

Célia Natália Lemos Figueiredo

**Título da Dissertação**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia de Sistemas

Trabalho realizado sob a orientação de

Professor/a Doutor/a Ana Cristina Silva Braga

Professor/a Doutor/a José António Briote Mariz

Outubro de 2021 (na última linha da capa)

**DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

**Licença concedida aos utilizadores deste trabalho**

[pode ser usada uma das váriaslicenças Creative Commons, ou outra conforme **Despacho RT - 31 /2019 - Anexo 3; apresenta-se abaixo um exemplo**]

https://licensebuttons.net/l/by-nc-nd/3.0/88x31.png

**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações   
CC BY-NC-ND**

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

# Agradecimentos

Esta página é opcional para agradecimentos do autor podendo fazer referência a apoio financeiro, se aplicável.

Agradeço profundamente aos meus pais todo o apoio, confiança e pela oportunidade que me proporcionaram de prosseguir os meus estudos no ensino superior.

(Escolher uma das versões, consoante a língua de redação do trabalho)

**Despacho RT - 31 /2019 - Anexo 4**

**DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

**STATEMENT OF INTEGRITY**

I hereby declare having conducted this academic work with integrity. I confirm that I have not used plagiarism or any form of undue use of information or falsification of results along the process leading to its elaboration.

I further declare that I have fully acknowledged the Code of Ethical Conduct of the University of Minho.

**Título do Trabalho**

# Resumo

Na extensão máxima de uma página.

Palavras-Chave: 3 a 5 palavras, escritas por ordem alfabética

**Título do Trabalho**

# Abstract

Na extensão máxima de uma página.

Keywords: 3 a 5 palavras, escritas por ordem alfabética

Índice

[Agradecimentos iii](#_Toc61364862)

[Resumo v](#_Toc61364863)

[Abstract vi](#_Toc61364864)

[Lista de Abreviaturas e Siglas ix](#_Toc61364865)

[Lista de Figuras [se aplicável] x](#_Toc61364866)

[Lista de Tabelas xi](#_Toc61364867)

[1. Introdução 1](#_Toc61364868)

[1.1 Enquadramento 1](#_Toc61364869)

[1.2 Objetivos 2](#_Toc61364870)

[1.3 Metodologia 2](#_Toc61364871)

[1.4 Estrutura da dissertação 2](#_Toc61364872)

[2. Revisão da literatura 3](#_Toc61364873)

[2.1 Machine Learning 3](#_Toc61364874)

[2.1.1 História e Evolução 3](#_Toc61364875)

[2.1.2 Categorias 3](#_Toc61364876)

[2.1.3 Frameworks para construção de modelos de *Machine Learning* 3](#_Toc61364877)

[2.1.4 ML Python Packages 3](#_Toc61364878)

[2.1.5 Exploração de dados 3](#_Toc61364879)

[2.2 Delirium 3](#_Toc61364880)

[2.2.1 Definição 4](#_Toc61364881)

[2.2.2 Fatores predisponentes 4](#_Toc61364882)

[2.2.3 Fatores precipitantes 4](#_Toc61364883)

[2.2.4 Delirium devido a uma condição médica 5](#_Toc61364884)

[2.2.5 Clínica 6](#_Toc61364885)

[2.2.6 Subtipos clínicos de delirium 7](#_Toc61364886)

[2.2.7 Diagnóstico 7](#_Toc61364887)

[2.2.8 Critérios de diagnóstico 8](#_Toc61364888)

[2.2.9 Prognóstico 9](#_Toc61364889)

[3. Apresentação do caso de estudo 10](#_Toc61364890)

[4. Modelação 11](#_Toc61364891)

[5. Conclusões 12](#_Toc61364892)

[Bibliografia 13](#_Toc61364893)

[Apêndice I – Título do Apêndice 14](#_Toc61364894)

[Anexo I – Título do Anexo 15](#_Toc61364895)

# Lista de Abreviaturas e Siglas

AA –

BB –

CC –

DD –

SU – Serviço de urgência

# Lista de Figuras [se aplicável]

[Figura 1: Título da Figura [colocar figura acima da legenda] 1](#_Toc34679716)

# Lista de Tabelas

[Tabela 1: Título da Tabela [colocar tabela abaixo da legenda] 1](#_Toc34679723)

# Introdução

A.

