

## CADERNOS DO IME – Série Estatística

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
ISSN on-line 2317-4536 / ISSN impresso 1413-9022 - v.53, p.16-32, 2022  
DOI:10.12957/cadest.2022.72738

# ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA SELEÇÃO DE SOLUÇÃO PARA GERENCIAMENTO DE BANCO DE DADOS DE UMA OPERADORA DE SAÚDE

José Fabiano da Serra Costa  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)  
[fabiano@ime.uerj.br](mailto:fabiano@ime.uerj.br)

Gabriel Batista Tavares da Silva  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)  
[gabriel.b\\_tavares@hotmail.com](mailto:gabriel.b_tavares@hotmail.com)

Giovanna Lyssa Braga Pontes  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)  
[giovannalyssa28@gmail.com](mailto:giovannalyssa28@gmail.com)

### Resumo

*Esse artigo apresenta uma utilização de metodologia de decisão multicritério, especificamente o Método de Análise Hierárquica (AHP), para escolha do programa computacional mais adequado para ser adotado por uma empresa operadora de saúde de porte médio que atua no mercado brasileiro, para a análise e gerenciamento de seu banco de dados. Foram definidos em comum acordo com a empresa as alternativas, os critérios e os especialistas e, estão explicitados no texto. Também são apresentados, o modelo desenvolvido com os cálculos, os resultados encontrados que apontaram o SQL como a solução mais adequada, a análise de consistência dos julgamentos e a análise de sensibilidade, que demonstrou a robustez dos resultados.*

**Palavras-chave:** Gerenciamento de Banco de Dados; AHP; Operadora de Saúde; Metodologia Multicritério.

## 1. Introdução

No nosso cotidiano, quase sempre nos deparamos com uma situação que envolve decisão, seja na vida social ou profissional. Algumas decisões são simples, não exigindo maiores esforços do indivíduo (ou do grupo de indivíduos), porém muitas são complexas, por diversas e diferentes razões. Uma situação ou um problema de decisão pode ser caracterizado por uma necessidade de avaliação de um conjunto de alternativas, para que se realize uma escolha ou uma decisão (COSTA, 2006).

O processo de tomada de decisão envolve geralmente uma diversidade de ramificações, tais como: intelectuais, psicológicas, econômicas, sociais, ambientais (PENIWATI, 2007). De toda forma, tomada de decisão pode ser definida como o processo cognitivo pelo qual se escolhe um plano de ação dentre vários outros (com base em diversos cenários, ambientes, análises e fatores) para uma situação-problema (SHIMIZU, 2001).

Para qualquer tomada de decisão é necessário o acesso a informação. Entretanto a quantidade de dados e informações a que se pode ter acesso atualmente é enorme. Alguns desses dados são organizados e estruturados e outros brutos, oriundos de diversas e heterogêneas fontes. Alguns desses dados são capazes de gerar tanto informações básicas, simples, e públicas, quanto informações detalhadas, complexas e sigilosas. Nesse sentido, é fundamental poder acessar e gerenciar corretamente essas informações que, necessariamente ficam armazenadas em bancos de dados.

Um banco de dados pode ser definido como uma coleção de dados armazenados de forma estruturada de modo a permitir agilidade na busca e na recuperação por meio de um computador, ou sistema computacional. Dados são fatos que podem ser gravados e que possuem um significado implícito. Dessa forma, um banco de dados possui algumas fontes das quais os dados são derivados, alguns níveis de interação com os eventos do mundo real e um público efetivamente interessado em seus conteúdos (ELMASRI; NAVATHE, 2005).

Num outro conceito, o banco de dados pode ser uma estrutura computacional compartilhada e integrada que armazena um conjunto de: dados do usuário final - fatos brutos de interesse para esse usuário; metadados, ou dados sobre dados, por meio dos quais os dados do usuário final são integrados e gerenciados (ROB; CORONEL, 2010).

O objetivo desse artigo é a utilização de uma metodologia multicritério de apoio

à decisão (especificamente o Método de Análise Hierárquica – AHP) para escolha da ferramenta computacional mais adequada para analisar e gerenciar bancos de dados de uma operadora de saúde de médio porte que opera no mercado brasileiro.

