

INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS EM TEMPO REAL: COMPARATIVO TÉCNICO ENTRE SAP HANA, ORACLE E SQL SERVER

Gustavo Cardoso Garcia ¹

Resumo

Este artigo objetiva analisar os diferenciais técnicos e estratégicos do banco de dados SAP HANA, utilizado no sistema SAP S/4HANA, em comparação com dois importantes concorrentes do mercado: Oracle Database e Microsoft SQL Server. A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, baseou-se em levantamento bibliográfico em repositórios acadêmicos e técnicos reconhecidos, considerando aspectos como arquitetura, desempenho, escalabilidade, modelo de dados, integração com ferramentas analíticas e suporte à computação em nuvem. Os resultados indicaram que o SAP HANA, ao utilizar a tecnologia *in memory*, supera os bancos relacionais tradicionais em termos de velocidade de processamento e integração OLTP/OLAP em tempo real, proporcionando maior eficiência e capacidade analítica. A análise evidencia que o SAP S/4HANA representa um novo paradigma em sistemas de gestão empresarial, alinhado às exigências da transformação digital e à demanda por inteligência de negócios em tempo real.

Palavras-chave: SAP S/4HANA. Banco de dados *in memory*. Análise comparativa. Inteligência de negócios.

Abstract. Real-Time Business Intelligence: A Technical Comparison of SAP HANA, Oracle, and SQL Server.

This article aims to analyze the technical and strategic differentials of the SAP HANA database, employed within the SAP S/4HANA system, in comparison with two major market competitors: Oracle Database and Microsoft SQL Server. The research adopted a qualitative approach with an exploratory and descriptive nature, based on a bibliographic survey conducted in recognized academic and technical repositories. The analysis considered aspects such as architecture, performance, scalability, data model, integration with analytical tools, and support for cloud computing. The results indicated that SAP HANA, by leveraging in-memory technology, outperforms traditional relational databases in terms of processing speed and real-time OLTP/OLAP integration, providing greater efficiency and analytical capability. The findings highlight that SAP S/4HANA represents a new paradigm in enterprise resource planning systems, aligned with the demands of digital transformation and the growing need for real-time business intelligence.

Keywords: SAP S/4HANA. In memory database. Comparative analysis. Business intelligence.

¹ Discente do Curso de Bacharelado em Ciência de Dados da UNIVESP (E-mail: 2100692@aluno.univesp.br).

1 Introdução

A crescente valorização da informação como ativo estratégico tem impulsionado transformações significativas na forma como as organizações estruturam e processam seus dados. No contexto da transformação digital, as demandas por agilidade, precisão e inteligência analítica em tempo real desafiam os modelos tradicionais de gestão de dados, historicamente sustentados por bancos relacionais baseados em disco, como o Oracle Database e o Microsoft SQL Server. Embora essas soluções tenham se consolidado como referências no ambiente corporativo por sua robustez e flexibilidade, suas limitações em relação à latência de processamento, à escalabilidade analítica e à integração com ferramentas emergentes de inteligência de negócios tornaram-se cada vez mais evidentes (LENZ & SCHWINN, 2016; PENG & NUNES, 2020).

A emergência de tecnologias de banco de dados *in memory*, como o SAP HANA, representa uma tentativa de resposta a esses desafios, ao permitir o armazenamento e a análise de dados diretamente na memória RAM, promovendo ganhos expressivos de desempenho e eliminando barreiras entre os sistemas operacionais e analíticos (PLATTNER, 2014; KRISHNAN, 2015). Nesse cenário, o SAP S/4HANA surge como uma evolução significativa dos sistemas de gestão empresarial, ao incorporar nativamente o banco SAP HANA e ao propor uma arquitetura simplificada, orientada à integração OLTP/OLAP em tempo real e ao uso de recursos como *machine learning* e *analytics* embarcados (CHAUHAN & JAIN, 2019).

Contudo, a adoção do SAP S/4HANA não está isenta de problematizações. Estudos como os de Peng e Nunes (2020) apontam os desafios enfrentados pelas organizações na transição para essa nova plataforma, especialmente no que tange à compatibilidade com sistemas legados, ao custo de implementação e à complexidade da reengenharia de processos exigida. Assim, torna-se essencial compreender, de forma comparativa, os aspectos técnicos que diferenciam o SAP HANA de seus concorrentes diretos e avaliar em que medida esses diferenciais se traduzem em vantagens operacionais reais para as empresas.

Diante disso, este artigo objetiva analisar os diferenciais técnicos e estratégicos do banco de dados SAP HANA, utilizado no sistema SAP S/4HANA, em comparação com dois importantes concorrentes do mercado: Oracle Database e Microsoft SQL Server. A investigação se desenvolve por meio de um levantamento bibliográfico técnico e científico, com enfoque em características como arquitetura, modelo de dados, desempenho, escalabilidade, integração analítica e suporte à computação em nuvem.

2 Referencial Teórico

O sistema ERP SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) foi concebido em 1972, na cidade de Mannheim (Alemanha), por cinco ex-colaboradores da IBM, com o propósito de desenvolver uma solução tecnológica capaz de integrar, de maneira eficiente e estruturada, os principais processos organizacionais em uma única plataforma. A proposta inicial visava atender à crescente demanda por sistemas empresariais que superassem a fragmentação dos dados e promovessem a automatização de processos internos, proporcionando maior fluidez na comunicação interdepartamental e otimização na tomada de decisões.

