

10 - 4 | 2022

Aplicações de Business Intelligence na Saúde - Áreas da Gestão e Clínica

*Business Intelligence Applications in Health - Management and
Clinical Areas*

Filipe Madeira | João Madeira

Versão eletrónica

URL: <https://revistas.rcaap.pt/uiips/> ISSN: 2182-9608

Data de publicação: 30-12-2022 Páginas: 10

Editor

Revista UI_IPSantarém

Referência eletrónica

Madeira, F.; Madeira, J. (2022). Aplicações de Business Intelligence na Saúde - Áreas da Gestão e Clínica. *Revista da UI_IPSantarém. Edição Temática: Ciências Exatas e da Engenharia*. Número Especial: Conferência Internacional em Transformação Digital: Cooperação Internacional, multiculturalidade, trabalho colaborativo e ambientes inclusivos, sustentáveis e resilientes. 10(4), 86-95. <https://doi.org/10.25746/ruiips.v10.i4.29103>

APLICAÇÕES DE BUSINESS INTELLIGENCE NA SAÚDE - ÁREAS DA GESTÃO E CLÍNICA

Business Intelligence Applications in Health - Management and Clinical Areas

Filipe Madeira

Centro de Investigação em Artes e Comunicação Pólo de Literacia Digital e Inclusão Social,
Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

filipe.madeira@esg.ipsantarem.pt | ORCID 0000-0002-2227-7006 | Ciência ID DE1F-7FEE-FBA5

João Madeira

Portugal

joaofilipeqmadeira@gmail.com | ORCID 0000-0002-9557-3164 | Ciência ID 1011-243F-6550

RESUMO

Este artigo faz uma revisão integrativa do estado da arte da aplicação de soluções de Business Intelligence nos cuidados de saúde, quer na prestação destes, quer na gestão das instituições de saúde. Com esse efeito, uma pesquisa de artigos científicos, publicados entre 2018 e 2022, sobre a associação “*Business Intelligence*” e “*Saúde*” foi realizada na b-On, com análise de 26 artigos, 16 relativos à prestação de cuidados, 11 associados a gestão. Da análise destes, verificou-se uma elevada miríade de áreas clínicas, como a cardiologia, a neurologia, radiologia ou patologia, e de gestão intervencionadas, desde a gestão de exames, recursos humanos ou análise de *performance*, demonstrando as elevadas potencialidades deste tipo de soluções no sector da saúde.

Palavras-chave: Tecnologia de Informação em Saúde; Business Intelligence; Saúde; Cuidados de Saúde

ABSTRACT

This article makes an integrative review of the state of the art in the application of Business Intelligence solutions in health care, both in the provision of care and in the management of healthcare institutions. To this end, a survey of scientific articles, published between 2018 and 2022, relating the terms of “*Business Intelligence*” and “*Health*” was carried out at b-On, with a result of 26 articles, 16 related to the provision of care and 11 associated with management. These showed the prevalence of solutions in a high number of clinical areas, such as cardiology, neurology, radiology, or pathology, and of management, from the scheduling of exams, human resources management or performance analysis, demonstrating the high potential of this type of solutions in the healthcare sector.

Keywords: Health Information Technologies; Business Intelligence; Health; Healthcare

1 INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) estão, desde a sua introdução nos idos anos 60, indelevelmente associadas aos cuidados de saúde. Hoje praticamente qualquer ato clínico envolve as TIC, desde o registo clínico, à prescrição e gestão de medicação e outros tratamentos, portabilidade dos dados individuais de saúde, realização de análises e outros exames clínicos, entre muitas outras funções (Teixeira et al., 2021). Igualmente importante é a presença das TIC na administração das instituições de saúde, desde a fracturação ou gestão dos recursos humanos, mas cada vez mais em áreas mais avançadas, como a utilização de *Big Data* na previsão de necessidades (p.e. reforço de meios atendendo a risco de clusters de doenças, ou otimização na compra de equipamento e medicação) ou auditoria e gestão de risco (Mettler & Vimarlund, 2009).

