

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL  
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

**SAD - Sistemas de Apoio à Decisão**  
Técnicas de Previsão, agrupamento, e optimização

Victor Lobo  
Ricardo Pinto Moura

4º ano dos cursos tradicionais da Escola Naval

1

**Programa (traços gerais)**

1. **Introdução** aos Sistemas de Apoio à Decisão
2. **Organização** de dados, **visualização** e representação
3. Técnicas de **agrupamento**
4. Técnicas de **previsão**
5. Pesquisa e **optimização**
6. Estudo de casos

Inteligência Artificial !  
Machine Learning !  
Big Data !

2

**Porque é que é importante para mim ?**

- Decidir **BEM**
  - Tarefa de qualquer oficial da Armada !
- Usar **dados históricos** para decidir melhor
- Usar tudo o que está ao nosso dispor
  - Infra-estruturas tecnológicas
  - Técnicas avançadas
- Compreender o mundo que nos rodeia !

3

**Porque é importante para a organização ?**

- Cada vez mais dados
  - Relatórios e dados de preenchimento manual
  - Dados colhidos automaticamente por sensores
- Cada vez mais capacidade
  - De armazenamento, e de processamento
- SAD:
  - são a "memória colectiva" que torna a organização o que ela é
  - Automatizam os procedimentos
  - Optimizam as decisões
  - Ajudam a prever o futuro

4

**O que é ? Exemplos ?**

■ No dia a dia...

SOLUCIONADOR DE PROBLEMAS

SEM PROBLEMAS

5

**O que é ? Exemplos ?**

- Sistema informático que armazena e organiza a informação, transformando-a em algo utilizável
  - Dados → Informação → Conhecimento
- Exemplos:
  - Sistema de "tracking" da Toyota
  - Sistema bancário de aconselhamento em tempo real
  - Sistema GIS do USMC
- Exemplos na nossa Marinha:
  - Projecto **Singrar** – Gestão da batalha interna
  - Projecto Mecpab – Previsão de avarias
  - Projecto BlueEye (**OVERSEE**) – CSM Conhecimento Situacional Marítimo

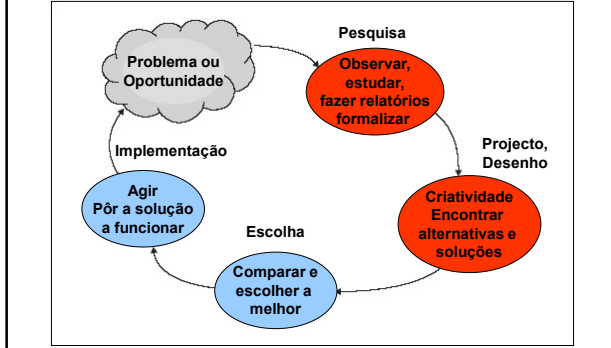
6

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL

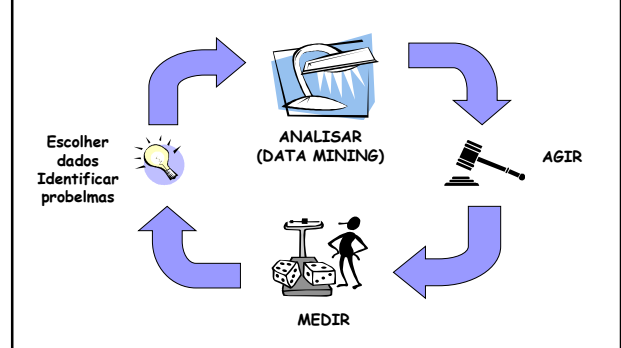
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

## Ciclos que nunca terminam...



7

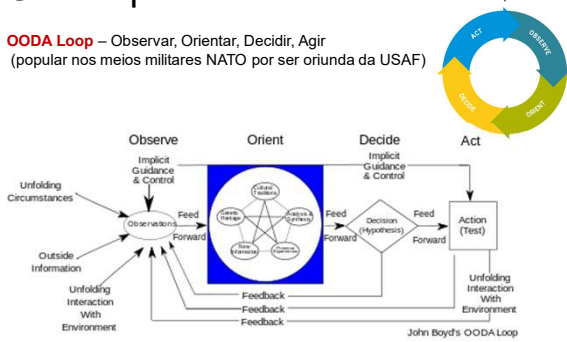
## Ciclos que nunca terminam... (Versão 2)