De acordo com Laudon e Laudon (2021), os sistemas ERP são caracterizados por integrar os processos-chave da empresa em um único sistema de software, facilitando a coordenação das atividades diárias e o compartilhamento de dados em tempo real. A emergência do SAP deve ser compreendida no contexto da intensificação das exigências por eficiência operacional e por mecanismos de gestão que proporcionassem controle, rastreabilidade e escalabilidade às corporações. Desde sua criação, a SAP buscou oferecer uma plataforma robusta e abrangente, voltada à consolidação das operações empresariais em um ambiente digital unificado, o que contribuiu significativamente para a transformação dos paradigmas tradicionais da administração corporativa (MONK & WAGNER, 2013).

2.1 Versões do SAP

Ao longo de sua trajetória, o SAP passou por diversas evoluções que refletiram não apenas os avanços tecnológicos, mas também as transformações nas demandas empresariais por sistemas de informação mais dinâmicos, flexíveis e integrados. A primeira grande versão do sistema foi o SAP R/1, lançada na década de 1970, baseada em uma arquitetura monolítica de *mainframe*, com todos os processos sendo executados em um único nível. Essa versão, embora inovadora para a época, apresentava limitações relacionadas à escalabilidade e à distribuição de tarefas computacionais (BUCHER, GERTH & KUENG, 2015). Em seguida, a SAP lançou o SAP R/2, que manteve a execução em *mainframes*, mas introduziu uma arquitetura de dois níveis, permitindo a separação entre apresentação e processamento dos dados. Essa versão ganhou destaque especialmente entre empresas de grande porte na Europa, graças à sua robustez no processamento de transações financeiras e logísticas.

A grande virada ocorreu com o lançamento do SAP R/3, no início da década de 1990. Essa versão representou um marco na história dos sistemas de gestão empresarial ao adotar uma arquitetura cliente-servidor de três camadas (apresentação, lógica de negócio e banco de dados), o que possibilitou maior flexibilidade e compatibilidade com diferentes plataformas operacionais, como Windows e UNIX (SOMERS & NELSON, 2001). O SAP R/3 também foi responsável pela disseminação global da solução, especialmente por conta de sua modularidade, que permitia às empresas adotar os módulos de acordo com suas necessidades. A linguagem de programação proprietária ABAP (Advanced Business Application Programming) consolidou-se nesse período como um dos pilares técnicos do sistema, permitindo customizações robustas e desenvolvimento de soluções internas.

Com o avanço da internet e das tecnologias orientadas a serviços, a SAP introduziu posteriormente a plataforma SAP ECC (ERP Central Component), como evolução direta do R/3. Lançado oficialmente em 2004, o SAP ECC foi construído sobre a plataforma tecnológica NetWeaver, que integrou soluções de *business intelligence*, portal, *middleware*, entre outras, ampliando as capacidades do ERP para além da automação de processos operacionais (HADDAD & RODRIGUES FILHO, 2013). Essa nova estrutura viabilizou maior interoperabilidade com sistemas externos e preparou o terreno para inovações futuras, ainda que continuasse apoiada em bancos de dados relacionais tradicionais, como Oracle, Microsoft SQL Server e IBM DB2, os quais, apesar de estáveis, apresentavam limitações em relação ao processamento em tempo real e à análise preditiva de grandes volumes de dados.

Quadro 1. Evolução das versões do SAP R/1 até o ECC.

Versão	Ano de Lançamento	Arquitetura	Tecnologia e Plataforma	Principais Características
SAP R/1	1972	Monolítica (<i>mainframe</i>).	IBM (linguagens Assembly e COBOL).	Primeira versão; execução centralizada em um único nível e baixo grau de integração.
SAP R/2	Final da década de 1970	Dois níveis (<i>mainframe</i>).	IBM DB/DC e DL/I.	Introdução da separação entre apresentação e processamento e uso em grandes corporações europeias.
SAP R/3	1992	Três camadas (cliente-servidor).	Windows, UNIX; bancos de dados relacionais e linguagem ABAP.	Modularidade; ampla compatibilidade; maior escalabilidade e usabilidade gráfica (SAP GUI).
SAP ECC	2004	Três camadas com integração a serviços.	Plataforma SAP NetWeaver; ABAP e Java; suporte a Oracle, SQL Server e DB2.	Integração com soluções de BI, CRM e SRM; maior interoperabilidade com sistemas externos e evolução direta do R/3.

Fonte: Adaptado de Somers e Nelson (2001); Bucher, Gerth e Kueng (2015) e Haddad e Rodrigues Filho (2013).

A transição do SAP ECC para o SAP S/4HANA constitui uma mudança paradigmática no campo dos sistemas integrados de gestão empresarial, refletindo as profundas transformações tecnológicas e as novas exigências impostas pela era da informação. Lançado oficialmente em 2015, o SAP S/4HANA (SAP Business Suite 4 for SAP HANA) foi concebido a partir do desenvolvimento do banco de dados SAP HANA (High Performance Analytics Appliance), introduzido em 2010, que representa uma ruptura com os modelos tradicionais de bancos relacionais. A tecnologia *in memory* utilizada pelo SAP HANA permite o armazenamento e processamento de grandes volumes de dados diretamente na memória RAM, eliminando a necessidade de acessos frequentes a discos rígidos e, conseqüentemente, aumentando drasticamente a velocidade de leitura e análise de dados (CHAUHAN & JAIN, 2019).

