada para plataforma, porém é open source para SDKs (Software Development Kit) para clientes [4].

Dentro da plataforma, uma conta Azure tem acesso a mais de 200 produtos que são fornecidos pelo Azure, dependendo da categoria de trabalho. Dentro destas categorias, são fornecidas ferramentas para, referindo alguns exemplos: Ambiente de Trabalho Virtual do Windows, análise de dados, armazenamento, Blockchain, computação, programação, gestão, IA + Machine Learning, Internet das Coisas, multimédia, segurança ou web [5].

No contexto do projeto, o Azure vai servir-nos para um processamento rápido de captura de imagem ou de vídeo para o reconhecimento de objetos em tempo real e para a interface web que é desenvolvida numa máquina virtual. Ora, havendo estes requisitos para a realização do projeto, a criação de uma máquina virtual com o sistema operativo Ubuntu, que irá correr a interface web, é feita no Azure, assim como a base de dados do Azure para PostgreSQL para o armazenamento de dados e consultas posteriores.

O Azure só foi utilizado na parte final do projeto, devido a problemas com as contas do Azure fornecidas pela UAL, entre nunca se conseguir ter acesso à conta ou a licença terminar de forma abrupta. Dito isto, a construção da base de dados e criação da interface web foram inicialmente realizadas nos PCs dos elementos do grupo e depois portado para o Azure, que, infelizmente, não correu como era esperado inicialmente pelo enunciado do projeto.

## Python

Python é uma linguagem de programação de alto-nível, multi-paradigma, ou seja, suporta vários paradigmas de programação, lançada em fevereiro de 1991. É uma das linguagens de programação mais populares [8]. A sua documentação está disponível livremente em: <https://docs.python.org/3/> . A escolha desta linguagem no projeto, deve-se a vários motivos: Para começar, a versão do Python que foi utilizada no projeto foi a versão 3.9.4. É uma linguagem na qual já trabalhamos bastante ao longo do curso, que estamos familiarizados com ela para construir o programa requerido, para a utilização do Flask, que é uma framework de Python para páginas web, para fazer os testes do YOLOv3 e do Darknet para a deteção de alvos e também por ser uma linguagem que se dá bem com a linguagem SQL, focada para criação de base de dados, através da biblioteca SQLAlchemy do Python, que será expandida no ponto a seguir. Todas estas vantagens fizeram que escolhêssemos Python como a linguagem de programação a ser utilizada no projeto.

## SQL

SQL, Structured Query Language, é uma linguagem de domínio específico usada para programação e gerenciamento de dados para gerenciamento de base de dados relacional seguindo um paradigma multiparadigma, lançada em 1974 por Donald D. Chamberlin e Raymnond F. Boyce, que tinha como objetivo inicial demonstrar a viabilidade da implementação do modelo relacional. SQL diferencia-se das outras linguagens de programação de base de dados no sentido em que uma consulta SQL especifica a forma do resultado e não o caminho para chegar a ele. SQL chegou a ser revisto em 1992, em 1999 e 2003, para introduzir algumas novas funções, como triggers, em 1999 e características relacionadas ao XML em 2003. A linguagem pode ser facilmente migrada de plataforma para outra plataforma sem grandes mudanças estruturais e permite ligação com outras linguagens de programação como Java, C ou Python. [22]

No contexto do projeto, SQL é a linguagem que utilizamos para criar a base de dados criada no PostgreSQL e permitir a ligação com Python a partir do SQLAlchemy.

## CSS, JavaScript e HTML

HTML, CSS e JavaScript são linguagens de programação viradas para programação web, que estão bastante conectadas entre si. Começando por HTML, significa HyperText Markup Language, é a linguagem standard para documentos mostrados em um browser de Internet, criada em 1993. É assistido por tecnologias como o CSS (Cascading Style Sheet) e linguagens de script como o JavaScript. Os browsers de Internet recebem documentos HTML a partir de um servidor web ou a partir de um lugar local e faz renderização dos documentos em multimédia na página web [16].

Já CSS (Cascade Style Sheet), é uma linguagem de folha de estilos, lançada em 1996, usada para mostrar um documento escrito em uma linguagem de marcos como HTML. É uma das linguagens principais da World Wide Web ao lado de HTML e JavaScript. CSS é projetado para possibilitar a separação da apresentação e do conteúdo, incluindo layouts, fontes ou cores [17].

JavaScript é uma linguagem de programação que está em conformidade com a especificação ECMAScript, lançada inicialmente a 4 de dezembro de 1995. É uma linguagem de alto nível, normalmente compilada em tempo real e multi-paradigma. Contém orientação a objetos e funções de primeira classe. Ao lado de HTML e CSS, JavaScript é uma das linguagens mais usadas na World Wide Web, enquanto linguagem de multi-paradigma, JavaScript suporta paradigmas de programação imperativa, funcional e orientado por eventos. Contém APIs para trabalho de texto, estruturas de dados, datas ou DOM (Document Object Model, Modelo de Objeto de Documentos em português) [18].

No projeto estas três linguagens foram essenciais para a construção da Interface Web requerida no enunciado do projeto.

## PostgreSQL

PostgreSQL é um software gratuito e open source de gestão de base de dados relacional, feito para ser compatível com SQL agnóstico. Como outros softwares de base de dados, o PostgreSQL efectua transações com as propriedades ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade), visualizações atualizadas de forma automática, vistas materializadas, triggers, chaves estrangeiras e stored procedures. Está desenhado para lidar com uma variedade de cargas de trabalho, desde máquinas simples até Data Warehouses ou Web Services com um número forte de usuários em simultâneo [6]. Para nós, apenas nos interessou três características: o facto de já termos usado o software anteriormente na universidade, a vasta documentação disponível online e o suporte completo dado pelo Microsoft Azure a esta tecnologia.

## Flask

Flask é uma micro framework web escrita em Python, lançada a 1 de abril de 2010. A sua licença é BSD. É classificada desta maneira porque não requere ferramentas ou bibliotecas particulares, mantendo um núcleo simples, porém, extensível. Flask não possui uma camada de abstração de base de dados, nem de validação de formato, nem de outros tipos de componentes onde bibliotecas third-parties providenciam funções comuns. Sites como o Pinterest ou o Linkedin usam esta framework[7]. O Flask contém um GitHub que pode ser acedido em: <https://github.com/pallets/flask> e a sua documentação é gratuita, disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>

O uso de Flask no projeto está relacionada com a construção da página web onde apresenta os resultados e a classificação da deteção de objetos da imagem ou do vídeo representado.

## SQLAlchemy

SQLAlchemy é uma toolkit open-source de SQL e mapeamento objeto-relacional (ORM – Object-relacional Mapping em inglês) para linguagem Python, lançada sobre a licença MIT a 14 de fevereiro de 2006[9]. Providencia um conjunto completo de padrões de persistência de nível empresarial bem conhecidos, desenhados para eficiência e alta performance no acesso à base de dados, adaptada numa simples linguagem e dominante como é Python [10]. Empresas como o Reddit ou a DropBox utilizam SQLAlchemy. Contém um GitHub oficial, disponível em: <https://github.com/sqlalchemy/sqlalchemy> e a sua documentação está disponível em: <https://www.sqlalchemy.org/library.html> .

A escolha da utilização do SQLAlchemy no projeto deve-se à facilidade de conectar o código Python do algoritmo de deteção e a página web com a base de dados, PostgreSQL, escrita em SQL, na mesma linguagem.

## Bootstrap

Bootstrap é uma framework front-end de CSS gratuita e open-source lançada pela Bootstrap Core Team a 19 de agosto de 2011. É responsiva, ótima para desenvolvimento de páginas web em dispositivos móveis ou diferentes tipos de janelas. Vai neste momento na versão 5.0.1, é escrita em HTML, CSS, Less, Sass e JavaScript e está sobre a licença MIT License. Bootstrap contém templates de design de CSS e de JavaScript para tipografia, formas, botões, navegação e outras componentes de interface [15]. Contém um GitHub oficial em: <https://github.com/twbs/bootstrap> , a sua instalação está disponível em: <https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/download/> e contém documentação oficial em: <https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/introduction/>.

No projeto, o uso de Bootstrap serve para a Interface Web ser compatível com qualquer dispositivo e de qualquer tamanho (por exemplo telemóveis), sem prejudicar o conteúdo disponível no site.

## Ubuntu

Ubuntu é uma distribuição Linux baseada em Debian e consiste na sua maioria em software open-source e gratuito, criada pela Canonical Ltd. onde o lançamento inicial ocorreu a 20 de outubro de 2004. O Ubuntu está disponível em três edições: Ubuntu Desktop, a edição normal do Sistema Operativo, Ubuntu Server, especializada para servidores web e Ubuntu Core para dispositivos do Interent of Things e robôs. Qualquer uma das edições pode correr em um computador ou numa máquina virtual. Ubuntu é um sistema operativo popular para computação por nuvem, com suporte para OpenStack. Desde a versão 17.10 que o desktop padrão do Sistema Operativo tem sido o GNOME. O Sistema Operativo contém atualizações constantes, com novas versões a cada seis meses. À data de escrita deste relatório, a última versão do Ubuntu lançada foi a 21.04 a 22 de abril de 2021. Conforme referido antes, Ubuntu é desenvolvido principalmente pela Canonical e por uma comunidade de outros desenvolvedores seguindo um modelo de governação sob a forma de Meritocracia. A Canoncial disponibiliza atualizações de segurança e suporte por cada lançamento do Ubuntu, começando desde o seu lançamento até chegar à data planeada para o fim de vida de uma versão do Ubuntu [19]. O Ubuntu está disponível gratuitamente em: <https://ubuntu.com/download> .