O sector da saúde representa um substancial investimento na maioria dos países. Na União Europeia, os Estados-membros gastam em média 10.9% do seu PIB neste sector (*Healthcare Expenditure Statistics, 2022*), sendo expectável que este número cresça ainda mais nos próximos anos. De facto, estima-se que em 2050, os gastos em saúde mundiais atinjam os 15 mil milhões de dólares, sendo que nos países desenvolvidos o gasto chegará aos 13.1% do PIB (Chang et al., 2019).

Atualmente, estima-se que cerca de 30% de todos os dados produzidos no mundo sejam derivados do sector da saúde (Suter-Crazzolara, 2018). Segundo Gaardboe et al. (2017) existe uma tendência crescente para as organizações procurarem orientar os seus processos recorrendo aos dados (*data-driven*), usando soluções avançadas que integram tecnologias como a Inteligência Artificial (IA), Big Data ou Blockchain.

O glossário de tecnologias da Gartner (*Definition of Analytics and Business Intelligence (ABI) - Gartner Information Technology Glossary, n.d.*), define *Business Intelligence* (BI) como o conjunto de aplicações, infraestruturas, ferramentas e práticas que permitem as organizações aceder e analisar informação com o objetivo de melhorar e otimizar decisões e a sua *performance*. No caso específico da saúde, soluções de BI têm o potencial de melhorar a qualidade, eficiência e efetividade dos sistemas de saúde (Mettler & Vimarlund, 2009), representando ganhos significativos para as instituições, melhores cuidados de saúde para os doentes e diminuição dos riscos para os profissionais.

Ainda assim, o sector da saúde tem-se mostrado resistente à digitalização (Manyika et al., 2019). À complexidade de implementação e formação de profissionais (Gaardboe et al., 2022), os custos iniciais elevados num sistema que, normalmente, se debate com subfinanciamento crónico, e até questões culturais, como a desconfiança dos pacientes por decisões baseadas em estatísticas ou algoritmos (artificiais) vs. discernimento clínico (humano) (Longoni, et. al, 2020), têm contribuído para uma disseminação lenta deste tipo de soluções digitais no sector.

O ano de 2020 acelerou, porém, esta transformação. A emergência da COVID-19 resultou na necessidade de uma rápida mudança de paradigma, quer nas políticas governamentais, quer nos próprios processos e sistemas de saúde (Fernandez et al., 2020). A título ilustrativo, estima-se que, em França, o número de teleconsultas tenha decuplicado durante a pandemia. Prevê-se que, em três anos, o mercado de telemedicina aumente o seu valor dos atuais 80.5 mil milhões de dólares para 218.5 mil milhões. Mais, a utilização de dispositivos suportados na IoT (*Internet of Things*) deverá crescer em 16.6 mil milhões nos próximos 10 anos (*The Rise of Digital Health Technologies During the Pandemic | Think Tank | European Parliament, 2021*).

Atendendo a estes exemplos paradigmáticos, será importante uma caracterização sistemática sobre a utilização destas novas TIC baseadas em dados nos vários sectores, e particularmente num tão importante como o da saúde. Assim sendo, procurou-se fazer uma revisão integrativa inicial do estado da arte sobre a implementação de BI no sector da saúde, tentando-se distinguir igualmente entre as aplicações focadas na gestão e as soluções direcionadas à prestação de cuidados clínicos.

2 MÉTODOS

Como metodologia, inicialmente realizou-se uma pesquisa na plataforma b-On, motor de busca português que indexa várias bases de dados e revistas científicas (entre as quais, p.e., se destacam Elsevier, Springer, Wiley e Web of Science, entre outras). Foram estabelecidos como termos de pesquisa “*business intelligence*” AND (“*healthcare*” OR “*health*” OR “*saúde*”), publicados entre 01 de janeiro de 2018 e 15 de dezembro de 2022. A pesquisa foi limitada somente a artigos científicos *peer-reviewed*. Extraíram-se todas as referências relevantes.

Foram excluídos duplicados, artigos indisponíveis ou cujos sumários não estavam disponíveis, e referências que não reportavam a artigos científicos *peer-reviewed*.