A estrutura técnica do SAP S/4HANA baseia-se em uma modelagem de dados simplificada, com a eliminação de tabelas agregadas e índices redundantes, reduzindo a complexidade do sistema e aumentando a eficiência do processamento transacional e analítico em tempo real. Esse modelo unifica os ambientes OLAP (*Online Analytical Processing*) e OLTP (*Online Transaction Processing*), promovendo uma convergência entre os sistemas de apoio à decisão e os sistemas operacionais (KRISHNAN, 2015). Além disso, o sistema incorpora algoritmos nativos de *machine learning*, inteligência artificial e análise preditiva, integrados à base de dados, permitindo, por exemplo, detecção automatizada de anomalias, previsão de demanda, e recomendações inteligentes no processo de tomada de decisão.

Outro diferencial técnico relevante do SAP S/4HANA é sua interface baseada no SAP Fiori, um conjunto de aplicações com design centrado no usuário, que oferece uma experiência intuitiva, responsiva e padronizada em diferentes dispositivos, contribuindo para a melhoria da usabilidade e da produtividade dos usuários finais. O sistema está disponível em múltiplas configurações de implantação: *on premise*, nuvem pública, nuvem privada e modelos híbridos, o que amplia a flexibilidade de adoção de acordo com a infraestrutura tecnológica e as estratégias de negócio das organizações (SAP, 2023).

Quadro 2. Comparativo geral SAP ECC x SAP S/4HANA.

Critério	SAP ECC	SAP S/4HANA
Ano de lançamento	2004	2015
Banco de dados	Suporte a bancos externos (Oracle, DB2, SQL Server etc.).	Exclusivamente SAP HANA (<i>in memory</i>).
Modelo de dados	Complexo, com tabelas agregadas e índices redundantes.	Simplificado, sem redundância e elimina tabelas agregadas.
Processamento de dados	Separado para transacional (OLTP) e analítico (OLAP).	OLTP e OLAP integrados em tempo real.
Interface do usuário	SAP GUI (Graphical User Interface).	SAP Fiori (interface <i>web</i> moderna e responsiva).
Arquitetura	3 camadas tradicionais com dependência de NetWeaver.	Nativa em HANA, disponível em nuvem e <i>on premise</i> ou híbrida.
Inovações tecnológicas	Limitado a integrações externas para IA, IoT e Machine Learning.	Integração nativa com IA, Machine Learning, IoT e análises preditivas.
Flexibilidade e <i>performance</i>	Mais limitado e dependente de <i>tuning</i> de banco de dados.	Alta <i>performance</i> com menor latência e maior capacidade analítica.
Customizações herdadas	Suporte total a customizações antigas.	Requer revisão e, em muitos casos e reengenharia de processos.
Atualizações e <i>roadmap</i> SAP	Suporte limitado até 2027 (ou 2030 com extensão paga).	Versão de futuro da SAP e com foco em inovação contínua.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A motivação para o desenvolvimento do SAP S/4HANA está enraizada na limitação estrutural das versões anteriores, como o ECC, que dependiam de bancos de dados terceiros (como Oracle, IBM DB2 e Microsoft SQL Server) e apresentavam altos níveis de complexidade técnica, manutenção intensiva e *performance* limitada para operações analíticas. Conforme destaca Krishnan (2015), a SAP reconheceu que, para responder às crescentes demandas por processamento de dados em tempo real e suportar a transformação digital, era necessária uma reestruturação completa da arquitetura do ERP, baseada em um novo paradigma de banco de dados. A abordagem do S/4HANA visa, portanto, oferecer uma plataforma que seja simultaneamente mais leve, mais rápida e mais inteligente.

A recepção dessa nova versão, entretanto, gerou tanto adesões entusiásticas quanto preocupações críticas. Autores como Chauhan e Jain (2019) ressaltam os ganhos significativos em termos de desempenho, escalabilidade e inovação operacional, apontando que empresas que adotaram o S/4HANA observaram melhorias mensuráveis na eficiência de processos, capacidade preditiva e integração entre departamentos. Por outro lado, estudiosos como Peng e Nunes (2020) evidenciam os desafios da migração, especialmente no que diz respeito à compatibilidade com personalizações antigas, à necessidade de reengenharia de processos e aos custos associados à capacitação e à transição tecnológica. Segundo os autores, a migração para o S/4HANA vai além de uma atualização técnica, exigindo mudanças estruturais e culturais significativas nas organizações.

No cenário global, o SAP S/4HANA tem sido adotado por empresas de todos os portes e setores, abrangendo indústrias como manufatura, saúde, finanças, energia e setor público. Dados

divulgados pela SAP (2023) apontam que mais de 20 mil organizações em mais de 180 países estão em processo de implementação ou já operam com o S/4HANA, evidenciando sua aceitação como solução de próxima geração para a gestão empresarial. Seu alinhamento com tecnologias emergentes, sua capacidade de operar em tempo real e sua estrutura modular o posicionam como uma ferramenta estratégica para empresas que buscam aumentar sua competitividade em um ambiente de negócios cada vez mais dinâmico e orientado por dados.