No contexto do projeto, o Ubuntu é usado como uma máquina virtual, na edição Desktop, fornecida pela parceria da UAL na realização deste projeto, a LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS que contém 2GB de RAM, não contém GPU e como CPU um AMD Ryzen 9 3900X com 12 cores. Esta VM servirá para correr o nosso programa, de forma a termos acesso a esta máquina foi utilizado um software chamado TeamViewer de forma a podermos mexer na máquina fornecida de forma remota [20][21].

## TeamViewer

TeamViewer é um software de computador que permite acesso e controlo remoto, lançado originalmente em 2005 pela TeamViewer AG, que permite manutenção de computadores e outros dispositivos. Este software, a sua licença é proprietária, porém não requer qualquer tipo de registo e é de uso livre para uso não-comercial. O TeamViewer está disponível no Windows, macOS, Linux, Android, Chrome OS, Raspberry Pi e iOS.

Em contexto de projeto, o TeamViewer foi-nos fornecido pela LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS de forma a acedermos à máquina virtual Ubuntu da empresa de forma a corrermos o programa nessa máquina.

# Fases de Desenvolvimento do Projeto

## Primeira Fase: Protótipo e Planeamento

A primeira fase do projeto foi marcada por imensa discussão e *brainstorming* à volta de como iríamos fazer o que nos é pedido. Tínhamos todos ideias razoavelmente diferentes de como implementar os componentes necessários para o projeto, mas após alguma pesquisa rapidamente entendemos como as coisas iam ser implementadas.

Numa fase inicial do desenvolvimento do projeto, decidimos começar por experimentar, através de um pequeno programa, o algoritmo de Deep Learning do YOLOv3/Darknet, disponível no GitHub de pjreddie, com suporte ao YOLO normal e ao YOLOtiny, para dispositivos mais fracos, como telemóveis ou portáteis com gama U de processador. Este pequeno programa serviu para testar a capacidade do algoritmo em detetar objetos antes de começarmos com o projeto em si. Os resultados que obtivemos nestes testes foram, de forma geral, satisfatórios. Detetamos que o algoritmo deteta com bastante precisão, pessoas, ao ponto de só precisar de uma mão aparecer na câmara para o algoritmo dizer que é uma pessoa. Porém, nestes testes verificou-se que o algoritmo não é tão eficaz em detetar alguns objetos diferentes, ainda que os consegue reconhecer alguns. De seguida, apresenta-se algumas imagens (figuras 1 a 6) retiradas pelos elementos do grupo de forma a experimentar as capacidades do algoritmo e os seus resultados. Os resultados das figuras mostramos que o YOLO normal nas nossas máquinas locais apresenta bons resultados de precisão, porém a framerate é bastante baixa, enquanto o YOLOTiny tem uma framerate superior, a eficácia do algoritmo em detetar coisas pode falhar ou a eficácia cair para metade.

Houve também a primeira reunião com a Leitek em que conversámos sobre o YOLO e o DarkNet. Sabíamos agora que o projeto seria indiscutivelmente uma plataforma online com FrontEnd para um sistema de câmaras, e qualquer fonte de streaming. Portanto o primeiro desafio seria implementar o OpenCV, juntamente com o YOLO e o Darknet a funcionar.

A nossa primeira escolha, além de vermos como funcionava o OpenCV e o YOLO, seria a plataforma de Python em que o iríamos usar. Tínhamos duas escolhas: O Django e o Flask. Um dos membros do nosso grupo já tinha experiência profissional com Django, e sugeriu o Flask, por ser mais leve e focado em websites com menos operações. Tendo em conta que o Django é mais indicado para websites grandes com muitos componentes diferentes, tais como o YouTube e o Spotify. Para nós, o Flask parecia uma alternativa mais simples e focada numa operação apenas, que era o nosso objetivo. Após pesquisa, conseguimos implementar um esboço de um protótipo.

Usando os componentes Python do Flask e do OpenCV, entendemos rapidamente como o OpenCV, funcionava. Embora parecesse algo complexo, na verdade, era um processo simples. A cada frame do vídeo ou da stream, a IA analisava a deteção de objetos na imagem, sabíamos também que a IA do OpenCV tinha maior facilidade a detetar objetos caso não existissem cores no frame do vídeo a ser analisado, portanto tínhamos de transformar todos os frames em *greyscale.* Depois, conseguindo implementar um dataset de rostos de pessoas, desenhávamos quadrados à volta deles no frame, e apresentávamos de volta a stream ao utilizador. Todo este esboço não tinha ainda front-end nem website, mas era totalmente servido pelo Flask. Sabíamos que estávamos a ir no bom caminho.

Mais tarde, começámos a dividir o projeto em dois, um com o YOLOv3 e o outro com o Tiny Yolo. O Tiny era uma versão menos intensiva nos recursos do algoritmo, feita especialmente para telemóveis. O Tiny foi adotado por dois membros do grupo com CPUs de portátil mais fracos, de forma mais específica, da gama U da Intel, e o YOLOv3 foi adotado pelos outros dois membros, que tinham ao seu dispor computadores mais potentes. O teste e a pesquisa ao longo desta semana levou à correção de alguns bugs menores, mas, mais importante, levou ao desenvolvimento do nosso primeiro, completo protótipo, agora a funcionar com todos os objetos do dataset no YOLOv3 e no Tiny Yolo.

Uma imagem com texto, homem

Descrição gerada automaticamente

*Figura 1- Rosto de Ricardo Cardoso a ser reconhecido pelo algoritmo com uma eficácia de 52% usando o YOLOTiny.*

Uma imagem com texto, interior, pessoa

Descrição gerada automaticamente

*Figura 2- Rosto de Diogo Mendes reconhecimento pelo algoritmo com uma eficácia de 100% usando o YOLO.*

Uma imagem com texto, pessoa, parede, interior

Descrição gerada automaticamente

*Figura 3- Rosto de Reinaldo Coelho reconhecido pelo algoritmo usando o YoloTiny. Aqui verifica-se que o algoritmo ainda não consegue reconhecer uma caixa de um videojogo.*

Uma imagem com texto, captura de ecrã, monitor, interior

Descrição gerada automaticamente

*Figura 4 – Uma nova experiência de Reinaldo Coelho com outra caixa de videojogo mostra a alguma dificuldade do algoritmo em detetar corretamente pessoas em uma caixa. Pode-se ver que o algoritmo consegue reconhecer como uma pessoa, o jogador Cristiano Ronaldo, já o jogador Marcus Rashford, o algoritmo reconhece-o como uma garrafa.*

Uma imagem com texto, parede, monitor, interior

Descrição gerada automaticamente

*Figura 5- Quarto de Bruno Silva, onde o algoritmo reconhece uma televisão, cadeira e uma garrafa com uma eficácia acima de 90%, mostrando que o algoritmo consegue identificar mais objetos além de pessoas utilizando o YOLO.*

## Segunda Fase: O CUDA

CUDA é uma API da NVIDIA para computação gráfica paralela e no que toca a melhorar performance no algoritmo, tínhamos pouca escolha senão utilizá-la. Foi aqui que sentimos as nossas primeiras dificuldades, mas a documentação da NVIDIA deu a assistência necessária para o conseguir fazer facilmente [1]. No entanto, compilar o CUDA e implementá-lo juntamente com o OpenCV tornou-se trabalhoso e demorado, e foram precisos alguns dias de pesquisa para o efeito desejado ser conseguido.

No Windows, a NVIDIA disponibiliza instalações do CUDA e do CuDNN, e apenas precisávamos de uma conta no NVIDIA Developer Program. Após instalar ambos, compilámos e instalámos o OpenCV juntamente com o CUDA utilizando o CMake [2]. Após testar que o nosso sistema e o OpenCV estava a usar o GPU, foi tempo de metermos mãos à obra no código.

Utilizando agora o CUDA, tínhamos melhor performance e criámos um zip do OpenCV pré-compilado com CUDA para as gráficas GTX série 10XX da NVIDIA, que dois membros do grupo tinham, e assim, com isto, tínhamos o YoloTestes com o CUDA a funcionar.

Tentámos mais tarde instalar o CUDA no Azure. Usámos um GPU com drivers CUDA da NVIDIA já instalados, o nvcc, e precisávamos agora de instalar o OpenCV em conjunto com o CUDA [3]. Ao tentar instalar tivemos um erro que não conseguimos encontrar solução [4], e encontrámos bastante falta de disponibilidade no Azure para sistemas de GPU. Após múltiplas tentativas, o nosso saldo no Azure tinha terminado, e ficámos sem capacidade de continuar a implementar o nosso projeto nele.

Foi também nesta altura do projeto, que estávamos a experimentar ideias diferentes. Uma das ideias falhadas foi utilizar um módulo de tradução automática da Google para objetos detetados, parecia uma excelente ideia, mas o Google traduzia automaticamente *sink* para *afundar* em vez de lava-louças, e outras falhas que dariam demasiado tempo a corrigir, então traduzimos tudo à mão. Depois disso, iniciámos a otimização para multi-utilizador e multi-thread nas câmaras. Houve algumas dificuldades nessa parte, incluindo um bug do OpenCV, quando se usava duas câmaras [5], que supostamente tinha sido corrigido na versão 3, mas continuava a existir nas nossas versões. Após muita martelada, descobrimos que o problema era o nome das janelas, e finalmente tínhamos multi-processamento e multi-utilizador no nosso site, com várias sessões.

Por último, criámos um mecanismo de deteção do CUDA no sistema, e ele corria de acordo com uma flag *true* ou *false* devolvida por esse mecanismo. Caso fosse *false*, a aplicação web funcionava normalmente com o OpenCV sem CUDA, e se fosse true, usaria o CUDA e obtínhamos performance superior. Tínhamos chegado a outra versão beta do nosso projeto, com multi-processo, uma UI experimental, sessões, login, painel de controlo do utilizador e acesso direto a streaming de câmaras ligadas.