O trabalho deve ser organizado em frente e verso, em continuo (sem páginas em branco), com margens de 2,5cm, usando a fonte NewsGotT (**esta fonte deve ser instalada no pc**) e uma dimensão de 12, para a letra do texto, e de 8, para a letra das notas de rodapé (caso se aplique).

O espaçamento entre linhas deve ser de 1.5, salvo nas referências bibliográficas e anexos onde pode ser considerado um espaçamento entre linhas de 1.

## Enquadramento

O *delirium* é uma síndrome neuropsiquiátrica aguda, caracterizada por um transtorno agudo da atenção e cognição (Salluh et al., 2015). É uma entidade muito prevalente, sobretudo na população idosa internada (American Psychiatric Association, 2013) e em ambientes de terapia intensiva (Wilson et al., 2020). Apesar de grave e potencialmente fatal, esta doença é frequentemente subdiagnosticada e negligenciada (Salluh et al., 2015; Van Eijk et al., 2009), relacionando-se com maiores taxas de morbi-mortalidade e aumento do tempo de internamento (Inouye, Westendorp, & Saczynski, 2014; Michaud et al., 2007). Tal facto leva a questionar investigadores e profissionais de saúde se com base nas ferramentas já existentes será possível utilizar a técnica de *machine learning* para a deteção precoce do *delirium* com base em dados de saúde disponíveis eletronicamente (Wong et al., 2018). Deste modo, face às ferramentas existentes, pretende-se desenvolver uma aplicação, acessível aos profissionais de saúde, que determine o risco de desenvolvimento de *delirium* de um paciente no contexto do Serviço de Urgência (SU). Esta ferramenta procurará facilitar o diagnóstico de *delirium* para os profissionais de saúde e, consequentemente, melhorar a qualidade de vida do paciente.

A.

Tabela 1: Título da Tabela [colocar tabela abaixo da legenda]

Figura 1: Título da Figura [colocar figura acima da legenda]

## Objetivos

Este projeto de dissertação tem como principal objetivo o desenvolvimento de uma aplicação informática que auxiliará os profissionais de saúde no diagnóstico de *delirium* em contexto de SU. Inerentemente serão estudados algoritmos de *machine learning* que melhor se adequem a este tema e selecionados os que produzam melhores resultados. Além disso, será necessário modelar e validar modelos de predição para a deteção do diagnóstico de *delirium* utilizando como base os métodos de diagnóstico utilizados em SU e fatores fisiológicos do paciente. Por conseguinte, será necessária uma fase de exploração, análise e tratamento de dados, sendo necessário estudar as variáveis mais relevantes assim como efetuar estudos estatísticos que permitam selecionar os melhores algoritmos de *machine learning*. Na fase de implementação dos modelos de *machine learning* é necessário conceber, treinar e montar uma aplicação que seja intuitiva e de uso rápido e fácil. Por fim, é esperado que no final do projeto seja desenvolvida uma aplicação funcional, com recurso a algoritmos estatísticos, capaz de diagnosticar antecipadamente o *delirium* em pacientes internados. Desta forma, pretende-se que esta ferramenta facilite o diagnóstico desta doença e consequentemente melhore a qualidade de vida dos pacientes.

## Metodologia

CRISP-DM

## Estrutura da dissertação

# Revisão da literatura

A.

Neste capítulo é apresentada uma revisão dos principais temas e conceitos utilizados neste projeto de dissertação tais como:

## Machine Learning

A Aprendizagem Automática é uma área de investigação que utiliza conceitos de inteligência artificial e

estatística. É uma disciplina extensa usando diversos métodos de aprendizagem, como por exemplo as

redes neuronais, e, tendo como pontos de aplicação a robótica, entre outras.

Aprendizagem Automática considera métodos e os respetivos programas de software para extrair conhecimento útil (padrões, modelos, relações) de grandes bases de dados que frequentemente contem informação caótica e redundante. A maior utilidade e impacto do conhecimento extraído a partir de dados e eventos históricos é na previsão de eventos e alterações similares no futuro.