De seguida, os sumários de todos os artigos obtidos foram lidos pelos investigadores, aplicando-se os critérios de inclusão (quadro 1). Os artigos que respeitavam os referidos critérios foram extraídos e lidos na totalidade. Nesses, em alguns casos, foram identificados artigos que não cumpriam os critérios de inclusão, sendo por isso eliminados.

Quadro 1.

Critérios de inclusão

Critérios de Inclusão
<ol style="list-style-type: none">1. Refere-se à aplicação de soluções¹ de <i>Business Intelligence</i> na saúde, em pelo menos um dos seguintes domínios:<ol style="list-style-type: none">a. Prestação ou melhoria de cuidados clínicos em humanos;b. Gestão de instituições de saúde.2. Está escrito em inglês ou português.
<p>¹ Exclui artigos que descrevem somente possíveis <i>frameworks</i>, sem qualquer nível de implementação.</p>

De seguida, foram extraídos dados qualitativos relevantes de cada artigo, nomeadamente qual a área de aplicação, o ano de implementação, o nível de desenvolvimento, e alguns dados técnicos, como a ferramenta de BI em que as soluções estavam ancoradas. Dada a quantidade elevada de possibilidades dentro de cada uma destas categorias, optou-se por realizar a análise de forma iterativa, fazendo uma extração dos dados com agrupamento em categorias à *posteriori*.

Os dados agrupados foram depois analisados e agrupados, sendo apresentados na secção seguinte.

3 RESULTADOS

Inicialmente, foram extraídas 231 referências, que, após eliminação de duplicados resultaram em 138 artigos. Após a leitura dos sumários, obtiveram-se 19 artigos relativos a soluções de BI relacionados com a prestação de cuidados de saúde, 11 associados a gestão de instituições de saúde, e 2 relativos a plataformas mistas. Após a leitura, 6 artigos relacionados com saúde foram eliminados por não cumprirem os critérios de inclusão (p.e. apresentavam *frameworks* ou eram respeitantes a monitorização de doenças animais/cuidados veterinários), e na área de gestão verificou-se que 4 não cumpriam os critérios da inclusão (não sendo, a título ilustrativo, do sector da saúde ou não sendo soluções de BI).

No que concerne a **áreas temáticas da saúde**, os artigos apresentaram uma grande diversidade de áreas clínicas, sistematizadas na tabela 1.

Tabela 1

Artigos relacionados com a área Clínica

Área clínica/Especialidade	Número de Artigos	Artigo(s)
Doenças cardiovasculares	1	Pasanisi e Paiano (2018)
Doenças Neurodegenerativas	1	Piri (2020)
Radiologia	1	Andrade e Blomberg (2022)
Oncologia	1	Basile et al. (2021)
Obstetrícia	1	Abreu et al. (2022)
COVID	2	Mekahlia et al. (2022); Ovchinnikov et al. (2021)
Resistência antimicrobiana	1	Rezaei-hachesu et al. (2018)
Cuidados gerais	2	Cruz et al. (2021); Esteves et al. (2019b)
Outras áreas	5	Degen et al. (2020); Schulz et al. (2020); Ye et al. (2019); Villar et al. (2018); Varsha et al. (2018)

Dentro das áreas, os objetivos das ferramentas apresentavam, tendencialmente um foco muito estreito. Para ilustrar, Basile et al. (2021) descreveram uma solução para definir o tratamento mais eficaz (em termos clínico, associando à economia) de doentes com neoplasia da mama BRCA positivos; Piri (2020) definiu uma metodologia para, com recursos a dados de doentes com doença de Parkinson diagnosticada, utilizar preditores em *screening* de novos pacientes; ou Andrade & Blomberg (2022), que definiram uma metodologia para, usando os dados de todos os pacientes submetidos a tomografia computadorizada (focando na abdominal), melhorar os critérios para utilização de contraste iodado, auxiliando a decisão clínica e contendo os custos nesta unidade.