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente

Uma imagem com texto, eletrónica, captura de ecrã

Descrição gerada automaticamente

Uma imagem com texto, monitor, captura de ecrã, ecrã

Descrição gerada automaticamente

## Terceira Fase: A Base de Dados

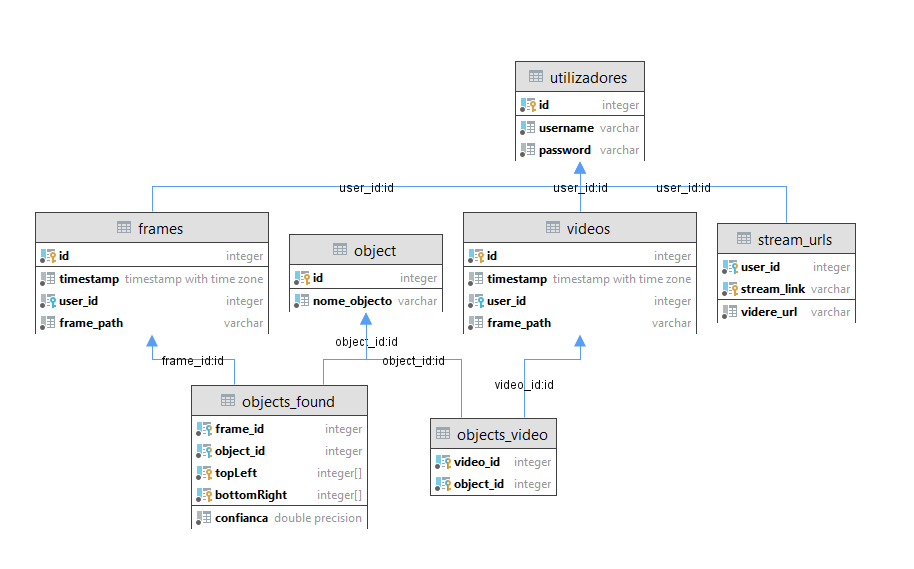
Na terceira fase do nosso projeto, tivemos de desenhar a base de dados, e aprender o módulo do Python que comunicava com ela. Devido a experiências anteriores, escolhemos PostgreSQL para a nossa base de dados, e SQLAlchemy, para as nossas comunicações com o backend. A forma como o SQLalchemy funciona, é através de um módulo que a documentação chama de Engine. Esta, é responsável por ser o ponto inicial de todas as comunicações com a base de dados, que depois converte para um dialeto de SQL, em que o PostgreSQL está incluído [1].

1. engine = create\_engine(config.database, echo=False, future=True)

Nesta linha de código, estamos a criar o Engine mencionado anteriormente, que comunica com a base de dados através de *statements* SQL, que são instruções para operações com a base de dados em SQL.

Essencialmente tivemos de satisfazer quatro tipos de operação distintas, chamadas de CRUD (acrónimo para Create, Read, Update and Delete) [2]. Além das operações, tivemos de desenhar a base de dados para satisfazer todos os requisitos do nosso programa.

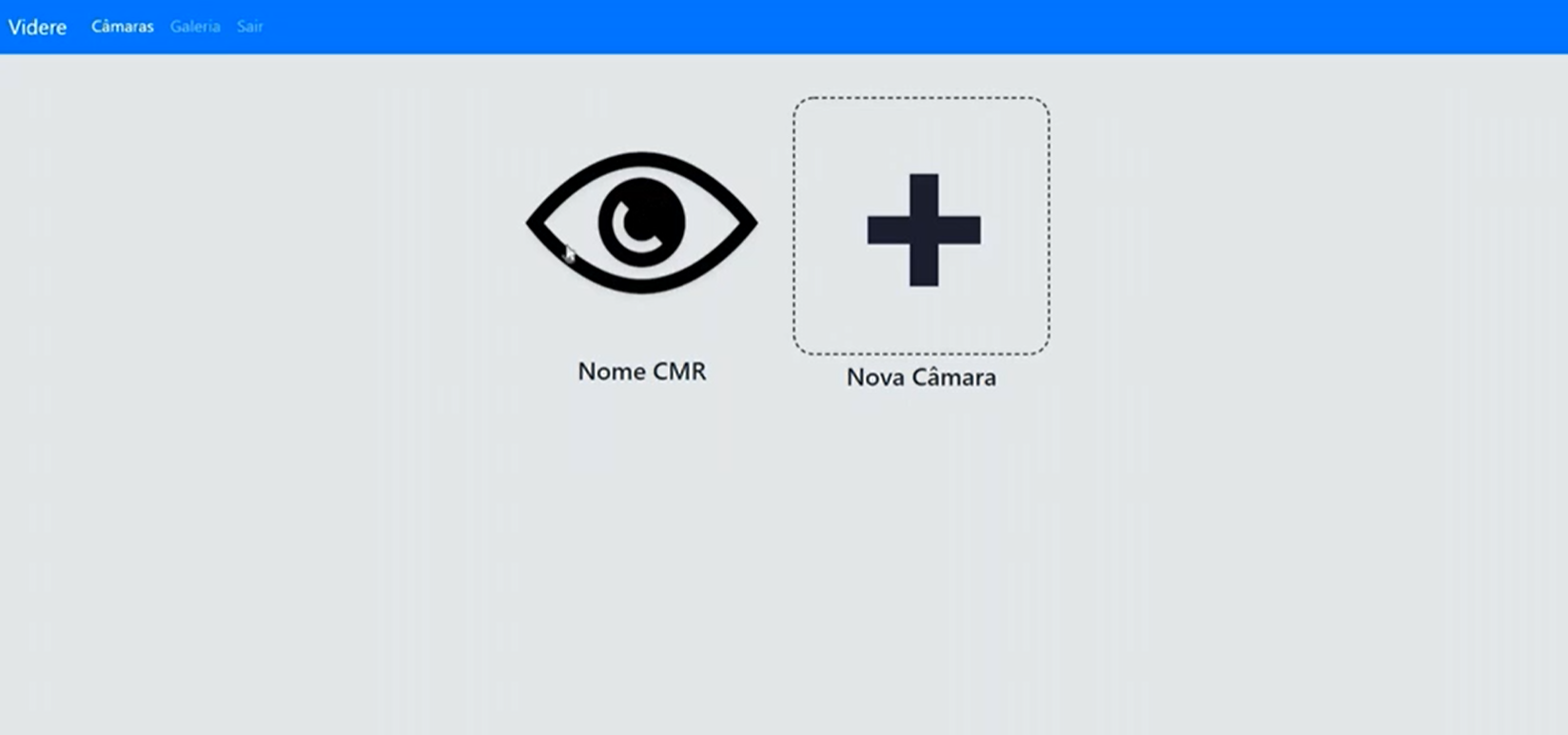
Ao fim de bastantes revisões, o desenho nosso final da base de dados pode ser visto no seguinte diagrama. Segue-se também uma explicação dos conteúdos de cada uma das tabelas.



Algumas destas tabelas são básicas de compreensão. A tabela utilizadores, obviamente, guarda cada utilizador e password. No entanto, é de realçar que estas passwords são guardadas encriptadas com o módulo bcrypt do Python. Usando o bcrypt, durante o registo do utilizador, o nosso programa faz encode, aplicando a função de hash a uma password. Durante a verificação do utilizador, ele verifica se na base de dados existe uma password encriptada igual à codificação do input do utilizador, com a função *checkpw* [3]*.* A tabela frames, outra tabela importante para o nosso objeto, guarda cada frame em que foi detetado objetos, com a sua respetiva timestamp. Relaciona com *objects\_found,* onde cada objeto detetado será relacionado com uma tabela *object*, que contém todos os objetos do nosso dataset. A mesma lógica é aplicada aos vídeos, que também tem *timestamp* e uma relação de objetos encontrados na tabela *objects\_video.* O motivo pelo qual estas tabelas são distintas trata-se que, na *objects\_found¸* dedicada a frames individuais, existem campos de coordenadas para as caixas se encontrarem, enquanto nos vídeos, o vídeo é renderizado já com as caixas a serem processadas pelo OpenCV, e não é necessário guardar as coordenadas na base de dados.

Por último, e possivelmente, mais importante, a tabela *stream\_urls*, contém todos os links com câmaras e streams disponíveis, organizadas por utilizador. É de realçar que os frames e os vídeos também têm uma relação com os utilizadores, para existir um sistema de conteúdo, separado por cada utilizador. Isto para impedir que os utilizadores tenham acesso a conteúdo de outros utilizadores.

Esta fase além de ter sido a mais demorosa e com mais tentativas e erros, foi também onde avançamos bastante na UI do nosso projeto. Outra opção importante desta fase, foi a implementação de um ficheiro de configuração (*config.py*) onde seria guardado todas as variáveis configuráveis de sistema do nosso projeto. O código foi otimizado, os bugs do Flask das sessões foram resolvidos, e estávamos prontos agora para mostrar todas as imagens e frames guardados na galeria do utilizador.



Uma imagem com texto, eletrónica

Descrição gerada automaticamente

## Quarta Fase

## Quinta Fase

# Conclusões (obrigatório)

Com muita objetividade, enuncie as grandes linhas analisadas.

Refira a grande conclusão do que executou.

Mencione se alguns objetivos não foram alcançados, e porquê.

Realce a importância das conclusões a que chegou, para o conhecimento em geral, mas também para o seu estudo em particular.

Incluir o texto aqui

# Trabalho futuro

Existe algum trabalho futuro que poderá ter de ser realizado. O primeiro ponto, é como já referido anteriormente no relatório algumas vezes, seria transitar o programa de máquina local para o Microsoft Azure. Tivemos bastantes dificuldades em trabalhar com o Azure, não tanto por causa de correr o programa em si lá, mas sim por causa das licenças que as nossas contas da UAL que fizeram que o plafond oferecido tivesse sido esgotado muito rapidamente, impedindo a continuação da realização do projeto na plataforma.