### História e Evolução

[preferencialmente, utilizar apenas até este nível de subsecção]

### Categorias

### Frameworks para construção de modelos de *Machine Learning*

### Metodologia

Semma vs crisp-dm

### ML Python Packages

### Exploração de dados

## Delirium

A.

### Definição

O DSM-5 define o *delirium* como uma síndrome caracterizada por uma perturbação do nível de consciência com défice de atenção e distúrbio da cognição ou perceção, ocorridos num curto período de tempo.

### Fatores predisponentes

No contexto de internamento hospitalar, pode-se afirmar, de uma forma genérica, que os fatores predisponentes correspondem aos fatores presentes à admissão e, os fatores precipitantes, aos fatores instalados durante o internamento.[7, 43] A proporção de pacientes que desenvolve delirium é diretamente proporcional ao número de fatores de risco presentes à admissão.[2]

Os principais fatores predisponentes, identificados de forma consistente em todas as populações de doentes, são a idade avançada, a pluripatologia e o défice cognitivo, particularmente a demência grave.[6, 7, 15]

### Fatores precipitantes

Os fatores precipitantes (insultos agudos) são aqueles que acionam os mecanismos fisiopatológicos do delirium.[2, 33] Os vários fatores precipitantes têm uma contribuição diferente consoante as populações de doentes.[5, 15, 32] As causas mais comuns no idoso incluem fármacos, infeções e alterações laboratoriais, seguidos de eventos cardiovasculares, traumatismos e iatrogenia, sobretudo cirurgia.[2, 5, 33-35]

### Delirium devido a uma condição médica

Sistémica

As infeções, sobretudo infeção urinária e pneumonia mas também septicémia, são, a par dos efeitos colaterais dos fármacos, das causas mais frequentemente reportadas de delirium.[7,32,36]

A própria febre pode causar delirium, designadamente por infeções virais ou mesmo causas não infeciosas.[52] Traumatismo, choque e doença grave com falência orgânica são outros fatores sistémicos potencialmente implicados.[5, 7, 32, 38]

As causas mais comuns de delirium nos pacientes oncológicos são alterações metabólicas como hipercalcémia (devido a metástases ósseas) e hipoglicémia, desidratação, insuficiência hepática ou renal, mais do que por metastização cerebral.[21, 36]

Neurológica

A maioria das causas de *delirium* encontra-se fora do SNC, devendo estas ser primeiramente investigadas na ausência de suspeição clínica nesse sentido.[46] Porém, a afeção do SNC é, como se percebe, uma causa importante de *delirium*, quer seja por traumatismo, infeção, AVC, hemorragia, neoplasia ou epilepsia.[7] Confusão mental ou *delirium* podem ocorrer como uma consequência não específica de qualquer AVC, desaparecendo geralmente dentro de 24 a 48 horas.[54] Confusão mental ou *delirium* mais prolongados podem ocorrer em AVCs hemorrágicos ou, no caso dos AVCs isquémicos, sobretudo no território da artéria cerebral posterior no hemisfério não dominante, afetando estruturas relacionadas com a atenção e consciência, frequentemente associados a perda de campo visual e agitação.[5]

Vascular

Múltiplas causas vasculares podem causar *delirium* (tabela 5), com ou sem afeção neurológica direta.[7]

A anemia, insuficiência cardíaca congestiva (ICC), arritmias cardíacas e choque podem causar *delirium* pois constituem fundamentalmente estados de hipoperfusão.[10] As vasculites com envolvimento cerebral são uma causa vascular mais rara, mas igualmente passível de afetar o SNC e causar *delirium*.[5]

Iatrogénica

O delirium pós-cirúrgico tem uma incidência que varia de 5% a 15%[25-27] e tem geralmente origem multifactorial.[26]

A fratura da anca associa-se a um risco particularmente elevado de *delirium* devido a múltiplos fatores, desde o traumatismo associado à lesão, a necessidade de internamento e cirurgia urgentes, à dor e perda de função associadas.[26]