8

## Ciclos que nunca terminam... (Versão 3)

**OODA Loop** – Observar, Orientar, Decidir, Agir  
(popular nos meios militares NATO por ser oriunda da USAF)



9

## Bibliografia

- Livro de texto (não é seguido "à risca")
  - **Sistemas de Suporte à Decisão**, Bruno Cortes, FCA, 2005.
- Outros
  - **Data mining: practical machine learning tools and techniques**:(4<sup>th</sup>ed) Ian H. Witten, Eibe Frank, Mark A. Hall: Morgan Kaufmann, 2016
  - **Data Mining Concepts and Techniques**, Han et al., Elsevier 2012
  - **Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support** (10<sup>th</sup> Edition), Sharda, Delen and Turban, Prentice-Hall, 2014
  - Textos de apoio (no site)
  - Links e vídeos (no site)

10

## Bibliografia mais especializada

- **Machine Learning**, Tom M. Mitchell, McGraw Hill, 1997
- **Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2**, Raschka, Packt Pub., 2019
- **Principles of data mining**, David J. Hand, Heikki Mannila, Padhrick Smyth, MIT Press, 2001
- **Pattern Classification**, Duda, Hart, & Stork, Wiley, 2007
- **Decision Support Systems in the 21st Century**, George Marakas, Prentice-Hall, 2002.
- **Predictive data mining**, Sholom M. Weiss, Nitin Indurkha, Morgan Kaufmann, 1997
- **C4.5: Programs for Machine Learning**, John Ross Quinlan, Morgan Kaufmann, 1992
- **Implications of Modern Decision Science for Military Decision-Support Systems**, Paul K. Davis, Jonathan Kulick, Michael Egner, RAND Corporation, 2005



11

## Resolução de problemas práticos

- MS-Excel
- Orange
- MATLAB ou Delphi ou C# ou R ou WEKA ou PYTHON
- Alguns programas dedicados
- Opcionais
  - SAS Enterprise Miner, IBM Intelligent Miner, SAP BI

12

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL  
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

## Avaliação

- 1 Repetição escrita (marcar data agora: 28/06/2021)
  - 50% da nota
- Mini-testes (quiz) e 2 trabalhos de casa
  - 25% da nota (entrega: 23/03/2021, 23/04/2021)
- Projecto de SAD
  - 25% da nota (entrega: 21/06/2021)
- Caso haja exames finais, **estes terão uma componente prática**

13

## Mini-testes e trabalhos de casa

- Mini-testes – 5 minutos no fim das aulas
- Trabalhos de Casa
  - 2 trabalhos práticos
  - Grupos de 2 cadetes

14

## Horário de dúvidas e contactos

- Email: [vlobo@novaims.unl.pt](mailto:vlobo@novaims.unl.pt)  
[ricardo.pinto.moura@marinha.pt](mailto:ricardo.pinto.moura@marinha.pt)
- Dúvidas e apoio
  - 3ª Feira das 16:30 às 17:30 (Ricardo Moura)
  - 2ª Feira das 14:30 às 18:30 (Victor Lobo)
  - Por mail em qualquer altura
  - Sempre que estiver disponível ...
- Material de apoio
  - [www.novaims.unl.pt/docentes/vlobo](http://www.novaims.unl.pt/docentes/vlobo)
  - [mathfilesen.wordpress.com/blog/](http://mathfilesen.wordpress.com/blog/) ( saden )

15

## 1<sup>os</sup> trabalhos

- Mini-teste para confirmar conhecimentos e destreza em:
  - Matemática elementar, álgebra, cálculo integral e diferencial, investigação operacional, métodos numéricos, probabilidades e estatística
- 1º Trabalho de casa para entregar no início da 4ª semana de aulas efectivas (01/03/2021)
  - Propôr um trabalho de projecto de SAD. A proposta deverá ter no máximo uma página A4. Deve implicar análise de DADOS (ou seja é data-driven, ver adiante)

16

## Projecto de SAD

- Trabalho individual, ou grupos de 2
- Exemplos de trabalhos de análise de dados disponíveis na Marinha
  - Prever nº de acidentes nas praias
  - Encontrar trajectórias "suspeitas" em registos AIS
  - Escolher zonas de patrulha
  - Detectar objectos na água a partir de imagens aéreas
  - Separar ecos de minas de outros objectos
  - Escolher candidatos a pilotos de helicóptero
  - Decidir se é necessário substituir cabos

17

## Daqui a uns meses, devo...

- Compreender a importância dos Sistemas de Informação para a organização
- Compreender as potencialidades e limitações dos SAD
- Ser capaz de **formalizar correctamente** diversos problemas
- Ser capaz de **escolher a ferramenta adequada** a cada problema
- Perceber o funcionamento de **algumas técnicas**
  - Redes Neurais, indução Árvores de Decisão, Sistemas Periciais, Sistemas Difusos...
- Estar feliz por ter aprendido coisas novas !!!