## 2. Gerenciamento de Bancos de Dados

O gerenciamento de dados pode ser definido como a prática de coletar, organizar, armazenar e usar informações de forma segura, eficiente e econômica com objetivo de ajudar pessoas e organizações a tomar decisões. Os Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBDs) são um conjunto de programas computacionais que a partir deles é possível criar, manter e acessar um bando de dados (SILBERSCHATZ *et al.*, 2012).

Segundo Souza (2013), o primeiro SGBD de propósito geral, foi projetado por Charles Bachman, na General Electric, no início da década de 1960 e, foi denominado Depósito de Dados Integrado, exercendo influencia de forma expressiva nos sistemas de banco de dados da década de 1960. Posteriormente, na década de 1970, Edgar Codd, do Laboratório de Pesquisa de San Jose, da IBM, propôs uma nova estrutura de representação de dados chamada modelo de dados relacional, que se tornou um marco histórico no desenvolvimento de sistemas de banco de dados.

São características de um SGBD: controle de concorrência, segurança física, segurança lógica, recuperação de falhas, gerenciamento dos mecanismos de armazenamentos de dados, consistência, durabilidade e controle das restrições de integridade do banco de dados (ELMASRI; NAVATHE, 2005).

Para realizar o gerenciamento desses dados de forma segura é necessário um programa computacional (ou sistema) para que se consiga realizar o monitoramento e análise das informações. Com um banco de dados bem estruturado, os colaboradores conseguem realizar todas as atividades com muito mais eficiência e produtividade.

São ainda motivos da importância do gerenciamento de bancos de dados: reduzir os riscos de operação; aumentar segurança das informações sensíveis; customizar experiências de atendimento; realizar análises; realizar previsões; melhorar tomadas de decisão.

No momento da escolha de um sistema de gerenciamento de dados a ser implementado é muito importante levar em consideração alguns critérios, que geralmente são técnicos (tipo de SGDB, tipo de estrutura, forma de acesso, requisitos), econômicos

e até políticos (ELMASRI; NAVATHE, 2005) e, ainda, é fundamental analisar os objetivos a serem alcançados.

Por todos esses motivos, a escolha de um programa computacional eficiente para gerenciar um banco de dados torna-se imprescindível nos negócios das empresas e organizações, e deve ser pensado como uma atividade prioritária. A solução mais adequada vai ajudar os dados a gerarem valor, afinal não basta tê-los, é preciso usá-los com inteligência, agilidade, efetividade e segurança.

### **3. Método de Análise Hierárquica (AHP)**

As metodologias multicritério de apoio à decisão podem ser descritas como um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, sob a influência da multiplicidade de critérios. Essas metodologias se aprofundam na validação associada à análise de coerência, que possibilitam identificar e tratar ambiguidades e conflitos no processo decisório, configurando-se como uma alternativa à modelagem de problemas próximos da realidade, nos quais estejam presentes elementos complexos como: subjetividade e incertezas (COSTA, 2006).

Dentre as principais metodologias multicritério, pode-se destacar o Método de Análise Hierárquica (Analytic Hierarchy Process – AHP), proposto pelo Prof. Thomas Saaty nos anos 70 (SAATY, 1977), que objetiva a seleção, escolha ou priorização de alternativas, em um processo que considera diferentes critérios de avaliação, permitindo a comparação de critérios quantitativos e critérios qualitativos, considerando a subjetividade envolvida nas decisões.

O AHP é considerado como uma das ferramentas de apoio à decisão multicritério mais conhecidas e difundidas, e com o maior número de aplicações relatadas na literatura (VAIDYA; KUMAR, 2006). De fato, o método AHP possui diversas, variadas e recentes aplicações (DWEIRI *et al.*, 2016; PUKALA; PETROVA, 2019; BLAGOJEVIĆ *et al.*, 2020; EMROUZNEJAD; MARRA, 2017).

Os trabalhos de Costa (2003), Catak *et al.* (2012), Ebrahimi e Taheri (2015), Gunawan (2020), Al Nawaiseh *et al.* (2022), El Haoud e Hali (2022), apresentam algumas das importantes contribuições nas utilizações do método AHP (e suas variações), no desenvolvimento, na aplicação, na seleção e na avaliação em associação a sistemas de gerenciamentos de dados.