### Clínica

As manifestações clínicas diagnósticas chave de *delirium* são, por definição (DSM-5), perturbação da consciência, com défice de atenção, e da cognição ou perceção, desenvolvidas num curto período de tempo, com curso flutuante.[7]

A alteração do nível de consciência, com défice de atenção, é a característica essencial, mais consistente, do *delirium*.[4] O paciente manifesta dificuldade em dirigir, focar, manter e desviar a atenção: apresenta dificuldade em manter um diálogo ou cumprir ordens, distraindo-se facilmente com estímulos pouco revelantes, levando à necessidade de repetição de perguntas aquando da entrevista médica, e não raramente, persevera com respostas em relação às perguntas já realizadas.[16]

Para além das manifestações clínicas diagnósticas chave de *delirium*, podem ocorrer outras alterações do estado mental, que muito embora frequentes e típicas, não são necessárias ao diagnóstico.[14] Alterações adicionais incluem perturbação do ciclo sono-vigília, alteração psicomotora (hipoactividade ou hiperactividade), inadequação do comportamento (até agressividade) e distúrbios emocionais (ansiedade, labilidade emocional).[4, 7, 11]

O comportamento psicomotor varia entre o aumento e a diminuição da atividade motora.[14] A diminuição da atividade psicomotora consiste em lentificação motora e letargia,[58] aproximando-se do estupor, caso em que em que há adicionalmente défice de resposta aos estímulos.[14] Manifestações do aumento da atividade psicomotora incluem inquietação, agitação, irritabilidade, atos como afastar as roupas de cama numa tentativa de fuga quando tal não é seguro ou é inoportuno, ou, raramente, agressividade.[58]

### Subtipos clínicos de delirium

De acordo com a predominância dos sintomas acima descritos, o episódio de delirium pode ser classificado em: hiperactivo (caracterizado por hipervigilância, inquietação, agitação, sintomas psicóticos); hipoactivo (caracterizado por lentificação, apatia, sonolência excessiva) ou misto (com características de ambos os subtipos anteriores).[4, 7, 14]

### Diagnóstico

O *delirium* é um quadro agudo, grave, que necessita de um diagnóstico rápido, devendo ser encarado como uma emergência médica.[4, 7] Com efeito, esta síndrome correlaciona-se com um prognóstico mais adverso, e pode ter como causa um problema médico grave potencialmente reversível.[1, 9] Evidências indicam que o diagnóstico precoce e abordagem adequada, ao permitirem a prevenção das potenciais complicações, estão associados a uma redução das taxas de morbi-mortalidade associadas ao *delirium*.[2, 7]

No entanto, o *delirium* é consistentemente subdiagnosticado e/ou negligenciado na prática clínica.[3, 4, 6-8, 13-15] As razões incluem a não consideração desta condição clínica ou das suas consequências, uma atitude preconceituosa de expectar um estado confusional nos idosos, a falta de conhecimento das características clínicas do delirium, a falta de avaliação cognitiva formal como rotina, o curso flutuante, a sobreposição com demência ou a obtenção de informações inadequadas em relação ao nível de cognição e funcional prévios do doente.[2]

O diagnóstico de *delirium* exige, para além do conhecimento da patologia, uma observação clínica perspicaz.[7] Trata-se de um diagnóstico eminentemente clínico, através de uma história clínica e exame objetivo dirigidos e completos, complementados com uma avaliação cognitiva formal perante a suspeita de alteração cognitiva, e em caso positivo, a confirmação do diagnóstico de *delirium* através de um instrumento de diagnóstico validado.[10, 12]

### Critérios de diagnóstico

Tendo em vista as altas taxas de resultados adversos e mortalidade, qualquer suspeita ou incerteza (incluindo pacientes com letargia ou incapazes de completar uma entrevista) deve ser abordada como *delirium*, até prova em contrário.[4, 7]

O instrumento diagnóstico melhor estudado e mais amplamente utilizado é o Confusion Assessment Method (CAM). Apresenta uma sensibilidade de 43 a 90% e uma especificidade de 84 a 100%.[7, 12]

O CAM encontra-se validado para a língua portuguesa,[57] bem como adaptado para uso em UCIs (CAM-ICU, devendo esta versão ser preferida igualmente em pacientes cirúrgicos[19]), serviços de urgência e lares de idosos.[7]