No caso das outras áreas clínicas, um dos artigos (Degen et al., 2020) referiu a implementação de ferramentas de BI nos sistemas de monitorização de qualidade de laboratórios de patologia clínica, procurando evitar-se erros clínicos (p.e. erros na etiquetagem ou na identificação de doentes). Schulz et al. (2020) utilizou dados dos pacientes e a duração estimada da sua estadia na unidade de cuidados pós-anestésicos (após cirurgias), para estimar a duração da estadia de futuros pacientes. Ainda para ilustrar a amplitude de possibilidades destas ferramentas, destaca-se o caso de Ye et al. (2019) que, através da utilização de alguns dados clínicos, indicadores de *performance* e opiniões subjetivas de pacientes criaram uma ferramenta para orientar estes últimos na escolha dos seus profissionais de saúde.

No que respeita à **área da gestão**, onde a diversidade de ferramentas também se mostrou elevada, os resultados podem ser visualizados na seguinte tabela (2):

Tabela 2

Artigos relacionados com a área da Gestão

Área da Gestão	Número de Artigos	Artigo(s)
Controlo financeiro	3	Silva et al. (2022); Azevedo et al. (2022); Bréant et al. (2020)
Otimização de processos: cirurgias, internamentos, consultas externas, urgências	3	Pestana et al. (2020) Esteves et al. (2019a) Bréant et al. (2020)
Otimização de processos: Exames complementares de diagnóstico (tempos de espera, mais requisitados, tempo de execução/resposta)	1	Oliveira et al. (2022)
Qualidade e segurança nos serviços prestados; gestão de recursos humanos; eficiência	1	Bréant et al. (2020)
Otimização de processos: Planeamento, gestão e avaliação na Gestão de Unidades de Saúde	1	Torres et al. (2021)

O estudo de Silva et al. (2022) teve como objetivo compreender os impactos da inserção do BI na gestão de custos de uma rede de clínicas populares de Fortaleza, Brasil. Através de um *dashboard* foram analisados diversos indicadores, atualizados quase em tempo real, tais como metas de vendas, total de vendas realizadas e número de atendimentos.

Torres et al. (2021), estudou a aplicabilidade e as potencialidades no uso de ferramentas de BI na monitorização de indicadores de processos de avaliação das ações de gestão de uma unidade de Cuidados Primários no Rio de Janeiro, Brasil.

O artigo de Azevedo et al. (2022) descreve o desenvolvimento de raiz de uma solução de BI, incluindo desde os requisitos, ao desenho dos modelos de *Data Warehouse (DW)* usados, até aos relatórios e *dashboards*. O foco foi a análise dos custos e das receitas, considerando múltiplos anos, no Centro Hospitalar Universitário do Porto, Portugal.

No trabalho de Pestana et al. (2020) foi adotada a metodologia *Design Science Research (DSR)* para o desenho e implementação de *dashboards* para aplicar na área da saúde, em particular nos processos de gestão de cirurgias, internamentos, consultas externas e urgências. Foram referidos como benefícios dos *dashboards* a otimização de processos, a melhoria do acesso à informação, maior desempenho e conhecimento.

Também aplicado em Portugal, o estudo de Oliveira et al. (2022) propõe a monitorização dos pedidos de exames de diagnóstico de saúde complementares (laboratoriais ou de radiologia), através de indicadores que acompanham o registo do pedido e a sua execução.

O trabalho de Esteves et al. (2019a) descreve o desenvolvimento de uma aplicação Web que emite alertas aos pacientes com base em seis indicadores clínicos de BI, criados com os dados armazenados nos sistemas de informação de uma instituição de saúde portuguesa. Foi utilizada a

metodologia DSR. Foram propostos indicadores clínicos BI para as "Marcações", "Cirurgias" e "Exames médicos".

O artigo de Bréant et al. (2020), descrevendo um trabalho realizado nos Hospitais Universitários de Genebra, analisou a implementação de várias ferramentas analíticas por médicos e pessoal administrativo. Os indicadores abrangeram diversas áreas, tais como a qualidade dos cuidados e segurança, os cuidados primários e secundários, a excelência, os cuidados com o paciente, a gestão dos recursos humanos, finanças e agilidade).