No AHP, o problema deve ser estruturado em níveis hierárquicos, como forma de buscar melhor compreensão e avaliação. No exercício desta atividade devem ser identificados os elementos-chave para a tomada de decisão, o Foco Principal (objetivo global), as Alternativas e os Critérios (e subcritérios, caso existam), agrupando-os em conjuntos afins, os quais são alocados em camadas específicas. Outras características importantes do AHP são: o ajuste das prioridades, comparando pares à luz de um determinado foco, critério, subcritério e a possibilidade de avaliar o modelo de priorização quanto a sua consistência (SAATY, 1980).

São etapas do método: construção da Hierarquia; aquisição e síntese de dados - matrizes de julgamento; normalização das matrizes; cálculo das Prioridades Médias Locais (PMLs) e das Prioridades Globais (PGs); análise de consistência (COSTA, 2006).

A figura 1 mostra as características da matriz de julgamentos.

Figura 1 - Características da Matriz de Julgamentos.

|          |          |         |          |  |
|----------|----------|---------|----------|--|
| $1$      | $a_{12}$ | $\dots$ | $a_{1n}$ | $a_{ij} > 0$   |
| $a_{21}$ | $1$      | $\dots$ | $a_{2n}$ | $a_{ij} = 1, \text{ se } i = j$                                  |
| $\vdots$ | $\vdots$ | $\dots$ | $\vdots$ | $a_{ij} = 1/a_{ji} \rightarrow \text{reciprocidade}$             |
| $a_{n1}$ | $a_{n2}$ | $\dots$ | $1$      | $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk} \rightarrow \text{transitividade}$ |

onde  $a_{ij}$  reflete a importância de  $A_i$  sobre  $A_j$

Fonte: Adaptado de Freitas *et al.* (2008).

As Prioridades Médias Locais podem ser obtidas por meio de operações matriciais, calculando-se o auto vetor da matriz e normalizando-o em seguida (SAATY, 1980). As Prioridades Globais são obtidas combinando as PMLs relativas a alternativas e critérios (e subcritérios, quando existirem). Os elementos das PGs armazenam os desempenhos das alternativas à luz do Foco Principal.

A análise de consistência garante que os julgamentos oriundos dos especialistas são coerentes e respeitam os princípios da reciprocidade e da transitividade (com certo grau de tolerância). Uma forma de se mensurar o grau da inconsistência em uma matriz paritária é avaliar o quanto o maior autovalor desta matriz ( $\lambda_{\max}$ ) se afasta da ordem da matriz ( $n$ ). Assim o Índice de Consistência (IC) pode ser calculado como mostra a equação 1 (SAATY, 1980).

$$IC = |\lambda_{\max} - n| / (n-1) \quad (1)$$

Entretanto, a gravidade da inconsistência deve ser reduzida com o aumento da ordem da matriz (SAATY, 1980), então a Razão de Consistência (RC) avalia a consistência em relação a ordem da matriz, conforme a equação 2:

$$RC = IC/IR \quad (2)$$

Onde IR é o índice de consistência randômico obtido para uma matriz recíproca, não negativa. A tabela 1 mostra os valores de IR.

Tabela 1 – Valores de IR.

| Ordem da matriz | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Valor de IR     | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

Fonte: Saaty (1980).

Quanto menor for o valor da Razão de Consistência, mais próxima da consistência estará a matriz paritária. Uma boa medida de consistência ocorre, segundo Vargas (1982) quando o valor de RC for menor ou igual a 0,10.

Existem questionamentos quanto ao uso do AHP no que diz respeito à questão de inversão de ordem (*Rank Reversal*) – a posição relativa de alternativas poder ser alterada pela introdução ou remoção de uma nova alternativa. Alguns autores, Wang e Triantaphyllouda, (2008), Wang e Luo, (2009), García-Cascales e Lamata, (2012) afirmam em seus trabalhos que o problema de inversão de ordem não ocorre somente no AHP, mas também em vários outros métodos multicritérios de apoio à decisão.

Além disso, Schoner e Wedley (1989) argumentam que a questão de inversão de ordem não é resultado da introdução de uma nova alternativa no modelo, mas sim da introdução de uma nova alternativa sem a adequada reavaliação dos valores atribuídos aos elementos do nível hierárquico superior.