18

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL  
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

## DÚVIDAS ?

Está tudo *clarinho* ?

19

## 1. Introdução aos Sistemas de Apoio à Decisão

- 1.1. Sistemas de Apoio à Decisão (SAD).
- 1.2. Processo de tomada de decisão.
- 1.3. Indicadores para tomada de decisão.
- 1.4. Tarefas comuns em SAD.

20

## 2. Organização de dados, visualização e representação

- 2.1. Organização de dados. **Datawarehouses**
- 2.2. **Visualização** de dados.
- 2.3. Geração de relatórios, e OLAP.
- 2.4. Sistemas difusos (**Fuzzy systems**).

21

## 3. Técnicas de agrupamento

- 3.1. Visão geral e métodos clássicos. Método das **k-médias**. Classificação hierárquica e **dendogramas**. Agrupamento determinístico vs exploratório
- 3.2. Mapas auto-organizados – **SOM**.
- 3.3. Descoberta de Afinidades (Market Basket Analysis).

22

## 4. Técnicas de previsão

- 4.1. Visão geral.  
**Teoria da decisão**. **Decisões ótimas Bayesianas**. Avaliação de desempenho, erros, conjuntos de treino/validação/teste. **Regressões lineares** e logísticas
- 4.2. Indução de **árvores de decisão**.
- 4.3. **Redes neuronais** para previsão.

23

## 5. Pesquisa e Optimização

- 5.1. Pesquisa de soluções e sistemas periciais.  
Vizinhos mais próximos. **Case Based Reasoning**. Sistemas Periciais baseados em **lógica**. Sistemas de forward chaining
- 5.2. Heurísticas de Optimização.  
**Algoritmos genéticos**. **Stochastic Hill-climbing**. **Simulated annealing**. **Tabu search**.
- 5.3. Algoritmos genéticos.

24

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL  
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

## 6. Estudo de casos

Diversos casos práticos de utilização de SAD

25

## Breve nota sobre “processo de melhoria contínua”

- Dos questionários:
  - ECTS – Explicação, Aulas de contacto, e Trabalho individual
    - razões de ser da presente situação e possíveis melhorias
  - Trabalhos práticos e preparação prévia
    - Trabalho individual é necessário
    - Interiorizar a matéria com trabalho individual
    - Aprender a trabalhar com as ferramentas necessárias

26

## Introdução aos Sistemas de Apoio à Decisão

27

## Origens



28

## Factores importantes para os SAD

- Quantidade de **dados disponíveis**
  - Dados operacionais, sensores de baixo custo
- **Poder de cálculo** e armazenamento de dados
- Sistemas computacionais de **baixo custo**
- Desenvolvimento científico e tecnológico
  - Inteligência Artificial e Aprendizagem Máquina (**Machine Learning**), e convergência com as técnicas mais clássicas da área da **estatística**, da **investigação operacional**, e do **reconhecimento de padrões**
- Software de **fácil utilização**
  - SAP, SAS, etc.

29

## O que se espera obter de um SAD ?

- **Informação** útil e relevante
  - Permite decisões informadas
- **Conselhos** sobre a acção correcta a tomar
  - Não substitui o decisor, aconselha-o. Identifica situações inesperadas. Optimiza as acções necessárias para um dado objectivo
- **Gestão** e acompanhamento das decisões
  - Possibilidade de agir e medir consequências
- Ferramentas para **trabalho em grupo**
  - Trabalho colaborativo e comunicação interna
- Armazenamento e gestão de **“conhecimento”**
  - Capacidade para superar as limitações humanas de processamento de informação. “Lembra” lições aprendidas
- Ferramentas para obter **vantagem competitiva**
  - Decidir melhor e mais depressa que a concorrência, detectar oportunidades e falhas