No que concerne às ferramentas de suporte de BI, a mais prevalente é o Power BI® da Microsoft, utilizada em 7 soluções (Abreu et al., 2022; Cruz et al., 2021; Degen et al., 2020; Esteves et al., 2019b; Ovchinnikov et al., 2021; Torres et al., 2021; e Rezaei-hachesu et al., 2018), seguida da Pentaho® (Mekahlia et al., 2022; e Villar et al., 2018) e Qlik® (Bréant et al., 2020; Schulz et al., 2020). Menos usadas foram as soluções Tableau® (Varsha et al., 2018), ou Risk for Excel® (Basile et al., 2021), apenas descritas uma vez.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Globalmente, parece haver uma tendência crescente de aposta nas ferramentas de BI de forma transversal nas áreas de saúde, quer clínicas, quer relacionadas com tarefas administrativas ou de gestão de pessoas e processos.

Na componente da saúde esta grande variabilidade é inversamente proporcional à profundidade de abrangência (*scopus*), com ferramentas destinadas a cuidados muito específicos dentro de uma determinada área (p.e. Piri, 2020 usando uma grande quantidade de dados para criar uma ferramenta de *screening* individual da doença de Parkinson). A grande maioria das ferramentas, foi criada com um objetivo limitado, ainda que escalável.

No caso da área de gestão, o foco parece um pouco mais lato, ainda que a abrangência esteja delimitada principalmente à parte financeira ou relacionadas com processos. Simultaneamente, no desenvolvimento das soluções, há um grande foco em indicadores e *dashboards*, em detrimento de, p.e., analítica avançada ou modelos preditivos.

Dos artigos obtidos, uma parte significativa remetia para soluções implementadas ou testadas em Portugal. Ainda que Portugal seja reconhecido como um país com um elevado nível de implementação de TIC em saúde, este número de artigos provavelmente justificar-se-á, também, com a limitação da plataforma de pesquisa à b-On e à utilização de critérios de pesquisa (em alternativa) que incluía o português.

Verificou-se também que, na sua maioria, as ferramentas resultavam de colaborações entre as instituições e a Academia, com a apresentação de parceiros do sector privado. Este facto poderá resultar da ligação elevada que existe entre as Faculdades de Medicina e institutos de investigação associados e os Hospitais Universitários, que facilitam este regime experimental, como da menor apetência que o sector privado apresentará em divulgar a estrutura e mecanismos por detrás das suas soluções comerciais. Em artigos académicos/científicos.

Este último facto poderá igualmente justificar o baixo número de artigo globalmente encontrado, e a inexistência de uma diferença significativa entre o período pré- e pós-pandemia, ainda que tenha havido um substancial investimento em TIC entre os dois momentos.

5 CONCLUSÃO

Ainda que não estejam disseminadas as aplicações de ferramentas de *Business Intelligence* em todas as áreas da saúde, os exemplos descritos neste artigo demonstram a enorme potencialidade que estes tipos de soluções poderão representar no futuro. A inovação tecnológica na área da saúde, acelerada pela pandemia COVID-19, é uma realidade cada vez mais premente, sendo que o presente artigo reforça não só a existência de soluções que já vão para além do *proof of concept*,

como representam indelevelmente uma melhoria dos cuidados clínicos e um aumento significativo global dos sistemas de saúde.

Como principais limitações, identifica-se a metodologia simplificada e o uso restrito da plataforma b-On para extração dos dados, que poderá ter limitado o número de artigos relevantes; e a delimitação das línguas a português e inglês, que poderá ter influenciado negativamente os resultados, principalmente atendendo ao elevado número de organizações de saúde altamente inovadoras noutros países, como são as de origem germânica ou francesa.

Como objetivo futuro, seria interessante alargar a metodologia e realizar uma meta-análise, considerando um período temporal mais abrangente e consultando um maior número de plataformas, e igualmente avaliar não só revistas científicas (ou académicas).