#### 4. Utilização do AHP

Uma recém-criada operadora de saúde de médio porte precisa gerenciar de forma eficiente um banco de dados de seus beneficiários. Como existem dados sensíveis nas informações contidas neste banco de dados, o trabalho deve ser realizado em equipamento próprio da empresa, onde toda segurança necessária será atendida.

Esta empresa possui apenas um sistema onde estão contidos os dados brutos, não sendo possível manipulá-los, trata-los ou criar relatórios. Para conseguir realizar de modo

eficaz essas funções, precisa escolher um programa computacional de gerenciamento de dados.

Apesar de possuírem funcionários com experiência em programas computacionais para tratamento e manipulação de dados, o chefe do setor responsável optou por solicitar a ajuda de especialistas externos para obter a opção mais adequada ao seu modelo. Assim parte do modelo (foco principal, alternativas e critérios) foi definida internamente e, parte (emissão de julgamentos por especialistas) foi realizada externamente.

#### **4.1 Foco Principal**

Estabelecer de forma clara, objetiva, mas também minuciosa, o foco principal do problema decisório é atividade fundamental na utilização do AHP. Um foco mal dimensionado, pouco explicitado, não refletindo a realidade do problema, poderá levar a erros na atribuição de julgamentos por parte dos especialistas.

Segundo a operadora de saúde, através do funcionário responsável pelo setor, o foco principal pode ser definido como: um programa computacional para importação, manipulação e extração de dados. A empresa aprovou um orçamento de até R\$7.000,00 ao ano para utilização desse programa, mas que seja levada em consideração também a resiliência (preço). Além disso, por ser uma empresa de saúde com médio porte, é necessário que sua capacidade de armazenamento seja ao menos 2GB.

Outra exigência, é que a empresa possua em seus quadros, funcionários que tenham conhecimento e capacidade para trabalhar com o programa escolhido, além da necessidade destes colaboradores transmitirem o conhecimento a outros, ou seja, o programa também deve ter aprendizagem relativamente acessível. Ainda foi desejado um programa com bom design, pois influencia em melhor visualização de relatórios, além de torná-lo mais intuitivo.

#### **4.2 Alternativas**

Como premissa na utilização do método, as alternativas viáveis devem atender os requisitos apresentados no foco principal. Após, entrevistas realizadas com os membros do setor responsável da operadora de seguros, os programas (sistemas) computacionais mais citados, no sentido de servirem a esse propósito, foram: R Studio; SAS; SQL; Microsoft Access.

Entretanto, ao analisar os custos desses programas, foi observado que o SAS possui um preço bastante elevado, ultrapassando o orçamento oferecido pela empresa de R\$ 7000/anual. Por esse motivo, o SAS não foi incluído dentre as alternativas viáveis para análise, ficando assim definidas:

- R Studio;
- SQL;
- Microsoft Access.

### 4.3 Critérios

Segundo Chankong e Haimes (1983), o conjunto de critérios (e/ou subcritérios, se existirem) deve ser completo, ou seja, todas as propriedades relevantes à solução do problema devem estar "cobertas"; mínimo, de modo a não ocorrerem redundâncias ou superposições entre os critérios e operacional, estando em número razoável para que possa ser compreendido e utilizado durante todo o processo, sem criar dificuldades para especialistas e para os cálculos.

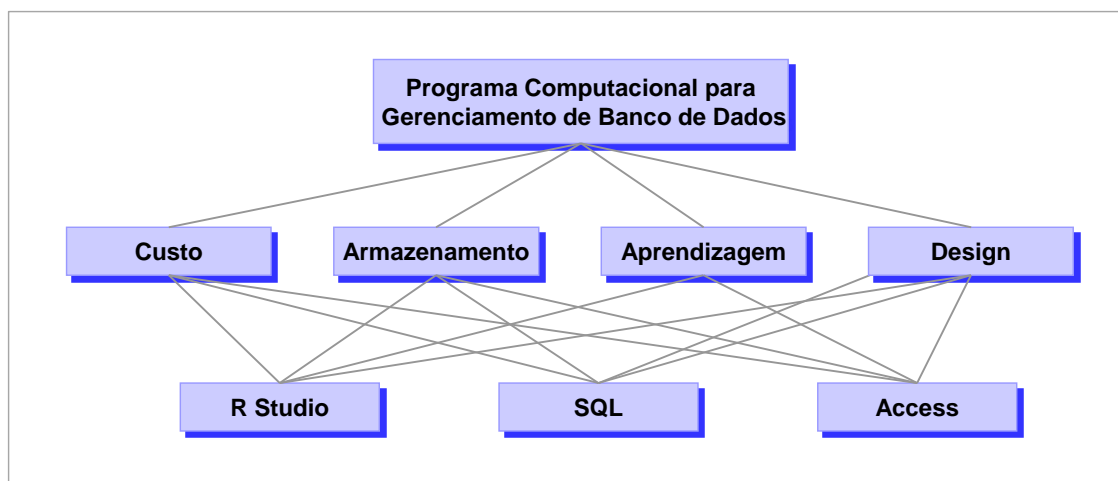
Para definição dos critérios, foi realizado um *brainstorm* online com os funcionários da operadora que fazem parte do setor responsável, discutindo detalhadamente o foco principal, à busca da percepção de cada um para a escolha de um programa computacional adequado. Dessa forma, foi decidido em conjunto pelos seguintes critérios:

- Custo (C1): melhor adequação de custo em relação a empregabilidade (utilidade).
- Capacidade de Armazenamento (C2): para um bom desenvolvimento e inserção de dados, a capacidade de armazenagem se torna essencial.
- Facilidade de Aprendizado (C3): programa ser fácil em suas funções, de forma que sua utilização seja bem transparente.
- Design (C4): significa que na extração de relatórios a visualização seja clara e intuitiva, pois os resultados obtidos podem ser apresentados para as outras áreas da empresa.

Assim a hierarquia do problema ficou definida conforme a figura 2.



Figura 2 - Hierarquia do Problema.



Fonte: Autores

### 4.3 Especialistas e Julgamentos

Os especialistas (ou avaliadores) selecionados para o processo decisório devem possuir domínio completo do problema abordado no foco principal (MALHOTRA *et al.*, 2007), pois a eficácia do resultado do processo está diretamente associada à competência dos especialistas em emitir os julgamentos de valor.

Foram utilizados especialistas externos a empresa, com a condição que tivessem conhecimento e comprovada experiência nos três programas computacionais que compunham as alternativas viáveis, trabalhassem (ou tivessem trabalhado) em operadoras de saúde e, atuassem na área de gerenciamento de bancos de dados.

Para construir as matrizes de julgamento foram enviados formulários explicativos, via Google Forms, para os especialistas escolhidos, para emitirem suas preferências comparando alternativas a luz dos critérios e, os critérios a luz do foco principal. As respostas foram convertidas através da Escala Fundamental proposta por Saaty (1980), conforme a tabela 2.

Tabela 2 – Escala Fundamental.

| Escala Verbal                           | Escala Numérica |
|---|-----------------|
| Igual                                   | 1               |
| Moderada                                | 3               |
| Forte                                   | 5               |
| Muito Forte                             | 7               |
| Extrema                                 | 9               |
| 2, 4, 6, 8 - Julgamentos Intermediários |                 |

Fonte: Saaty (1980).

Como o perfil dos especialistas era semelhante e, todos foram orientados em proceder seus julgamentos de valor em função de um objetivo comum, visando o benefício da empresa, o método escolhido para agregar as matrizes obtidas dos julgamentos de cada especialista foi o de Agregação Individual de Julgamentos (FORMAN; PENIWATI, 1998).

#### 4.5 Resultados

Todos os cálculos foram realizados em planilhas EXCEL®. Na figura 3, são apresentadas as matrizes de comparações das alternativas à luz de cada critério e dos critérios à luz do foco principal, resultantes da Agregação Individual dos Julgamentos.

Figura 3 - Matrizes Agregadas.

|               |          |            |               |
|---------------|----------|------------|---------------|
| <b>C1</b>     | <b>R</b> | <b>SQL</b> | <b>Access</b> |
| <b>R</b>      | 1,00     | 0,36       | 1,91          |
| <b>SQL</b>    | 2,76     | 1,00       | 3,27          |
| <b>Access</b> | 0,52     | 0,31       | 1,00          |

|               |          |            |               |
|---------------|----------|------------|---------------|
| <b>C2</b>     | <b>R</b> | <b>SQL</b> | <b>Access</b> |
| <b>R</b>      | 1,00     | 0,36       | 4,22          |
| <b>SQL</b>    | 2,76     | 1,00       | 6,80          |
| <b>Access</b> | 0,24     | 0,15       | 1,00          |