2.2 Estrutura e processamento de dados do SAP

Dando continuidade à análise sobre a evolução do sistema SAP, torna-se essencial aprofundar a discussão acerca das transformações ocorridas na estrutura de armazenamento e processamento de dados, especialmente no que tange à mudança dos bancos de dados relacionais tradicionais para a arquitetura *in memory* do SAP HANA. Esta mudança não apenas representou um avanço tecnológico, mas redefiniu completamente a forma como os dados são armazenados, acessados e analisados dentro do ecossistema SAP.

Nas versões anteriores ao SAP S/4HANA, como o SAP ECC, o sistema era compatível com diversos bancos de dados relacionais (RDBMS), como Oracle, IBM DB2, Microsoft SQL Server, entre outros. Esses bancos operavam com base em armazenamento em disco rígido, o que exigia estruturas altamente complexas para garantir desempenho, como tabelas agregadas, índices secundários, vistas materializadas e processos periódicos de atualização. Isso resultava em alta latência para execução de consultas analíticas, já que o sistema precisava acessar repetidamente o disco, realizar leituras em diversas camadas e depender de operações de E/S (entrada/saída) intensivas (CHAUHAN & JAIN, 2019).

Além disso, havia um alto custo associado à manutenção da estrutura física dos bancos de dados, que demandavam espaço em *data centers*, sistemas de *backup* e rotinas complexas de *tuning* para manter a *performance*. Como destacam Lenz e Schwinn (2016), o crescimento exponencial da quantidade de dados e a necessidade de respostas em tempo real tornaram os modelos relacionais tradicionais insustentáveis no contexto de transformação digital e Big Data.

A partir de 2010, com o lançamento do SAP HANA, a SAP introduziu um novo paradigma de banco de dados, baseado no modelo *in memory columnar*. Neste modelo, os dados são armazenados diretamente na memória RAM, o que permite tempos de acesso na ordem de nanossegundos, reduzindo drasticamente a latência. O armazenamento em colunas, por sua vez, permite compressões de dados mais eficientes e acelera operações analíticas como soma, média, contagem e filtros por atributos (KRISHNAN, 2015). O SAP afirma que a compressão de dados no HANA pode reduzir o volume de armazenamento em até 10 vezes em comparação aos bancos de dados convencionais (SAP, 2023).

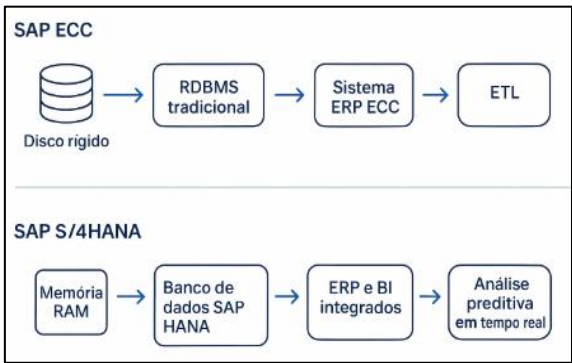
Quadro 3. Comparativo técnico entre banco de dados no SAP ECC e no SAP S/4HANA.

Aspecto Técnico	SAP ECC (bancos relacionais)	SAP S/4HANA (SAP HANA – in-memory)
Tipo de armazenamento	Disco rígido (HDD/SSD).	Memória RAM (<i>in memory</i>).
Modelo de dados	Tabelas relacionais com agregações.	Modelo simplificado, colunar e sem agregações redundantes.
Velocidade de acesso	Milissegundos a segundos.	Nanossegundos a microssegundos.
Necessidade de índices	Alta (vários índices para <i>performance</i>).	Baixa (sem necessidade de índices tradicionais).
Compressão de dados	Limitada.	Alta (até 10:1).
<i>Performance</i> em análises	Média, com ETL necessário.	Alta, em tempo real.
Custo de infraestrutura	Elevado (servidores, licenças de terceiros).	Reduzido com nuvem e menor necessidade de <i>hardware</i> intermediário.
Integração OLTP/OLAP	Separados.	Integrados na mesma base.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Além dessas mudanças estruturais, a capacidade analítica do SAP S/4HANA foi significativamente ampliada. Como observa Plattner (2014), o SAP HANA foi projetado não apenas para acelerar operações transacionais, mas também para permitir análises preditivas e simulações em tempo real, diretamente sobre os dados operacionais, eliminando a latência entre sistemas analíticos e transacionais. Isso representa uma ruptura com a lógica anterior de sistemas separados para *business intelligence* (BI), que muitas vezes demandavam extração, transformação e carga (ETL) de dados para ambientes externos, gerando atrasos e inconsistências.

Imagem 1. Evolução da Arquitetura SAP: do ECC ao S/4HANA com Integração Analítica em Tempo Real.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Em termos de aplicabilidade, essa capacidade analítica torna o SAP S/4HANA altamente relevante para processos de previsão de demanda, análises de risco financeiro, manutenção preditiva, análise de comportamento do consumidor, entre outros. Além disso, sua arquitetura nativa na nuvem permite a escalabilidade horizontal, reduzindo os custos com infraestrutura física e aumentando a agilidade das empresas na adaptação a mudanças do mercado.