Este problema das contas no Azure foi registado em mais grupos para além do nosso, por isso, caso se decida realizar projetos com Azure nos próximos anos, a UAL e os parceiros, terão de investigar mais a fundo este problema que ocorreu, para evitar que haja complicações de novo por causa do Azure.

No nosso caso, por exemplo, o Azure beneficiaria o nosso programa com o suporte do mesmo e de GPUs dedicadas, onde o desempenho do funcionamento teria um aumento significativo, onde o passo a seguir seria tecnologia de reconhecimento de objetos e facial por GPUs.

Entre as nossas reuniões com a Leitek, o plano da empresa com o nosso programa, não será para comercialização para já e que pretende usar para áreas de Proteção Civil, como, por exemplo, detetar pessoas que estejam perdidas num incêndio. Caso a Leitek decida continuar a parceria com a UAL nos próximos anos e tenha planos para comercializar o produto, terá de haver algumas mudanças para estar pronto para o mercado.

Para começar, o site terá de obedecer às normas da União Europeia sobre o Regulamento Geral de Proteção de Dados, que após algumas questões que tivemos na reunião, não foi implementado. Esse será, de imediato, o primeiro ponto a ser feito caso venha a ser comercializado. O segundo ponto será, finalmente, o programa correr no Azure sem as restrições que ocorreram. Após este passo, sugere-se a ideia de expandir para mais plataformas o uso do programa da deteção de objetos, como uma aplicação para telemóveis iOS e Android onde o funcionamento todo no programa para estes dispositivos seja fornecido totalmente pelo Azure. E quem sabe até mesmo Smart TVs não possam vir a ter um dia o programa a correr no futuro, ainda que longínquo.

A ponto de curiosidade, os conceitos de Deep Learning e programas com foco em deteção de objetos, apresentam um potencial tremendo, que pode ser usado para o bem, como são os planos da Leitek, mas também podem ser usados para métodos mais duvidosos. Recentemente, a empresa chinesa Tencent, decidiu criar um programa de deteção facial de caras, para detetar se a pessoa é menor ou não. O objetivo do programa consiste em controlar o tempo que as crianças estão a jogar videojogos durante a noite, de forma mais precisa entre as 22 horas da noite e as 8 horas da manhã. Segundo a Tencent, o sistema de verificação facial vai ajudar a monitorizar jogadores e a detetar indivíduos que gastem “um espaço significativo de tempo” online à noite. O sistema fará que os menores de idade estejam limitados a 90 minutos de jogo à noite durante a semana e três horas aos fins de semana e feriados. O sistema já está a ser aplicado em, pelo menos, 60 jogos na China, com intenções de expandir para mais [1].

Isto demonstra que existe ainda várias maneiras de implementar algoritmos de deteção de objetos, que, provavelmente, não fazemos ainda sequer ideia de como inseri-la, que pode ser um benefício para todos, como pode não ser tanto assim e meter em perigo algumas liberdades do Homem. Sem dúvida, que será um assunto para discutir dentro de algumas décadas.

# Outros Índices (se for o caso - analíticos, remissivos, onomásticos)

(Opcional)

Analítico: sequência de títulos, pela ordem em que aparecem;

Remissivo: que remete para outro ponto, que faz referência – (Pode ser automatizado usando: REFERENCES > Index > Insert Index, no Word 2013);

Onomástico: relativo aos nomes próprios;

(in *Dicionário de Língua Portuguesa, 2004, Porto Editora*).

# 

# Bibliografia

Para a bibliografia, é fortemente recomendável usar as ferramentas integradas no Word 2013. Veja os anexos 03 a 05, sobre esta questão.

[1] <https://autonoma.pt/departamento/>, acedido a 10 de julho de 2021.

[2] “A Autónoma”, acedido por <https://autonoma.pt/a_autonoma/a-autonoma/> em 10 de julho de 2021.

[3] <https://grupoceu.pt/> , acedido a 10 de julho de 2021.

[4] “LEITEK INNOVATIVE SOLUTIONS”, acedido por <https://www.leitek.co/>, em 10 de julho de 2021.

[5] “QUEM SOMOS”, acedido por <https://www.leitek.co/leitek> , em 10 de julho de 2021.

[6] “Deep Learning. O que é e qual sua importância?”, acedido por <https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/deep-learning.html> , em 18 de maio de 2021.

[7] “OpenCV”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenCV> , em 18 de maio de 2021.

[8] <https://opencv.org/> , acedido em 18 de maio de 2021.

[9] “Microsoft Azure”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Azure> , em 18 de maio de 2021.

[10] “Produtos do Azure”, acedido por <https://azure.microsoft.com/pt-pt/services/> , em 18 de maio de 2021.

[11] “PostgreSQL”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL> , em 18 de maio de 2021.

[12] “Flask (web framework)”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/Flask_(web_framework)> , em 19 de maio de 2021.

[13] “Python (programming language)”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language)> , em 19 de maio de 2021.

[14] “SQLAlchemy”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/SQLAlchemy> , em 19 de maio de 2021.

[15] “The Python SQL Toolkit and Object Relational Mapper”, acedido por <https://www.sqlalchemy.org/> , em 19 de maio de 2021.

[16] “Machine leraning: o que é e para que serve?”, CCG – Centro de Computação Gráfica, 13 de dezembro de 2017, acedido por <https://www.ccg.pt/machine-learning-o-que-e/> , em 25 de maio de 2021.

[17] “CUDA”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/CUDA> , em 25 de maio de 2021.

[18] “YOLO: Real-Timr Object Detection”, acedido por <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> , em 25 de maio de 2021.

[19] Adriane Rosebrock, “YOLO and Tiny-YOLO object detection ont the Raspberry Pi and Movidius NCS”, pyimagesearch, 27 de Janeiro de 2020, acedido por <https://www.pyimagesearch.com/2020/01/27/yolo-and-tiny-yolo-object-detection-on-the-raspberry-pi-and-movidius-ncs/>, em 25 de maio de 2021.

[20] “Bootstrap (front-end framework), acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/Bootstrap_(front-end_framework)>, em 31 de maio de 2021.

[21] “HTML”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/HTML> em 1 de junho de 2021.

[22] “CSS”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/CSS>, em 1 de junho de 2021.

[23] “JavaScript”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript> , em 1 de junho de 2021.

[24] “Ubuntu”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/Ubuntu> , em 9 de julho de 2021.

[25] “TeamViewer”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/TeamViewer> , em 9 de julho de 2021.

[26] “TeamViewer for Windows”, acedido por <https://www.teamviewer.com/en/download/windows/>, em 9 de julho de 2021.

[27] “SQL”, acedido por <https://pt.wikipedia.org/wiki/SQL>, em 9 de julho de 2021.

[28] “Using NGC with Azure Setup Guide”, 20 de novembro de 2019, acedido por <https://docs.nvidia.com/ngc/ngc-azure-setup-guide/launching-gpu-cloud-instance-from-azure-portal.html> em 10 de julho de 2021.

[29] TheCodingBug, “Build and Install OpenCV With CUDA GPU Support on Windows 10 | OpenCV 4.5.1 | 2021”, 21 de janeiro de 2021, acedido por <https://www.youtube.com/watch?v=YsmhKar8oOc> em 11 de julho de 2021.

[30] raulqf, “Install\_OpenCV4\_CUDA11\_CUDNN8.md” , acedido por <https://gist.github.com/raulqf/f42c718a658cddc16f9df07ecc627be7> em 11 de julho de 2021.

[31] vivekpatani, “Makefile 160: recipe for target ‘all’ failed make: \*\*\* [all] Error 2”, 11 de novembro de 2016, GitHub, acedido por <https://github.com/opencv/opencv/issues/7652> em 11 de julho de 2021.

[32] nerdfever, “[WARN:0] terminating async callback”, 4 de maio de 2019, GitHub, acedido por <https://github.com/opencv/opencv-python/issues/198> em 11 de julho de 2021.

[33] Jerome Heath, “Midnight patrol: Tencent activates facial recognition system to prevent children gaming at night in China”, DOT ESPORTS, 6 de julho de 2021 às 9:17, Acedido por <https://dotesports.com/general/news/tencent-activates-facial-recognition-system> em 12 de julho de 2021.

[34] “Engine Configuration”, 28 de junho de 2021, SQLAlchemy, acedido por <https://docs.sqlalchemy.org/en/14/core/engines.html> em 12 de julho de 2021.

[35] “Create, read, update and delete”, acedido por <https://en.wikipedia.org/wiki/Create,_read,_update_and_delete> em 12 de julho de 2021.

[36]”Class BCrypt”, acedido por <https://docs.spring.io/spring-security/site/docs/current/api/org/springframework/security/crypto/bcrypt/BCrypt.html> em 12 de julho de 2021.

# Apêndices (opcional)

# Anexo 01 – Notas Prévias para a formatação

Pode incluir texto do seu trabalho aqui, depois de tirar o texto anexo, em azul.

1. Este documento é um auxiliar de formatação do seu trabalho de fim de um ciclo de estudos. Todas as notas a azul devem ser apagadas, e não podem constar no texto final.
2. No caso da capa, apague as notas a azul, mas mantenha a respetiva linha, para manter uma formação coerente entre todos os trabalhos feitos por todos os alunos da Universidade Autónoma de Lisboa Luís de Camões.
3. Estas notas estão baseadas no Regulamento Geral de Mestrados e Doutoramentos, Anexo I, (RGMD) que está disponível na página de internet da Autónoma:

https://autonoma-pt.exactdn.com/wp-content/uploads/Regulamento-Mestrados-e-Doutoramentos-1.pdf

e também no Anexo 03 deste documento.