É uma ferramenta simples, projetada a partir dos critérios do DSM-III-R[4] para facilitar o diagnóstico de *delirium* por profissionais não especializados em psiquiatria,[4] sendo recomendado treino para uma utilização ótima.[7, 14]

Outros instrumentos foram desenvolvidos para melhorar as taxas de deteção de delirium e/ou para determinar a sua intensidade.[14] Os instrumentos melhor validados e mais utilizados para avaliação da gravidade do *delirium* são o Delirium Rating Scale-R-98 (DRS-R-98) e o Memorial Delirium Assessment

Scale (MDAS).[7, 31, 63]

Estudos indicam que o CAM e CAM-ICU são os dois melhores instrumentos diagnósticos de *delirium* atualmente disponíveis.[2]

### Prognóstico

O *delirium*, engloba por definição um conjunto de sintomas mais vasto que a confusão mental,[16] sendo por isso um indicador prognóstico mais sensível, para além de se poder aplicar a um conjunto mais amplo de patologias ou condições.[45, 47, 54]

O *delirium* pode efetivamente progredir para estupor, coma, convulsões ou morte, particularmente se a causa subjacente permanecer sem tratamento.[16]

# Apresentação do caso de estudo

A.

# Modelação

A.

# Conclusões

A.

O *delirium* é uma síndrome grave, muito prevalente no ambiente hospitalar, tendo como causa uma patologia ou condição clínica potencialmente reversível, mas altamente subdiagnosticada e negligenciada.

Os idosos são o grupo etário mais afetado, devendo ser alvo de rastreio do risco de *delirium* para permitir ações preventivas. Fatores de risco importantes incluem, sobretudo, a demência, mas também pluripatologia e outros fatores incluídos em modelos preditivos.

Mesmo na presença de sintomas associados ao *delirium* que direcionem o diagnóstico a uma patologia específica, o *delirium* implica uma abordagem especial, mais não-farmacológica do que farmacológica, tanto dirigida como global, tanto terapêutica como preventiva, dada a sua etiologia multifatorial.

# Bibliografia

[utilizar preferencialmente uma aplicação de gestão de referências bibliográficas, e.g., mendeley]

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders - DSM-5*. *Pediatria Integral* (fifth, Vol. 17).

Inouye, S. K., Westendorp, R. G. J., & Saczynski, J. S. (2014). Delirium in elderly people. *The Lancet*, *383*(9920), 911–922. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60688-1

Michaud, L., Büla, C., Berney, A., Camus, V., Voellinger, R., Stiefel, F., & Burnand, B. (2007). Delirium: Guidelines for general hospitals. *Journal of Psychosomatic Research*, *62*(3), 371–383. https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2006.10.004

Salluh, J. I. F., Wang, H., Schneider, E. B., Nagaraja, N., Yenokyan, G., Damluji, A., … Stevens, R. D. (2015). Outcome of delirium in critically ill patients: Systematic review and meta-analysis. *BMJ (Online)*, *350*, 1–10. https://doi.org/10.1136/bmj.h2538

Van Eijk, M. M. J., Van Marum, R. J., Klijn, I. A. M., De Wit, N., Kesecioglu, J., & Slooter, A. J. C. (2009). Comparison of delirium assessment tools in a mixed intensive care unit. *Critical Care Medicine*, *37*(6), 1881–1885. https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181a00118

Wilson, J. E., Mart, M. F., Cunningham, C., Shehabi, Y., Girard, T. D., MacLullich, A. M. J., … Ely, E. W. (2020). Delirium. *Nature Reviews Disease Primers*, *6*(1). https://doi.org/10.1038/s41572-020-00223-4

Wong, A., Young, A. T., Liang, A. S., Gonzales, R., Douglas, V. C., & Hadley, D. (2018). Development and Validation of an Electronic Health Record-Based Machine Learning Model to Estimate Delirium Risk in Newly Hospitalized Patients Without Known Cognitive Impairment. *JAMA Network Open*, *1*(4), e181018. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.1018

# Apêndice I – Título do Apêndice

# Anexo I – Título do Anexo