6 REFERÊNCIAS

- Abreu, J., Guimarães, T., Abelha, A., & Santos, M. F. (2022). Business Analytics Components for Public Health Institution - Clinical Decision Area. *Procedia Computer Science*, 198, 335–340. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.250>
- Andrade, J. R. M., & Blomberg, L. C. (2022). Business intelligence applied to the consumption of iodinated contrast agents in computed tomography scans. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-022-01814-9>
- Azevedo, J., Duarte, J., & Santos, M. F. (2022). Implementing a business intelligence cost accounting solution in a healthcare setting. *Procedia Computer Science*, 198, 329–334. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.249>
- Basile, L. J., Carbonara, N., Pellegrino, R., & Panniello, U. (2022). Business intelligence in the healthcare industry: The utilization of a data-driven approach to support clinical decision making. *Technovation*, 102482. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102482>
- Bréant, C., Succi, L., Cotten, M., Grimaud, S., Iavindrasana, J., Kindstrand, M., Mauvais, F., & Rorive-Feytmans, B. (2020). Tools to measure, monitor, and analyse the performance of the Geneva university hospitals (HUG). *Supply Chain Forum: An International Journal*, 21(2), 117–131. <https://doi.org/10.1080/16258312.2020.1780634>
- Chang, A. Y., Cowling, K., Micah, A. E., Chapin, A., Chen, C. S., Ikilezi, G., Sadat, N., Tsakalos, G., Wu, J., Younker, T., Zhao, Y., Zlavog, B. S., Abbafati, C., Ahmed, A. E., Alam, K., Alipour, V., Aljunid, S. M., Almalki, M. J., Alvis-Guzman, N., Dieleman, J. L. (2019). Past, present, and future of global health financing: a review of development assistance, government, out-of-pocket, and other private spending on health for 195 countries, 1995–2050. *The Lancet*, 393(10187), 2233–2260. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(19\)30841-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(19)30841-4)
- Cruz, M., Guimarães, T., Abelha, A., & Santos, M. F. (2022). Business Analytics Components for Public Health Institution - Nursing Decision Area. *Procedia Computer Science*, 198, 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.252>
- Definition of Analytics and Business Intelligence (ABI) - Gartner Information Technology Glossary. (n.d.). Gartner. Acedido em dezembro 18, 2022, <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/business-intelligence-bi>
- Degen, G.-A., Günther, V., Holm, J., Bürkle, T., & Sariyar, M. (2020). Using Business Intelligence Tools to Support Medical Validation of Laboratory Tests. *Studies in Health Technology and Informatics*, 270, 494–498. <https://doi.org/10.3233/SHTI200209>
- Esteves, M., Abelha, A., & Machado, J. (2019a). The development of a pervasive Web application to alert patients based on business intelligence clinical indicators: a case study in a health institution. *Wireless Networks*, 28(3), 1279–1285. <https://doi.org/10.1007/s11276-018-01911-6>