1. Uma nota especial: com raríssimas exceções, o logo da UAL fica SEMPRE no canto superior direito da página!
2. As secções opcionais podem ser apagadas na totalidade, devendo também ser apagado o título da página. O índice será corrigido automaticamente, quando o atualizar.
3. Todos os trabalhos escolares da Universidade Autónoma são submetidos a verificações de originalidade, antes de serem aceites para apresentação pública.
4. Plágio é crime! É OBRIGATÓRIA A IDENTIFICAÇÃO DE TRABALHOS QUE PERTENCEM A OUTRO AUTOR / FONTE (mesmo que sejam do próprio autor). Não incorra em plágio (vulgo «copianço»). Menções e citações de outros trabalhos (seus ou de outro autor) têm de estar identificadas.
5. A identificação da autoria das citações é feita no próprio corpo do trabalho, caso use a Norma da APA, ou em nota de rodapé, se usar a NP 405.

- No texto: identificar o autor entre parêntesis curvos: (Apelido do Autor, ano da edição, número da(s) página(s));

- Em nota de rodapé: indicar o nome do autor, título da obra (em itálico), local de edição, data de edição, número da(s) página(s);

- O Word 2013 permite gerir (e simplificar muito) a formatação de todas citações, nos formatos APA ou IEEE, se estiver a usar REFERENCES > Citations & Bibliography. Veja o Anexo 02, para mais informações.

# Anexo 02 – Qual a maneira correta de preparar o seu trabalho?

**A sequência de trabalho correta, para usar este *template*, é:**

1. Criar **todo** o texto do trabalho (num documento não formatado) e a lista de toda a bibliografia;
2. Começar por criar toda a bibliografia, usando o Word 2013, neste *template*;
3. Escolher qual o tipo de formato pretendido: APA ou IEEE. O formato NP-405 não é diretamente suportado pelo Word 2013, pelo que a bibliografia e as citações deverão ser formatadas manualmente – ver Anexo 05 – RGMD – Bibliografia para orientação;
4. Inserir o texto (não formatado) neste *template*;
5. Formatar o documento, usando os diversos estilos inseridos neste *template*;
6. As citações são facilmente introduzidas no texto, se a bibliografia tiver sido previamente introduzida.

Recursos:

**APA - American Psychological Association**

APA: <https://www.apa.org/index>

APA Style Blog: <https://blog.apastyle.org/>

APA Academic Writer: <https://www.apa.org/support/academic-writer>

**IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers**

IEEE: [www.ieee.org](http://www.ieee.org)

IEEE Author Center: <https://ieeeauthorcenter.ieee.org/>

IEEE Templates:

<https://journals.ieeeauthorcenter.ieee.org/create-your-ieee-article/authoring-tools-and-templates/ieee-article-templates/>

# Anexo 03 - Normas do RGMD (extrato)

Pode incluir texto do seu trabalho aqui, depois de tirar o texto anexo

Do RGMD: «Normas para a Apresentação Escrita das Dissertações, Relatórios e Teses, Anexo 1:

1 — Adoção de um modelo único da folha de rosto com inserção do logótipo da UAL, designação da universidade, nome do departamento, denominação do doutoramento ou do mestrado, o título e o subtítulo da tese, da dissertação ou do relatório, o grau pretendido e a área de especialização, o(s) nome(s) do(s) orientador(es), e do candidato, o mês e o ano da apresentação.

2 — Inserção de um resumo analítico em português e a sua versão para o inglês (opcional numa terceira língua), não excedendo 500 palavras em cada uma das versões e acompanhado, no final, por quatro palavras--chave nas mesmas línguas, representativas do conteúdo.

3 — A ordenação da apresentação dos elementos do trabalho é a seguinte:

Capa (transparente)

Folha de Rosto

Dedicatória (opcional) numa só página

Agradecimentos (opcional) numa só página

Epígrafe(s) (opcional)

Resumo em português

Resumo em inglês

Resumo noutra língua (opcional)

Índice/Sumário — Enumeração das partes (secções ou capítulos, e subsecções) que compõem o trabalho, na mesma ordem e na mesma forma gráfica em que aparecem no texto, seguida das páginas de localização.

Caso haja mais de um volume, em cada volume deve figurar o Índice/Sumário completo do trabalho.

Lista de Quadros e de Gráficos (se for o caso, com indicação da página)

Lista de Fotografias ou de Ilustrações (se for o caso, com indicação da página)

Lista de Abreviaturas (se for o caso)

Lista de Siglas (se for o caso)

Glossário (se for o caso)

Corpo do trabalho (Introdução, Desenvolvimento e Conclusões)

Bibliografia

Apêndices

Anexos

Outros Índices (se for o caso) como analíticos, remissivos, onomásticos.

Contracapa (em branco)

4 — Regras para a impressão

Papel A4 branco com 80 gramas

Folha de rosto em cartolina branca com impressão a preto

Páginas de texto com impressão a preto apenas na frente, espaçamento em 1,5. Tamanho de letra: 12 *points* (para as citações longas, legendas das ilustrações, Quadros e Tabelas, usar o tamanho 10)

Tipo de letra: Times New Roman

Margens de 2.5 centímetros nos quatro lados

Numeração árabe na parte inferior da página, centrada, a partir da folha de rosto.

Cabeçalho/rodapé: não usar exceto para o número de página

Notas de rodapé com espaçamento de uma linha e tipo de letra de 10 *points*

Encadernação a cola».

# Anexo 04 – Bibliografia – Método automático

**A bibliografia deve ser preparada recorrendo às ferramentas incluídas no Word 2013.** Uma vez preparada uma ficha por cada referência bibliográfica, o editor de texto organiza e formata todos as componentes da bibliogafia, segundo as normas preferencialmente usadas na Autónoma:

- APA (American Psychological Association);

- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers);

- Norma NP-405-1 a NP 405-4. Esta norma não é diretamente suportada pelo Word 2013, pelo que a bibliografia e as citações deverão ser formatadas manualmente – ver Anexo 05 – RGMD – Bibliografia para orientação.

Deve informa-se junto do seu departamento, qual a norma de referenciação bibliográfica que deve usar na redação do seu trabalho académico.

Todas as citações feitas no texto deverão estar de acordo com a norma que lhe foi recomendada.

**Repetimos aqui a sequência de trabalho correta:**

- Criar todo o texto do trabalho (num documento não formatado) e a lista de toda a bibliografia;

- Criar toda a bibliografia, usando o Word 2013, neste *template*;

- Inserir o texto (não formatado) neste *template*.

- Formatar o documento, usando os diversos estilos inseridos neste *template.*

**Detalhando:**

- Criar todas as referências bibliográficas, usando REFERENCES > Manage Sources. Aqui são criados todos os campos de cada referência bibliográfica.

- Inserir a secção de bibliografia, no local pretendido, usando REFERENCES > Bibliography

- O estilo de bibliografia pode ser definido usando REFERENCES > Styles. Na UAL são usados preferencialmente os Estilos NP-405, APA ou IEEE. Qualquer que seja o estilo de documento pretendido, a bibliografia e as citações serão automaticamente representadas e atualizadas usando esse estilo (exceto NP-405, que não é suportado pelo Word 2013).

- As citações podem ser inseridas em qualquer local do texto, usando REFERENCES > Insert Citation. Se já criou as suas referências bibliográficas, basta clicar na respetiva entrada da lista que aparece por baixo de «Insert Citation».

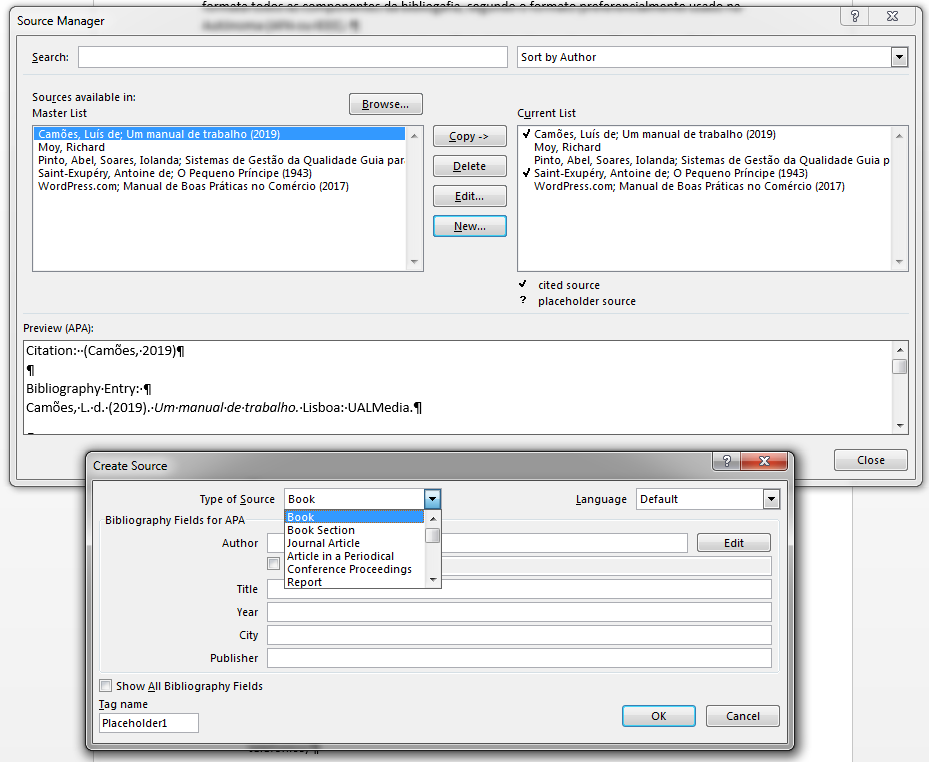
**Para criar as referências bibliográficas:**

- Em REFERENCES > Manage Sources, escolher «New». Aparece a janela «Create Source»;

- Selecionar o «Type of Source» adequado: Livro, artigo científico, etc. Os campos a preencher aparecem em conformidade.