Portanto, a transição do SAP ECC para o SAP S/4HANA não pode ser reduzida a uma simples atualização de sistema, mas representa uma revolução no modo como os dados são tratados, armazenados e utilizados pelas organizações. A convergência entre processamento transacional e analítico, aliada à velocidade do armazenamento *in memory*, redefine os limites do que é possível em termos de desempenho, inteligência de negócios e transformação digital.

2.3 Contexto atual do processamento de dados nas organizações

A crescente valorização dos dados como ativos estratégicos tem redefinido as dinâmicas organizacionais na era digital. À medida que os ambientes corporativos se tornam mais voláteis, incertos, complexos e ambíguos, a estruturação e o processamento eficiente das informações tornam-se elementos críticos para a sustentabilidade das organizações. Conforme destacam McAfee e Brynjolfsson (2012), as empresas que fazem uso intensivo de dados apresentam desempenho superior em indicadores financeiros, operacionais e de inovação, evidenciando que a qualidade na gestão da informação transcende a esfera técnica e se consolida como diferencial competitivo.

Nesse contexto, a estrutura de dados assume papel central na governança informacional e na geração de valor. Para Davenport e Harris (2007), a vantagem competitiva não está apenas na obtenção de dados, mas na sua capacidade de transformá-los em insights acionáveis. Isso requer uma arquitetura de dados consistente e alinhada com os objetivos estratégicos da organização. De acordo com Marr (2021), uma estrutura de dados eficaz deve contemplar não apenas os aspectos técnicos, mas também a governança, a curadoria e a integração das fontes de dados, permitindo análises em tempo hábil e com confiabilidade.

A integração entre dados operacionais e analíticos tem sido facilitada por tecnologias emergentes de bancos de dados, como os sistemas *in memory*. O SAP HANA representa um marco nessa transição, ao permitir a convergência de OLTP (processamento de transações) e OLAP (análise multidimensional) em uma única plataforma, eliminando as barreiras tradicionais entre os sistemas transacionais e os ambientes de *business intelligence*. Segundo Plattner (2014), o uso de bancos de dados *in memory* reduz drasticamente a latência analítica, viabilizando a tomada de decisão em tempo real com base em dados atualizados e contextualizados.

Tal convergência tecnológica também potencializa a análise preditiva, que depende diretamente da integridade, acurácia e tempestividade dos dados. Como afirmam Provost e Fawcett (2013), os algoritmos mais sofisticados são inúteis sem uma base de dados limpa, estruturada e coerente. A análise preditiva, ao combinar estatística avançada, aprendizado de máquina e modelagem de cenários, permite às organizações antecipar comportamentos de mercado, identificar riscos emergentes e explorar oportunidades latentes. Essa capacidade é especialmente valiosa em setores que exigem respostas rápidas e decisões baseadas em evidências, como o varejo, a saúde e os serviços financeiros.

Além disso, a integração entre plataformas de banco de dados e ferramentas de BI tem evoluído significativamente, permitindo maior autonomia analítica por parte dos usuários finais. Chugh e Grandhi (2021) argumentam que a consolidação dos sistemas de BI com os bancos de dados em tempo real transforma a cultura organizacional, promovendo uma *alfabetização em dados* e fortalecendo a inteligência organizacional. Essa perspectiva é corroborada por Minelli, Chambers e Dhiraj (2013), que destacam que as organizações mais bem-sucedidas são aquelas que conseguem transformar dados em insights acionáveis e democratizar o acesso à informação entre suas diversas áreas funcionais.

A sinergia entre dados bem estruturados, tecnologia de ponta e cultura analítica proporciona ganhos substanciais na capacidade decisória, no controle gerencial e na inovação. Não se trata apenas de um avanço tecnológico, mas de uma mudança paradigmática na forma como as organizações entendem e utilizam a informação. Como sintetiza Drucker (1999), o que medimos e analisamos é o que conseguimos gerenciar. Nesse cenário, o SAP S/4HANA destaca-se como uma solução robusta e integrada, capaz de consolidar operações transacionais e analíticas em uma única plataforma, suportada por processamento em tempo real e funcionalidades preditivas.

3 Metodologia

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, com caráter exploratório e descritivo, com o intuito de investigar os diferenciais técnicos e estratégicos do banco de dados HANA, utilizado no sistema SAP S/4HANA, em comparação com dois outros grandes *players* do mercado: o Oracle Database e o Microsoft SQL Server.

Para a condução do estudo, foram definidos previamente os objetivos da pesquisa, que consistiram na comparação técnica entre os três bancos de dados mencionados, com foco em aspectos como arquitetura, desempenho, escalabilidade e integração com ferramentas analíticas. A partir dessa definição, foram estabelecidos os critérios de busca e as palavras-chave utilizadas na pesquisa bibliográfica, tais como “SAP HANA”, “Oracle Database”, “Microsoft SQL Server”, “*comparative analysis*”, “*performance*”, “*in memory database*” e “SAP S/4HANA”.