|               |          |            |               |
|---------------|----------|------------|---------------|
| <b>C3</b>     | <b>R</b> | <b>SQL</b> | <b>Access</b> |
| <b>R</b>      | 1,00     | 0,24       | 1,19          |
| <b>SQL</b>    | 4,16     | 1,00       | 1,91          |
| <b>Access</b> | 0,84     | 0,52       | 1,00          |

|               |          |            |               |
|---------------|----------|------------|---------------|
| <b>C4</b>     | <b>R</b> | <b>SQL</b> | <b>Access</b> |
| <b>R</b>      | 1,00     | 0,44       | 1,44          |
| <b>SQL</b>    | 2,27     | 1,00       | 2,03          |
| <b>Access</b> | 0,69     | 0,49       | 1,00          |

|           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>FP</b> | <b>C1</b> | <b>C2</b> | <b>C3</b> | <b>C4</b> |
| <b>C1</b> | 1,00      | 1,00      | 4,64      | 6,32      |
| <b>C2</b> | 1,00      | 1,00      | 5,00      | 5,59      |
| <b>C3</b> | 0,24      | 0,20      | 1,00      | 1,00      |
| <b>C4</b> | 0,16      | 0,18      | 1,00      | 1,00      |

Fonte: Autores

De posse das matrizes resultantes da agregação dos julgamentos emitidos pelos especialistas, foram calculadas a Prioridades Médias Locais (PMLs) relativas aos Critérios e ao Foco Principal, apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 - Prioridades Médias Locais.

| Critérios / Foco Principal       | Prioridade Média Local   |
|----------------------------------|--------------------------|
| Custo (C1)                       | (0,25; 0,59; 0,16)       |
| Capacidade de Armazenamento (C2) | (0,28; 0,64; 0,08)       |
| Facilidade de Aprendizagem (C3)  | (0,20; 0,57; 0,23)       |
| Design (C4)                      | (0,27; 0,51; 0,22)       |
| Foco Principal (FP)              | (0,42; 0,41; 0,10; 0,07) |

Fonte: Autores.

As PMLs apontam o quanto as alternativas ponderam em relação a cada um dos critérios. Então pode-se observar que a alternativa SQL supera todas as demais em relação a cada critério. E que os critérios Preço e Capacidade de Armazenamento tem influência muito forte no processo decisório.

Na tabela 4, são apresentadas as Prioridades Globais encontradas para as três alternativas: R Studio, SQL e Access.

Tabela 4 – Prioridades Globais.

| Alternativas | Prioridade Global |
|--------------|-------------------|
| R            | 0,26              |
| SQL          | 0,60              |
| Access       | 0,14              |

Fonte: Autores.

Os resultados das PGs apontaram a alternativa SQL (com prioridade igual a 0,60) como a mais adequada, nesse caso, para o gerenciamento do banco de dados na opinião dos especialistas, seguida pela alternativa R (com prioridade igual a 0,26), e pela alternativa Access (com prioridade igual a 0,14).

Os valores da Análise de Consistência - Autovalor máximo ( $\lambda_{\max}$ ), Índice de Consistência (IC) e Razão de Consistência (RC) são apresentados na tabela 5. Como todos os valores da Razão de Consistência encontrados são menores que 0,10, pode-se dizer que os julgamentos são consistentes.

Tabela 5 – Análise de Consistência.

| Critério / Foco Principal        | $\lambda_{\max}$ | IC   | RC   |
|----------------------------------|------------------|------|------|
| Custo (C1)                       | 3,03             | 0,01 | 0,02 |
| Capacidade de Armazenamento (C2) | 3,03             | 0,01 | 0,02 |
| Facilidade de Aprendizagem (C3)  | 3,10             | 0,05 | 0,09 |
| Design (C4)                      | 3,03             | 0,01 | 0,02 |
| Foco Principal (FP)              | 4,25             | 0,08 | 0,09 |

Fonte: Autores.