- Preencher os campos: no caso de um livro, são, Autor, Título, Ano, Local, Editor.

- Clicar «OK», e a referência fica criada.



Não esquecer de atualizar periodicamente a bibliografia, clicando em cima da secção «Bibliografia», e fazendo «Update Citations and Bibliography».

Para mais detalhes, ver também:

Endereço APA:

<https://www.apastyle.org/learn/quick-guide-on-formatting>

Endereço IEEE

<https://journals.ieeeauthorcenter.ieee.org/create-your-ieee-article/authoring-tools-and-templates/ieee-article-templates/>

# Anexo 05 – Bibliografia - Descrição do RGMD

**Do RGMD: «Anexo I, nº 5 — Referências**

“5. Referências (que podem incluir todas as fontes: bibliográficas, documentais, arquivísticas, *online*, outras)

5.1. As referências organizam-se de acordo com Normas estabelecidas, cuja utilização atribui rigor aos textos académicos e científicos. A UAL aceita a utilização de uma das seguintes opções:

5.1.1. As Normas Portuguesas (NP 405-1 a NP 405-4) na área da informação e documentação, são adequadas à Norma Internacional ISO 690. Estabelecem regras para a normalização das referências de várias tipologias documentais:

NP 405-1:1994 - Documentos impressos (monografias, no todo ou em parte, artigos de publicações periódicas, normas e patentes entre outros).

NP 405-2:1998 - Material não livro (registos áudio e vídeo, fotografias, cartazes, gravuras, etc.)

NP 405-3:2000 - Documentos não publicados (literatura cinzenta, teses e dissertações, manuscritos, documentos administrativos, material cartográfico, etc.)

NP 405-4:2002 - Documentos eletrónicos (qualquer dos anteriores desde que seja eletrónico)

5.1.1.1 Este conjunto normativo prevê que o destaque para títulos de livros e de revistas será em *itálico* ou em **bold**, devendo eleger-se um que será usado em todo o documento.

5.1.1.2 Os exemplos dados adiante são modelos que devem complementar-se com recurso aos serviços da biblioteca.

5.1.2. As Normas da APA (American Psychological Association) são de uso obrigatório nos trabalhos na área científica da Psicologia, e de uso facultativo em todas as restantes áreas.

5.1.2.1 Em função da sua especificidade, consulte os serviços da Biblioteca e a versão das Normas da APA em vigor (6ª edição).

5.1.3. As Normas do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), são de uso facultativo nos trabalhos da área de Ciências e Tecnologias.

5.1.3.1 — Em função da sua especificidade devem ser consultados os serviços da Biblioteca e a versão das Normas do IEEE em vigor.

**Exemplos de referências bibliográficas de acordo com a NP 405-1**

**(documentos impressos)**

Livro/Monografia

APELIDO, Nome (repetir se houver mais do que um; a partir de três autores, ao primeiro apelido acrescentar apenas et al.) — Título: subtítulo. N.º de Edição (se houver mais do que uma). (Trad. de língua original de publicação, se for o caso). Local de publicação: Editor, ano de publicação. ISBN:

EXEMPLO:

DIJK, Teun A. van — Texto y Contexto: Semântica y Pragmática del Discurso. 2.ª ed. Madrid: Cátedra, 1984. ISBN 84-376-0219-X.

EXEMPLO:

ORDINE, Nuccio - A utilidade do inútil. Manifesto (trad. do italiano), Matosinhos: Faktoria K, 2016.

Capítulo de livro

APELIDO, Nome — “Título da parte ou do capítulo: complemento de título”. In APELIDO, e Nome do coordenador da obra completa — Título do livro. Local de publicação: Editor, ano de publicação. Vol., n.º, p. xx-xx. ISBN:

EXEMPLO:

LEDBETTER, Joe O. — “Prevention and control”. In LEDBETTER, Joe O. LEDBETTER - Air pollution. New York: Marcel Dekker, 1974. Vol. 2, p. 39-57. ISBN 0-8247-1406-7.

Artigo de periódico

APELIDO, Nome — “Título do artigo”. Nome da publicação periódica. Vol., n.º (data), p. xx-xx. ISSN:

EXEMPLO:

KEIRSTEAD, Carol — “Lowell looks for answers”. Equity and Choice. Vol. 3, n.º 2 (1987), p. 28-33. ISSN 0882-2863.

Dissertação/tese

APELIDO, Nome — Título. Local de apresentação, ano. Tese/Dissertação de Doutoramento/ Mestrado em (área científica), apresentada à Nome da Instituição de Ensino.

EXEMPLO:

SOUSA, Elisabeth Regina da Cruz — Agroindústria, competitividade e desenvolvimento regional. Salvador, 1998. Tese de Doutoramento em Administração, apresentada à Universidade Federal da Bahia.

Trabalhos publicados em atas de congressos/eventos científicos

APELIDO, Nome — “Título”. In Nome do evento científico, n.º do mesmo, local, data. Local de publicação: editor, data de publicação, p. xx-xx. ISBN:

EXEMPLO:

QUATREFAGES, René — “Conquête américaine et droit des gens”. In Congresso Internacional de História Militar, 24, Lisboa, 1998. Lisboa: Comissão Portuguesa de História Militar, 1999. p. 278-288. ISBN 972-98222-0-4.

**Exemplos de referências bibliográficas de acordo com a NP 405-4**

**(documentos eletrónicos)**

Livro/Monografia

APELIDO, Nome — Título [Em linha]. N.º de Edição (se houver mais do que uma). Local de edição: Editor, ano de edição. Disponível em: [Consult. em dia-mês-ano]. ISBN.

EXEMPLO:

OOLSON, Nancy B. [et al.] — Cataloging Internet resources [Em linha]. 2ª ed. Dublin: OCLC,1997, atual. 22-06-1999. Disponível em: <http://www.purl.org/oclc/cataloging-internet> [Consult. em 24-03-2001]. ISBN 1- 55653-236-9.

Capítulo de livro

APELIDO, Nome — “Título”. In APELIDO, Nome do coordenador/editor/organizador — Título da obra coletiva [Em linha]. Local de publicação: editor, data, p. xx-xx. Disponível em: [Consult. Em dia-mês-ano]. ISBN:

EXEMPLO:

FLINN, Peter — “HTML quick reference guide”. In FLINN, Peter — The World Wide Web handbook [Em linha]. Boston: International Thomson Computer Press, 1995. Disponível em: <http://www.thomson.com/itcp> [Consult. em 11-11-1997]. ISBN 1-850-32-205-8.

Artigo de periódico

APELIDO, Nome — Título do artigo. Nome da publicação periódica. [Em linha]. Vol., n.º, (mês/meses, ano), p. xx-xx. Disponível em: [Consult. em dia-mês-ano]. ISSN:

EXEMPLO:

PRICE-WILKIN, John — “Using the World Wide Web to deliver complex electronic documents: implications for libraries”. The Public Access Computer System Review [Em linha]. Vol. 5, n.º 3 (1994), p. 5-21. Disponível em: <http://www.lib.uh.edu> [Consult. em 28-04-1994]. ISSN 1048-6542.

Dissertação/tese

APELIDO, Nome — Título. Local de apresentação, ano. Tese/Dissertação de Doutoramento/ Mestrado em (área científica), apresentada à Nome da Instituição de Ensino. Disponível em: [Consult. em dia-mês-ano].

EXEMPLO:

PINTO, Carina Alexandra Garcia — O papel da estrutura morfológica nos processos de leitura de palavras. Lisboa, 2017. Tese de Doutoramento em Linguística, apresentada à Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/32145> [Consult. em 22-01-2018].

Trabalhos publicados em atas de congressos/eventos científicos

APELIDO, Nome — “Título”. In Nome do evento científico, n.º do mesmo, local, data. Local de publicação: Editor, data de publicação, p. xx-xx. Disponível em: [Consult. em dia-mês-ano]. ISBN:

EXEMPLO:

ESPÍRITO SANTO, Arnaldo do — “A mãe da eterna memória: leitura e reminiscência dos clássicos em Damião de Góis, referências diretas”. In Congresso Internacional Damião de Góis na Europa do Renascimento: Atas, 2003. Braga: Publicações da Faculdade de Filosofia, Universidade Católica Portuguesa, 2003, p. 349-363. Disponível em <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/33700> . [Consult. em 30-04-2018]. ISBN 972-697-170-5.

As entradas fazem-se pelo ÚLTIMO apelido, constituindo exceção os apelidos geográficos (p. ex. CASTELO BRANCO), os patronímicos (p. ex. PAIS JÚNIOR), religiosos (p. ex. ESPÍRITO SANTO), nomes compostos (p. ex. PRICE-WILKIN; nomes espanhóis que entram pelos dois últimos apelidos (p. ex. MARTIN GONZALEZ), ou chineses que entram diretamente (p. ex. MAO TSÉ-TUNG).

6. Citações

6.1 As citações são formas de referências a outros autores, que existem sob diversos géneros:

6.1.1. Citações diretas, quando transcrevem integralmente o texto de outrem, (ou *ipsis verbis*) obrigando ao uso de aspas (uniformemente as caídas « » ou as subidas “ ”) no início e no fim da citação, bem como à menção da página de onde se retirou a citação. Estas citações podem ser breves ou extensas. Sendo breves são incluídas no texto; sendo extensas, acima das dez linhas, devem ser destacadas do texto, com letra de tamanho 10

6.1.2 Citações indiretas, quando transcrevem o texto de outrem por palavras próprias, obrigando à menção da página de onde se retirou a ideia.

6.1.3 Citações de obras não consultadas pelo autor, quando o extrato ou a obra citados não foram vistos pelo autor e a citação é feita por intermédio de outro autor devem fazer‐se anteceder as citações de *Apud* (segundo, conforme) ou Cit. por (citado por).