Em seguida, procedeu-se ao levantamento bibliográfico por meio de buscas sistemáticas em repositórios acadêmicos e técnicos amplamente reconhecidos, incluindo Scopus, Web of Science, ScienceDirect, IEEE Xplore, Google Scholar e o Portal de Periódicos da CAPES. Os artigos encontrados foram selecionados com base em sua adequação aos objetivos da pesquisa, relevância temática e rigor metodológico.

A análise técnica dos bancos de dados foi realizada com base nos documentos selecionados, considerando características estruturais e operacionais, como modelo de dados, capacidade de processamento em tempo real, suporte à computação em nuvem, segurança, escalabilidade e compatibilidade com soluções de inteligência de negócios. As informações extraídas foram organizadas e sistematizadas por meio da construção de quadros comparativos e sínteses analíticas, permitindo a consolidação dos principais pontos observados.

Por fim, os resultados foram interpretados à luz dos objetivos propostos, possibilitando uma visão abrangente e fundamentada sobre as vantagens, limitações e potenciais aplicações do SAP HANA no contexto da transformação digital promovida pela adoção do SAP S/4HANA, em

comparação com os bancos de dados Oracle e Microsoft SQL Server. Todo o processo metodológico visou assegurar rigor analítico e consistência na condução da investigação.

Fluxograma 1. Fluxo Metodológico Sintetizado da Pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4 Achados

A pesquisa bibliográfica foi conduzida com o objetivo de localizar materiais que abordassem comparações técnicas entre o SAP HANA, o Oracle Database e o Microsoft SQL Server. Não se aplicou limite temporal à seleção dos documentos, buscando-se assim garantir um panorama mais amplo e abrangente sobre o tema. As buscas foram realizadas em repositórios acadêmicos reconhecidos, plataformas de busca científica e fontes institucionais, com a utilização de palavras-chave previamente definidas.

Tabela 1. Resultados do Levantamento Bibliográfico.

Fonte / Repositório	Quantidade de Materiais Encontrados
Scopus	18
Web of Science	12
ScienceDirect	15
IEEE Xplore	9
Google Scholar	37
Portal de Periódicos da CAPES	21
White papers (SAP, Oracle, Microsoft)	11
Relatórios de consultorias (Gartner, IDC)	7
Repositórios institucionais e técnicos	10

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Com base na análise dos materiais levantados, foram identificados cinco estudos que se destacam por fornecer comparações técnicas abrangentes entre o SAP HANA, o Oracle Database e o Microsoft SQL Server. Esses documentos abordam aspectos como modelo de dados, processamento em tempo real, suporte à computação em nuvem, segurança, escalabilidade e compatibilidade com soluções de inteligência de negócios. Além disso, considerou-se a atualidade das publicações e o número de citações para determinar sua relevância.

Quadro 4. Principais documentos selecionados para análise técnica comparativa dos bancos de dados SAP HANA, Oracle Database e Microsoft SQL Server.

Nº	Título do Documento	Ano de Publicação	Aspectos Técnicos Abordados	Fonte
1	A Comparative Analysis of Oracle, SAP, and MS SQL	2023	Comparação técnica entre Oracle, SAP HANA e MS SQL Server, abordando modelo de dados, processamento em tempo real, suporte à computação em nuvem, segurança, escalabilidade e compatibilidade com soluções de inteligência de negócios.	SQLenium.
2	Oracle Database Cloud Service vs SAP HANA vs SQL Server Comparison 2024	2024	Análise comparativa dos serviços em nuvem do Oracle Database, SAP HANA e SQL Server, enfocando aspectos como desempenho, escalabilidade, segurança e integração com soluções de inteligência de negócios.	PeerSpot.
3	SAP HANA vs. Traditional Databases: Performance Comparison	2023	Comparação de desempenho entre o SAP HANA e bancos de dados tradicionais, destacando vantagens em termos de processamento em tempo real, escalabilidade e integração com soluções analíticas.	SAPExpert.
4	BIPeC: A Combined Change-Point Analyzer to Identify Performance Regressions in Large-scale Database Systems	2024	Proposta de abordagem automatizada para detectar regressões de desempenho em sistemas de banco de dados em larga escala, como o SAP HANA, integrando inferência bayesiana com o algoritmo PELT para aprimorar a detecção de pontos de mudança e regressões de desempenho com alta precisão e eficiência.	arXiv.
5	Managed Query Processing within the SAP HANA Database Platform	2015	Descrição das capacidades específicas da plataforma SAP HANA, incluindo suporte a modelos de dados além de tabelas regulares, controle mais refinado para definir a lógica de aplicativos de banco de dados e mecanismos de comunicação eficientes com aplicativos clientes dedicados, visando desempenho superior em tempo de execução.	SpringerLink..

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Dando continuidade à análise, a partir da seleção dos cinco documentos técnicos destacados no Quadro 4, torna-se possível elaborar uma discussão comparativa entre o SAP HANA e os bancos de dados relacionais tradicionais — notadamente o Oracle Database e o Microsoft SQL Server — com base em critérios técnicos que abrangem arquitetura, desempenho, escalabilidade, integração com soluções analíticas e viabilidade operacional.