- Esteves, M., Esteves, M., Abelha, A., & Machado, J. (2019b). A Proof of Concept of a Mobile Health Application to Support Professionals in a Portuguese Nursing Home. *Sensors*, 19(18), 3951. <https://doi.org/10.3390/s19183951>
- Fernandez, S., Jenkins, P., & Vieira, B. (2020, Julho 24). Europe's digital migration during COVID-19: Getting past the broad trends and averages. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/europes-digital-migration-during-covid-19-getting-past-the-broad-trends-and-averages>
- Gaardboe, R., Nyvang, T., & Sandalgaard, N. (2017). Business Intelligence Success applied to Healthcare Information Systems. *Procedia Computer Science*, 121, 483–490. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.065>
- Gaardboe, R., Sandalgaard, N., & Nyvang, T. (2022). An assessment of business intelligence in public hospitals. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(4), 5–18. <https://doi.org/10.12821/ijispm050401>
- Longoni, C., Bonezzi, A. & Morewedge, C. (2020). Resistance to medical artificial intelligence is an attribute in a compensatory decision process: Response to pezzo and beckstead. *Judgment and Decision Making*. 15. 446-448.
- Manyika, J., Ramaswamy, S., Khanna, S., Sarrazin, H., Pinkus, G., Sethupathy, G., & Yaffe, A. (2019, Fevereiro 13). Digital America: A tale of the haves and have-mores. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/digital-america-a-tale-of-the-haves-and-have-mores>
- Mekahlia, F. Z., Bouzama, M. Z., & Nechar, S. (2022). Impact of Vaccination on COVID-19 Spread in Real Time: Visualization and Analysis Tool. *Ingénierie Des Systèmes D Information*, 27(2), 293–301. <https://doi.org/10.18280/isi.270213>
- Mettler, T., & Vimarlund, V. (2009). Understanding business intelligence in the context of healthcare. *Health Informatics Journal*, 15(3), 254–264. <https://doi.org/10.1177/1460458209337446>
- Oliveira, D., Santos, A., Braga, D., Silva, I., Sousa, R., Abelha, A., & Machado, J. (2022). OpenEHR modelling applied to Complementary Diagnostics Requests. *Procedia Computer Science*, 210, 265–270. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.10.148>
- Ovchinnikov, D. A., Potapov, I. V., Kurapeev, D. I., Vashenkov, V. V., & Konradi, A. O. (2021). Digitalizing quality of care control: a Business Intelligence system for COVID-19 inpatients. *EUROPEAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH*, 31, 190.
- Pasanisi, S., & Paiano, R. (2018). A Hybrid Information Mining Approach for Knowledge Discovery in Cardiovascular Disease (CVD). *Information*, 9(4), 90. <https://doi.org/10.3390/info9040090>
- Pestana, M., Pereira, R., & Moro, S. (2020). Improving Health Care Management in Hospitals Through a Productivity Dashboard. *Journal of Medical Systems*, 44(4). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01546-1>
- Rezaei-hachesu, P., Samad-Soltani, T., Yaghoubi, S., GhaziSaeedi, M., Mirnia, K., Masoumi-Asl, H., & Safdari, R. (2018). The design and evaluation of an antimicrobial resistance surveillance system for neonatal intensive care units in Iran. *International Journal of Medical Informatics*, 115, 24–34. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.04.007>
- Schulz, E. B., Phillips, F., & Waterbright, S. (2020). Case-mix adjusted postanaesthesia care unit length of stay and business intelligence dashboards for feedback to anaesthetists. *British Journal of Anaesthesia*, 125(6), 1079–1087. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.068>
- Silva, R., Parente, M. A., Evaristo, J. L., & Araújo, A. (2022). A Inserção Do Business Intelligence Na Gestão De Custos De Uma Rede De Clínicas Populares De Fortaleza. *Administração de Empresas Em Revista*, 1(27), 146–174.
- Suter-Crazzolara, C. (2018). Better Patient Outcomes Through Mining of Biomedical Big Data. *Frontiers in ICT*, 5. <https://doi.org/10.3389/fict.2018.00030>

- Teixeira, L., Cardoso, I., Oliveira e Sa, J., & Madeira, F. (2021). Are the Health Information Systems (HIS) ready for the digital transformation? Challenges and future perspectives for HIS in Portugal. *AIS Electronic Library (AISeL)*. <https://aisel.aisnet.org/capsi2021/34/>
- The rise of digital health technologies during the pandemic | Think Tank | European Parliament. (2021, Abril 14). Acedido em Dezembro 18, 2022, [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2021\)690548](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2021)690548)
- Torres, D. R., Cardoso, G. C. P., Abreu, D. M. F. D., Soranz, D. R., & Oliveira, E. A. D. (2021). Aplicabilidade e potencialidades no uso de ferramentas de Business Intelligence na Atenção Primária em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26(6), 2065–2074. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021266.03792021>
- Villar, A., Zarrabeitia, M. T., Fdez-Arroyabe, P., & Santurtún, A. (2018). Integrating and analyzing medical and environmental data using ETL and Business Intelligence tools. *International Journal of Biometeorology*, 62(6), 1085–1095. <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1511-9>