6.2 As citações estão diretamente relacionadas com as Referências, e podem apresentar-se de duas formas, devendo eleger-se apenas uma para todo o documento:

6.2.1 No interior do texto, na chamada fórmula autor-data, em que se usa o apelido do autor, tal como aparece nas Referências, separado de vírgula entre a data do documento e o sinal de dois pontos para a menção à página, se for o caso: (PINTO, 2018:178) ou (PINTO, 2018, p. 178), esta última em consonância com as normas da APA.

6.2.2 Recorrendo a uma citação numérica - 1 - que remete para uma nota de rodapé, pode usar-se a mesma fórmula, autor-data, ou a citação completa: Apelido, Nome do autor – Título, nº da página: BORGES, Maria Manuel, – De Alexandria a Xanadu, p. 25.

6.2.2.1 Nas citações numéricas os números são sequenciais e cada citação tem um número diferente, recorrendo-se a *Idem* no caso de repetir a citação anterior e a *Ibidem* para uma terceira citação igual.

6.2.2.2 Caso as citações sejam em grande número podem aliviar-se as notas de rodapé recorrendo ao modelo: SUBTIL, *Op. cit*, pp. 16-17, indicando que aquele título já foi citado anteriormente.

6.3 Não obstante estas indicações, para uma melhor compreensão dos modelos e normas, devem procurar-se os serviços da Biblioteca. “

# Anexo 06 – Figura, tabelas e gráficos: legendas e respetiva tabela

## Lista de Tabelas (exemplo)

(Para criar legendas e a lista de tabelas, usar:

REFERENCES > Captions > Insert Table of Figures > General / Caption label: Tabelas)

[Tabela 1 – Tabela Simples (Word) 26](#_Toc3992273)

[Tabela 2 – Tabela simples (Excel) 26](#_Toc3992274)

[Tabela 3 – Tabela APA 26](#_Toc3992275)

[Tabela 4 – Tabela IEEE 27](#_Toc3992276)

Tabela 1 – Tabela Simples (Word)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Tabela 2 – Tabela simples (Excel)



Tabela 3 – Tabela APA

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tabela 1 | | | |
| *Systolic Blood Pressure Levels by Treatment Type* | | | |
| Treatment Type | *n* | *M (SD)* | 95% CI |
| Experimental Drug | 11 | 108.09 (12.13) | [99.94, 116.24] |
| Placebo | 8 | 117.75 (3.69) | [114.66, 120.84] |
| No Drug Control | 11 | 140.64 (20.79) | [126.67, 154.61] |
| *Note.* CI = confidence interval | | | |

Fonte desta tabela: <https://www.statisticssolutions.com/maintaining-apa-format-for-tables/>

(pode acrescentar mais linhas e/ou colunas)

Tabela 4 – Tabela IEEE

| Table Head | Table Column Head | | |
| --- | --- | --- | --- |
| Table column subhead | Subhead | Subhead |
| copy | More table copya |  |  |

(pode acrescentar mais linhas e / ou colunas)

## Lista de Figuras (exemplo)

(- Nota APA: Nas normas APA:

- o título das figuras e legenda também é específico. Todos os gráficos são entendidos igualmente como figuras;

- as figuras vêm a preto e branco

- Para criar legendas e a lista de figuras, usar:

REFERENCES > Captions > Insert Table of Figures > General / Caption label: Figuras)

[Figura 1 - Crisântemo 27](#_Toc3992277)

[Figura 2 – Medusa 28](#_Toc3992278)

[Figura 3 - Deserto 28](#_Toc3992279)

[Figura 4 - Farol 28](#_Toc3992280)



Figura 1 - Crisântemo

Fonte: Indicar, junto a cada fotografia, a sua fonte, ou o crédito ao seu autor.



Figura 2 – Medusa

Fonte: Indicar, junto a cada fotografia, a sua fonte, ou o crédito ao seu autor.

|  |  |
| --- | --- |
| Figura 3 - Deserto | Figura 4 - Farol |

Fonte: Indicar, junto a cada fotografia, a sua fonte, ou o crédito ao seu autor.

# Anexo 07 – Como inserir e referenciar equações

Para ajuda neste tema complexo:

<https://www.reading.ac.uk/web/files/its/Equations2013.pdf>

Nota APA: A APA também tem normas para referenciar números e valores estatísticos.

## Inserir Equações (exemplo)

As equações podem ser criadas no Word 2013 usando o separador

INSERT > Symbols > Equation or Symbol

Uma equação simples fica com o seguinte especto (clique em cima da fórmula para ver a sua caixa de formatação):

Para formatar as fórmulas no texto, vamos usar uma tabela para inserir a fórmula e a sua numeração. A fórmula é inserida na célula central, a numeração é inserida na célula à direita.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | *REFERENCES > Captions > Insert Captions > Equation* |

A numeração tem que ser inserida cada vez que criar uma nova fórmula.

As paredes da tabela são invisíveis … e ficam com o aspeto da fórmula seguinte (1):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | *Equation 1* |

Este formato («*Equation 1*») é o formato padrão do Word 2013 para equações.

Para converter para o formato IEEE («*(1)*»), é necessário fazer algumas manipulações:

Em References > Insert Caption > New Label; na caixa de diálogo «New Label», inserir « ( » (sem aspas), seguido de <Enter>, para validar;

A seguir, premir «espaço» e «)», para terminar a referência;

Premir <Enter>, para terminar todo o comando, e deve aparecer a nova numeração da equação.

Nota: se mudar o ficheiro para outro computador, é possível que tenha de repetir todo este processo, porque os novos formatos de referências de equações são guardados ao nível do Word, não ao nível do ficheiro.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Para referenciar a equação acima, use (1)

Pode inserir as fórmulas mais comuns, diretamente a partir de

INSERT > Symbols > Equation. Por exemplo, a série de Fourier …

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | ( 2 ) |

… notação lógica …

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | … | (3) |

… ou usando INSERT > Symbols > Equation > Insert New Equation, pode criar qualquer fórmula, como por exemplo a equação de Euler :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4) |

Se nos quisermos referir à equação anterior, podemos usar uma referência cruzada (4).

De <https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%27s_identity>:

*«[…] Euler's identity is often cited as an example of deep* [*mathematical beauty*](https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_beauty)*.*[*[3]*](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%27s_identity#cite_note-Gallagher2014-4) *Three of the basic* [*arithmetic*](https://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic) *operations occur exactly once each:* [*addition*](https://en.wikipedia.org/wiki/Addition)*,* [*multiplication*](https://en.wikipedia.org/wiki/Multiplication)*, and* [*exponentiation*](https://en.wikipedia.org/wiki/Exponentiation)*. The identity also links five fundamental* [*mathematical constants*](https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_constant)*:*[*[4]*](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%27s_identity#cite_note-5)

* *The* [*number 0*](https://en.wikipedia.org/wiki/0_(number))*.*
* *The* [*number 1*](https://en.wikipedia.org/wiki/1_(number))*.*
* *The* [*number π*](https://en.wikipedia.org/wiki/Pi) *(π = 3.141...).*
* *The* [*number e*](https://en.wikipedia.org/wiki/E_(mathematical_constant)) *(e = 2.718...), which occurs widely in* [*mathematical analysis*](https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_analysis)*.*
* *The* [*number i*](https://en.wikipedia.org/wiki/Imaginary_unit)*, the imaginary unit of the* [*complex numbers*](https://en.wikipedia.org/wiki/Complex_number)*.*

*[…]*

*A poll of readers conducted by* [*The Mathematical Intelligencer*](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Mathematical_Intelligencer) *in 1990 named Euler's identity as the "most beautiful theorem in mathematics".*[*[9]*](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%27s_identity#cite_note-10) *In another poll of readers that was conducted by* [*Physics World*](https://en.wikipedia.org/wiki/Physics_World) *in 2004, Euler's identity tied with* [*Maxwell's equations*](https://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell%27s_equations) *(of* [*electromagnetism*](https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetism)*) as the "greatest equation ever".*[*[10]*](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%27s_identity#cite_note-11)

*A study of the brains of sixteen mathematicians found that the* ***"emotional brain"*** *(specifically, the medial* [*orbitofrontal cortex*](https://en.wikipedia.org/wiki/Orbitofrontal_cortex)*, which lights up for beautiful music, poetry, pictures, etc.) lit up more consistently for Euler's identity than for any other formula.*[*[11]*](https://en.wikipedia.org/wiki/Euler%27s_identity#cite_note-12) *[…]»*

## Referenciar Equações (exemplo)

É importante referenciar corretamente as equações, a partir do texto. O processo é algo complexo, mas procuraremos simplificar.

Se nos quisermos referir à equação de Euler, anteriormente descrita, (4) usamos uma referência cruzada. Podemos referenciar a mesma equação em diversos pontos do texto.

Se quiser saltar para a respetiva equação, a partir de qualquer referência no texto, clique em cima da referência; quando ela estiver selecionada, Ctrl-Click leva-o para a equação referenciada.

Há 3 métodos de atualizar numeração de fórmulas, tabelas, figuras, etc.:

- Método 1: Cada vez que criar uma nova numeração de equações, todas as numerações de equações são atualizadas;

- Método 2: colocar o cursor em cima do n.º da equação, e clicar com o botão do lado direito do rato. No menu que aparece, clicar em «Update Field». Este método tem o inconveniente de ser necessário atualizar todas as equações, uma a uma;

- Método 3 (recomendado):

- Salvar todo o texto;

- Fazer «Control A», para selecionar todo o texto;

- Fazer F9, para atualizar sucessivamente todas as tabelas e referências. Usar sempre a opção «Update Entire Table»;

- Este método atualiza todas as referências das equações, mas **nem sempre** as respetivas referências cruzadas.

É sempre necessário confirmar se as referências cruzadas no texto apontam as respetivas fórmulas.