Os estudos apontam que o SAP HANA, ao adotar uma arquitetura *in memory* colunar, oferece ganhos substanciais em termos de velocidade de processamento e redução de redundâncias de dados. Segundo SAPExpert (2023), essa abordagem permite o processamento simultâneo de transações (OLTP) e análises (OLAP) em tempo real, sem a necessidade de replicações ou agregações intermediárias. Essa característica distingue o HANA dos modelos baseados em disco dos concorrentes, que geralmente operam com camadas distintas para transações e análises, exigindo integrações mais complexas.

No estudo publicado pela SQLenium (2023), evidencia-se que o SAP HANA supera seus concorrentes diretos na execução de cargas analíticas intensas e na compatibilidade com soluções de BI e *machine learning* integradas ao ecossistema SAP. Contudo, destaca-se que Oracle Database e SQL Server mantêm vantagens em termos de interoperabilidade com sistemas legados, ampla base instalada e flexibilidade de implantação, especialmente em ambientes corporativos heterogêneos.

Outro ponto relevante refere-se ao desempenho em ambientes baseados em nuvem, conforme demonstrado na análise da PeerSpot (2024). Nesse estudo, o SAP HANA apresentou maior escalabilidade horizontal e melhor integração com soluções analíticas nativas em nuvem, especialmente quando operando em plataformas como o SAP Business Technology Platform (BTP). Entretanto, observou-se um custo operacional mais elevado, além de uma dependência tecnológica significativa da infraestrutura SAP. Em contrapartida, os bancos de dados Oracle e SQL Server demonstraram maior flexibilidade em arquiteturas híbridas e modelos *multicloud*, tornando-se alternativas mais acessíveis para empresas com restrições orçamentárias ou legados consolidados.

No que diz respeito à estabilidade de desempenho, o artigo da arXiv (2024) apresentou a ferramenta BIPEC, voltada à detecção de regressões de *performance* em bancos de dados de grande escala. Os testes realizados com SAP HANA indicaram que, embora a plataforma tenha desempenho superior na maioria dos cenários, pode apresentar degradações em *workloads* altamente dinâmicos e de longa duração, o que ressalta a importância de políticas contínuas de monitoramento e ajuste de *performance*.

Complementarmente, o estudo da SpringerLink (2015) descreve capacidades exclusivas do SAP HANA relacionadas à gestão de consultas e controle da lógica de aplicação no próprio banco de dados, possibilitando ganhos significativos de desempenho ao eliminar camadas intermediárias. Essa capacidade amplia a eficiência de comunicação entre banco e aplicações cliente, reforçando a adequação do HANA a cenários de missão crítica e aplicações de alta complexidade analítica.

Quadro 5. Comparativo técnico entre SAP HANA, Oracle Database e Microsoft SQL Server.

Critério Técnico	SAP HANA (In memory)	Oracle Database	Microsoft SQL Server
Arquitetura	<i>In memory</i> , colunar.	Disco, relacional tradicional.	Disco, relacional tradicional.
Processamento OLAP + OLTP	Integrado, em tempo real.	Separado, com dependência de integrações.	Separado, com dependência de integrações.
Desempenho Analítico	Elevado, com baixa latência.	Médio a alto, dependente de <i>tuning</i> .	Médio, com recursos adicionais.
Escalabilidade em Nuvem	Alta, com dependência do ecossistema SAP.	Alta, com opções <i>multicloud</i> .	Alta, com bom suporte híbrido.
Integração com BI e IA	Nativa (SAP Analytics e ML).	Exige módulos adicionais.	Suporte por extensões.
Custo de Implementação	Elevado.	Médio.	Médio a baixo.
Suporte a Sistemas Legados	Limitado.	Amplo.	Amplo.
Estabilidade de <i>Performance</i>	Alta, com riscos em <i>workloads</i> intensos.	Alta, com maturidade operacional.	Alta, com amplo suporte técnico.
Complexidade de Operação	Alta (curva de aprendizado acentuada).	Média.	Baixa a média.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A discussão evidenciou que o SAP HANA representa uma solução tecnologicamente avançada, com desempenho superior em tarefas analíticas e integração eficiente com sistemas de inteligência de negócios. Sua adoção, no entanto, implica desafios operacionais, custo elevado e menor flexibilidade em contextos legados. Por outro lado, Oracle Database e SQL Server permanecem como alternativas robustas e amplamente utilizadas, especialmente em estruturas corporativas mais tradicionais ou com alta diversidade de sistemas. Assim, a escolha entre essas soluções deve considerar não apenas os aspectos técnicos, mas também o contexto organizacional, os objetivos estratégicos e a maturidade digital da instituição.

5 Considerações finais

A análise comparativa entre o SAP HANA, o Oracle Database e o Microsoft SQL Server permitiram alcançar os objetivos centrais da pesquisa, ao oferecer um panorama técnico fundamentado das principais características dessas soluções. Verificou-se que o SAP HANA se destaca por sua arquitetura *in memory* colunar, com alto desempenho analítico, integração nativa com ferramentas de inteligência de negócios e escalabilidade em ambientes de nuvem. Apesar desses avanços, sua adoção requer maior investimento, apresenta menor compatibilidade com sistemas legados e demanda maior complexidade operacional, fatores que devem ser considerados em sua implementação.