30

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL

V 2.0, V.Lobo, EN 2021

## Confusão na nomenclatura

- Sinónimos, "trademarks", "partes" de SAD, diferentes perspectivas, "buzzwords", ...
  - DSS – Decision Support Systems
  - BI – Business Intelligence
  - KMS - Knowledge Management Systems
  - EIS – Enterprise Information Systems
  - ERP – Enterprise Resource Planning
  - BA- Business Analytics
  - CRM – Customer Relation Management
  - Data Warehouse
  - Expert Systems
  - Intelligent Agents
  - Datamining
  - Groupware, GSS - Group Support Systems
  - SCM, EIP, OPAP, ERM, Etc, etc, etc, etc,

31

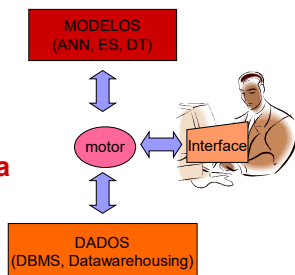
## Funcionalidades (não são todas mandatórias)

- **Recolha** de informação
- **Visualização** da informação
- Construção de **modelos**
- **Previsão** do futuro e **deteção** agrupamentos
- Resolução e **otimização** de problemas
- Suporte para decisões individuais ou em **grupo**
- Capacidade para lidar com problemas mal definidos e **pouco estruturados**
- Evolutivos, *i.e.*, capacidade para se adaptarem a novas situações...

32

## Componentes comuns

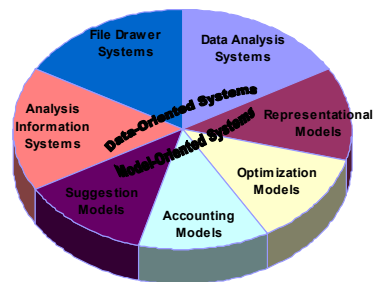
- Sistema de gestão de **dados**
- Sistema de gestão de **modelos**
- Motor de **inferência**
- **Interface** com o utilizador



33

## Outra visão dos Componentes

(esta em concreto segundo Alter)



34

## Tipos e ênfases dos SAD

- Centrados nos Dados *versus* Modelos
- Dedicados *versus* Generalistas
- Formais *versus* Ad Hoc
- Dirigidos (ou operativos) *versus* não-dirigidos (ou descritivos)
- Baseados na WEB

35

## Evolução histórica

- Sempre houve "suporte à decisão"
  - Decidir com *razão vs coração*
  - Mais informação → melhor decisão
- Origem do termo "Decision Support System"
  - Início dos anos 70 (Little, G. & S. Morton)
  - Usar modelos informáticos em gestão, produzindo software de fácil utilização
- Cada vez mais...amigáveis...potentes...abrangentes....
- Não há (nem pode haver...) o "SAD universal"

36

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL  
V 2.0, V.Lobo, EN 2021

## Diferentes perspectivas

- Teoria da decisão
  - O que é uma BOA decisão ?
- Engenharia e Informática
  - O que são as ferramentas que permitem uma BOA decisão ?
  - Como se fazem essas ferramentas ?
- Gestão
  - Como se usam essas ferramentas ?
- Como interpretar e usar um SAD ?
  - Compreender as ferramentas
  - Compreender o processo de tomada de decisão

37

## Objectivos nesta cadeira

- **Compreender a importância** que os SAD têm para as organizações, e o modo como se integram nessas mesmas organizações.
- Compreender o **tipo de tarefas** que é executado pelos SAD.
- Compreender os problemas associados ao **armazenamento**, tratamento, e disponibilização ou **visualização** de grandes volumes de dados.
- Conhecer e compreender as principais **técnicas de previsão**.
- Conhecer e compreender as principais **técnicas de agrupamento**.
- Conhecer e compreender as principais **técnicas de pesquisa e otimização heurística**.
- Reconhecer a técnica **mais adequada a cada problema**, aplicá-la, e **compreender os resultados**.

38

## Dominar algumas técnicas

- Particular ênfase
  - Decisões Bayesianas
  - Árvores de decisão
  - Redes Neurais (MLP & SOM)
  - Clustering
  - Algoritmos genéticos
  - Sistemas "Fuzzy"
- Visão mais geral
  - Outros aspectos

39

## Tarefas típicas (1 a 7)

- 1 - **Organização** dos dados
  - Recolha, "limpeza", normalização, armazenamento, dados heterogéneos...
- 2 - **Visualização**
  - Apresentar os dados, compreendê-los, ter "insights" sobre os dados, explorá-los
- 3 - **Representação** de conhecimento e incerteza
  - Dados->Informação->Conhecimento, ser "mais ou menos", ser "provável", etc.