Se as referências estiverem incorretas, devem ser apagadas e referenciadas de novo. Isto acontece principalmente quando se copiam («copy-and-paste») e/ou inserem novas equações.

# Anexo 08 – Recomendações do IEEE para textos técnicos

**“ Referências para formatação de texto técnico, conforme as Normas do IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)[[1]](#footnote-1).**

* 1. *Introduction*

This template, modified in MS Word 2003 and saved as “Word 97-2003 & 6.0/95 – RTF” for the PC, provides authors with most of the formatting specifications needed for preparing electronic versions of their papers. […]

Please take note of the following items when proofreading spelling and grammar:

* 1. *Abbreviations and Acronyms*

Define abbreviations and acronyms the first time they are used in the text, even after they have been defined in the abstract. Abbreviations such as IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, and rms do not have to be defined. Do not use abbreviations in the title or heads unless they are unavoidable.

* 1. *Units*
* Use either SI (MKS) or CGS as primary units. (SI units are encouraged.) English units may be used as secondary units (in parentheses). An exception would be the use of English units as identifiers in trade, such as “3.5-inch disk drive”.
* Avoid combining SI and CGS units, such as current in amperes and magnetic field in oersteds. This often leads to confusion because equations do not balance dimensionally. If you must use mixed units, clearly state the units for each quantity that you use in an equation.
* Do not mix complete spellings and abbreviations of units: “Wb/m2” or “webers per square meter”, not “webers/m2”. Spell out units when they appear in text: “. . . a few henries”, not “. . . a few H”.
* Use a zero before decimal points: “0.25”, not “.25”. Use “cm3”, not “cc”. (bullet list)
  1. *Equations*

The equations are an exception to the prescribed specifications of this template. You will need to determine whether or not your equation should be typed using either the Times New Roman or the Symbol font (please no other font). To create multileveled equations, it may be necessary to treat the equation as a graphic and insert it into the text after your paper is styled.

Number equations consecutively. Equation numbers, within parentheses, are to position flush right, as in (1), using a right tab stop. To make your equations more compact, you may use the solidus ( / ), the exp function, or appropriate exponents. Italicize Roman symbols for quantities and variables, but not Greek symbols. Use a long dash rather than a hyphen for a minus sign. Punctuate equations with commas or periods when they are part of a sentence, as in

(1)

**Note that the equation is centred using a centre tab stop.** Be sure that the symbols in your equation have been defined before or immediately following the equation. Use “(1)”, not “Eq. (1)” or “equation (1)”, except at the beginning of a sentence: “Equation (1) is . . .”

* 1. *Some Common Mistakes*
* The word “data” is plural, not singular.
* The subscript for the permeability of vacuum *μ*0, and other common scientific constants, is zero with subscript formatting, not a lowercase letter “o”.
* In American English, commas, semi-/colons, periods, question and exclamation marks are located within quotation marks only when a complete thought or name is cited, such as a title or full quotation. When quotation marks are used, instead of a bold or italic typeface, to highlight a word or phrase, punctuation should appear outside of the quotation marks. A parenthetical phrase or statement at the end of a sentence is punctuated outside of the closing parenthesis (like this). (A parenthetical sentence is punctuated within the parentheses.)
* A graph within a graph is an “inset”, not an “insert”. The word alternatively is preferred to the word “alternately” (unless you really mean something that alternates).
* Do not use the word “essentially” to mean “approximately” or “effectively”.
* In your paper title, if the words “that uses” can accurately replace the word “using”, capitalize the “u”; if not, keep using lower-cased.
* Be aware of the different meanings of the homophones “affect” and “effect”, “complement” and “compliment”, “discreet” and “discrete”, “principal” and “principle”.
* Do not confuse “imply” and “infer”.
* The prefix “non” is not a word; it should be joined to the word it modifies, usually without a hyphen.
* There is no period after the “et” in the Latin abbreviation “et al.”.
* The abbreviation “i.e.” means “that is”, and the abbreviation “e.g.” means “for example”.

An excellent style manual for science writers is [7].

* 1. *References*

The template will number citations consecutively within brackets [1]. The sentence punctuation follows the bracket [2]. Refer simply to the reference number, as in [3]—do not use “Ref. [3]” or “reference [3]” except at the beginning of a sentence: “Reference [3] was the first . . .”

Number footnotes separately in superscripts. Place the actual footnote at the bottom of the column in which it was cited. Do not put footnotes in the reference list. Use letters for table footnotes.

Unless there are six authors or more give all authors' names; do not use “et al.”. Papers that have not been published, even if they have been submitted for publication, should be cited as “unpublished” [4]. Papers that have been accepted for publication should be cited as “in press” [5]. Capitalize only the first word in a paper title, except for proper nouns and element symbols.

For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation [6].

1. G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” Phil. Trans. Roy. Soc. London, vol. A247, pp. 529–551, April 1955. (references)
2. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
3. S. Jacobs and C. P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in Magnetism, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
4. K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.
5. R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” J. Name Stand. Abbrev., in press.
6. Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetics Japan, p. 301, 1982].
7. M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.”

# Anexo 09 – Formato APA - The Grammar of Mathematics

Pelo seu interesse, incluímos um artigo sobre o modo de definir variáveis matemáticas e estatísticas, para os trabalhos relacionados com as Ciências Sociais:

**The Grammar of Mathematics: Writing About Variables**

August 25, 2011

<https://blog.apastyle.org/apastyle/2011/08/the-grammar-of-mathematics-writing-about-variables.html>

[](https://blog.apastyle.org/.a/6a01157041f4e3970b015390fe44c8970b-pi) by Chelsea Lee

In the social sciences, the worlds of grammar and mathematics intersect, as authors must not only run statistical tests but also write about their results in a clear, consistent way. To help achieve that end, this post focuses on some of the grammar of mathematics: how to introduce and use statistical terms in text when you are reporting your results.

The sixth edition *Publication Manual* provides a listing of many mathematical variables and terms that commonly appear in APA Style papers (see Table 4.5 on pp. 119–123). The table below excerpts some of the most common statistics, showing their written-out and abbreviated forms in both the singular and the plural. Following that, we discuss the ins and outs of using them in an APA Style paper.

**Singular Versus Plural**

* The syntax of your sentence will dictate whether you need to use the singular or plural form of the variable.
* All plural abbreviated forms are made by adding a nonitalic lowercase “s.” Do not use an apostrophe plus an “s,” an italic “s,” or a capital “S.”
  + Correct: *p*s < .05; *M*s = 3.70 and 4.22; degrees of freedom.
  + Incorrect: *ps* < .05, *p’s* < .05; Ms= 3.70 and 4.22; Means = 3.70 and 4.22; degree’s of freedom.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Written-out form** | | **Abbreviation/symbol** | |
| Singular | Plural | Singular | Plural |
| Cohen’s *d* | Cohen’s *d*s | *d* | *d*s |
| degree of freedom | degrees of freedom | *df* | *df*s |
| *F* statistic or *F* value | *F* statistics or *F* values | *F* | *F*s |
| mean | means | *M* | *M*s |
| sample size (subsample) | sample sizes (subsample) | *n* | *n*s |
| sample size (full sample) | sample sizes (full sample) | *N* | *N*s |
| *p* value | *p* values | *p* | *p*s |
| *r* value | *r* values | *r* | *r*s |
| *R*2 value | *R*2 values | *R*2 | *R*2s |
| standard deviation | standard deviations | *SD* | *SD*s |
| standard error | standard errors | *SE* | *SE*s |
| *t* value | *t* values | *t* | *t*s |
| *z* score | *z* scores | *z* | *z*s |
| Cronbach’s alpha | Cronbach’s alphas | Cronbach’s α | Cronbach’s αs |
| beta | betas | β | βs |
| chi-square | chi-squares | χ2 | χ2s |
| delta | deltas | Δ | Δs |

**Written-Out Form Versus Abbreviated Form**

* Use the written-out form of the variable in prose; use the symbol in conjunction with all mathematical operators (such as the equals sign or the greater than/less than signs).
* As usual, use singular or plural as needed by the context.

**Italic Versus Nonitalic**

* Variables are italicized.
* Superscript numbers are not italicized (e.g., *R*2).
* Identifiers (which can be superscript or subscript words, letters, or numbers) are not italicized. For example, if *M*girls = 4.22 and *M*boys = 3.78, the symbol for mean is italicized, but the nonvariable identifiers (here identifying the two groups, “girls” and “boys”) are not italicized.

**An Example**

The means and standard deviations are reported in Table 1. We calculated Cronbach’s alpha as the reliability statistic and then ran a chi-square test. The read-aloud group (*M* = 4.55, *SD* = 0.65) and the read-silently group (*M* = 2.72, *SD* = 0.53) differed significantly on the test of reading comprehension, χ2(1, 50) = 4.25, *p* < .05. Boys and girls did not differ significantly (*M*girls = 4.22 and *M*boys = 3.78). The sample size for each testing group was 25, but several participants in each group (*n*s= 5 and 6, respectively) had missing data on the final question, and these were replaced with the participant’s mean score. This did not affect reliability (Cronbach’s α = .83).

Posted by Chelsea Lee at 02:34:09 PM in [Grammar and usage](https://blog.apastyle.org/apastyle/grammar-and-usage/), [Numbers and metrication](https://blog.apastyle.org/apastyle/numbers-and-metrication/), [Statistics](https://blog.apastyle.org/apastyle/statistics/)

**TrackBack**

TrackBack URL for this entry:  
<https://www.typepad.com/services/trackback/6a01157041f4e3970b015434d1f741970c>

1. Todo este anexo fui retirado de “Word 97-2003 & 6.0/95 – RTF”, do sítio

   <https://journals.ieeeauthorcenter.ieee.org/create-your-ieee-article/authoring-tools-and-templates/ieee-article-templates/> [↑](#footnote-ref-1)