Em contrapartida, Oracle Database e Microsoft SQL Server mantêm forte presença no mercado devido à sua flexibilidade, menores custos e ampla interoperabilidade com diferentes infraestruturas. Assim, a escolha entre as tecnologias avaliadas deve ser guiada por fatores como o grau de maturidade digital da organização, os recursos disponíveis e as metas estratégicas de transformação tecnológica. Os quadros comparativos apresentados contribuíram para a organização dos dados analisados, facilitando a visualização dos principais diferenciais de cada solução.

Como sugestão para pesquisas futuras, propõe-se o aprofundamento na integração de bancos de dados *in memory* com tecnologias emergentes, como inteligência artificial, *data lakes* e *edge*

computing. Tais estudos podem ampliar a compreensão sobre o papel dessas plataformas no suporte à automação de processos e à tomada de decisões em tempo real, especialmente em cenários de negócios dinâmicos e orientados por dados.

Referências

- AMARASINGHE, S., QUAMRUZZAMAN, M., BILBAO, J., KO, S. **BIPeC: A Combined Change-Point Analyzer to Identify Performance Regressions in Large-scale Database Systems**. 2024. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/2408.12414>>. Acesso em: 21 mai. 2025.
- BUCHER, T., GERTH, C., KUENG, P. **Business Process Management: Theory and Applications**. Berlin: Springer, 2015.
- CHAUHAN, S., JAIN, S. **SAP S/4HANA – An Overview and Its Implications for Businesses**. *International Journal of Computer Applications*, v. 177, n. 19, p. 1–5, 2019.
- CHUGH, R., GRANDHI, S. **Examining the role of business intelligence systems in corporate sustainability**. *Journal of Cleaner Production*, v. 279, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123802>. Acesso em: 16 mai. 2025.
- DAVENPORT, T. H., HARRIS, J. G. **Competing on Analytics: The New Science of Winning**. Boston: Harvard Business Press, 2007.
- DRUCKER, P. F. **Management Challenges for the 21st Century**. New York: HarperBusiness, 1999.
- HADDAD, S., RODRIGUES FILHO, J. **A evolução do SAP ERP e a importância da plataforma SAP NetWeaver**. *Revista de Administração e Inovação*, v. 10, n. 3, p. 25–38, 2013.
- KRISHNAN, R. **SAP S/4HANA: An Introduction**. SAP Press, Rheinwerk Publishing, 2015.
- LAUDON, K. C., LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerenciais: gerenciando a empresa digital**. São Paulo: Pearson, 2021.
- LENZ, C., SCHWINN, D. **Data Management and Performance Optimization in SAP ERP**. SAP Press, 2016.
- MARR, B. **Data Strategy: How to Profit from a World of Big Data, Analytics and the Internet of Things**. London: Kogan Page, 2021.
- McAFEE, A., BRYNJOLFSSON, E. **Big data: The management revolution**. *Harvard Business Review*, v. 90, n. 10, p. 60–68, 2012.
- MINELLI, T., CHAMBERS, M., DHIRAJ, A. **Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today's Businesses**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013.
- MONK, E. F., WAGNER, B. J. **Conceitos de sistemas ERP: com aplicações práticas no SAP**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- PEERSPOT. **Oracle Database Cloud Service vs SAP HANA vs SQL Server Comparison 2024**. 2024. Disponível em: <https://www.peerspot.com/products/comparisons/oracle-database-cloud-service_vs_sap-hana_vs_sql-server>. Acesso em: 21 mai. 2025.
- PENG, G. C., NUNES, M. B. **Barriers to the successful implementation of ERP systems in SMEs: a critical analysis**. *Journal of Enterprise Information Management*, v. 33, n. 1, p. 183–202, 2020.
- PLATTNER, H. **The Impact of In-Memory Technology on Enterprise Systems: How SAP HANA Enables Business Intelligence**. Springer, 2014.

_____. **Managed Query Processing within the SAP HANA Database Platform.** Datenbank-Spektrum, v. 15, p. 221–227, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13222-015-0185-2>>. Acesso em: 21 mai. 2025.

_____. **A Course in In Memory Data Management: The Inner Mechanics of In Memory Databases.** Heidelberg: Springer, 2014.

PROVOST, F., FAWCETT, T. **Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking.** Sebastopol: O'Reilly Media, 2013.

SAP. **SAP S/4HANA Overview – Key Facts and Figures.** Disponível em: <<https://www.sap.com/products/s4hana.html>>. Acesso em: 10 mai. 2025.

_____. **SAP HANA Platform – Technical Overview.** Disponível em: <<https://www.sap.com/products/technology-platform/hana.html>>. Acesso em: 10 mai. 2025.

SAPEXPERT. **SAP HANA vs. Traditional Databases: Performance Comparison. 2023.** Disponível em: <<https://sapexpert.info/2023/10/12/sap-hana-vs-traditional-databases-performance-comparison/>>. Acesso em: 21 mai. 2025.

SOMERS, T. M., NELSON, K. **The impact of critical success factors across the stages of enterprise resource planning implementations.** Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE, 2001.

SQLENIUM. **A comparative analysis of Oracle, SAP, and MS SQL.** 2023. Disponível em: <<https://www.sqlenium.com/2023/07/29/a-comparative-analysis-of-oracle-sap-and-ms-sql/>>. Acesso em: 21 mai. 2025.