40

## Tarefas típicas (1 a 7)

- 4 - **Previsão**
  - Estimadores estatísticos, regressões, redes neurais, árvores de decisão, sistemas periciais, "case based reasoning"
- 5 - **Agrupamento**
  - Clustering, detectar "outliers", detectar grupos de interesse
- 6 - **Pesquisa de soluções**
  - Encontrar uma solução possível. Heurísticas de busca, simuladores, GA, etc
- 7 - **Otimização**
  - Encontrar a melhor solução possível. Técnicas de IO, heurísticas, GA, SA, etc

41

## Software (pacotes comerciais genéricos)

- **Excel** e ferramentas Microsoft !
  - Resolve muitos problemas.
  - Teste de métodos para "poucos" dados
- **ORANGE**
  - Open Source
  - Bom interface visual
  - Grande variedade de ferramentas
  - Baseado em Python (e alguma coisa em C)
  - Download em <https://orange.biolab.si>
  - Ou <https://www.anaconda.com/> ...



orange  
DATA MINING  
FRUITFUL&FUN

42

# Introdução a Sistemas de Apoio à Decisão

4ºAno M, AN,FZ,EN-MEC,EN-AEL

V 2.0, V.Lobo, EN 2021

## Software (pacotes facilmente disponíveis)

- **WEKA**
  - Para Datamining e "Machine Learning"
  - "open source" em Java
  - Corre em muitos ambientes, bastante completo (v3)
  - <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>
- **Matlab** (ou Octave e SciLab que são GNU)
  - Toolboxes de NN, DT, GA, ML, etc
    - SOMTOOLBOX (som), NETLAB (machine learning)
  - [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com) (site comercial da mathworks)
  - <http://www.gnu.org/software/octave/>
  - <http://www.scilab.org/>
- **Python**
  - Várias bibliotecas populares
- **R**
  - Package estatístico com muito suporte para datamining
  - Parecido com Matlab (mas diferente)
  - <http://www.r-project.org/>

43

## Software (pacotes comerciais genéricos)

- **SPSS – Clementine**
  - Muito difundido nalgumas universidades
  - Versão de educação brevemente disponível
  - [www.spss.com](http://www.spss.com)
- **IBM - Intelligent Miner**
  - Tem uma versão para dowload gratuito
  - <http://www-306.ibm.com/software/data/iminer/>
- **SAP - Módulos de Business Intelligence**
  - Grande variedade de módulos
  - <http://www.sap.com/platform/netweaver/components/bi/index.epx>
- **SAS - Enterprise Miner**
  - Escalável para problemas "a sério"
  - Grande variedade de ferramentas. Pouca informação detalhada sobre métodos
  - Bom interface visual mas programação "pouco amigável"
  - [www.sas.com](http://www.sas.com) – Muita informação sobre aplicações
- Outros – "Statistica Neural Networks", SOM\_PAK, C4.5(original), SNNS, plug-ins para Excel, etc, etc, etc.

44

## Repositórios de dados

- **Repositório de Irvine** (UCI)
  - <https://archive.ics.uci.edu/ml/index.php>
  - Dados, software, artigos
  - Um clássico! Um "must" !
- **Repositório Kaggle**
  - [www.kaggle.com/datasets](http://www.kaggle.com/datasets)
  - Muito actual, muito activo
- **Repositório do IEEE**
  - IEEE Data Port
  - <https://iee-dataport.org/datasets>
- **Repositório para Cibersegurança**
  - ICSX: <http://www.iscx.ca/datasets/> (mas o KDD99 está disponível no UCI)

45

## Outros sites interessantes...

- **Decisionarium**
  - Software GNU, referências, etc
  - <http://www.decisionarium.tkk.fi>
- **DSS Resources**
  - Prof. Daniel Power, livros, referências, etc
  - <http://dssresources.com/>
- **Machine Learning Network**
  - [www.mlnet.org](http://www.mlnet.org)
  - Software, dados, conferências, projectos, etc.
- **Fabricantes de soluções "dedicadas"**
  - Para gestão de terrenos, para marketing, etc, etc

46