## 5. Análise de Sensibilidade

Em algumas situações, pode ocorrer algum grau de insegurança do decisor sobre o resultado final do processo. Isso pode ser fruto de alguma dúvida demonstrada pelos especialistas quanto aos juízos emitidos ou ainda quanto ao método usado para agregar

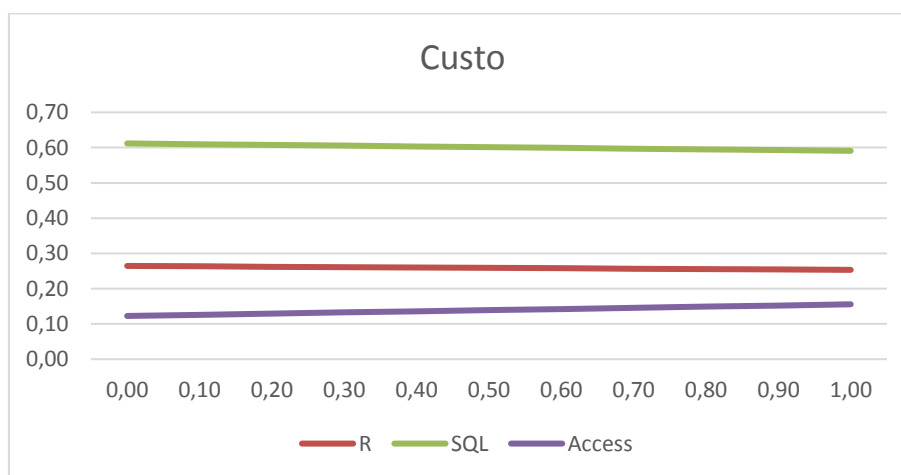
opiniões. Assim é importante examinar quão robusta é a solução do problema, ou seja, o quanto a alternativa selecionada é sensível quanto às mudanças nos juízos emitidos.

Uma opção é variar ligeiramente os valores atribuídos a um ou mais critérios e verificar se a alternativa escolhida permanece a mesma, ou melhor, verificar se o resultado final se altera – mediante uma margem de tolerância (SALTELLI *et al.*, 2000).

A análise de sensibilidade pode ser definida também como procedimento para determinar se a solução obtida com o processo de priorização pode ser modificada com pequenas alterações nos valores dos critérios. Se as alterações não afetarem significativamente a solução, esta pode ser considerada robusta. Se afetarem, pode-se utilizar as informações de saída na modelagem do problema (MALCZEWSKI, 1999).

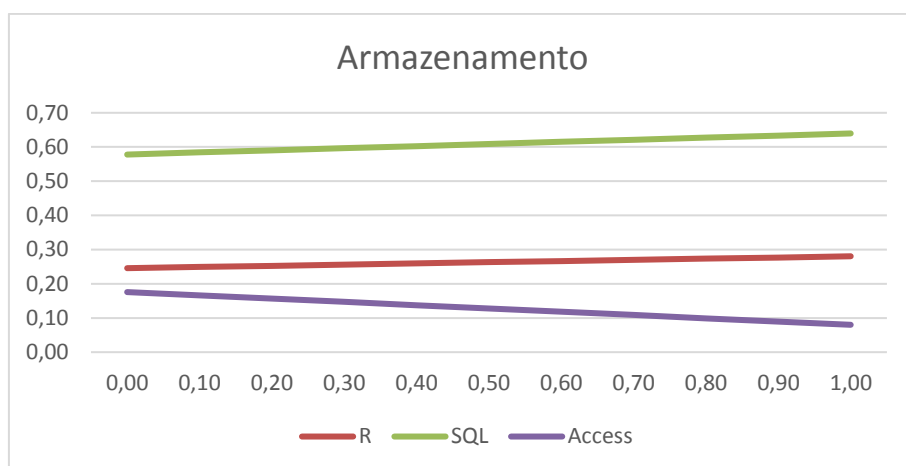
Os gráficos da análise de sensibilidade podem ser observados nas figura 4, 5, 6 e 7, onde fica fácil notar que o resultado é bastante robusto. Para existir alguma alteração no resultado do modelo, o valor do critério Aprendizagem (C3), que obteve pontuação baixa (0,10) em relação ao objetivo global, teria que variar pelo menos 75% e, assim mesmo só acarretaria, a partir dessa mudança, uma alteração das alternativas elencadas como segunda e terceira prioridades (R e Access). A alternativa escolhida como a mais adequada a solução do problema (SQL) não apresentaria alteração em nenhuma circunstância.

Figura 4 - Análise de Sensibilidade – Critério Custo



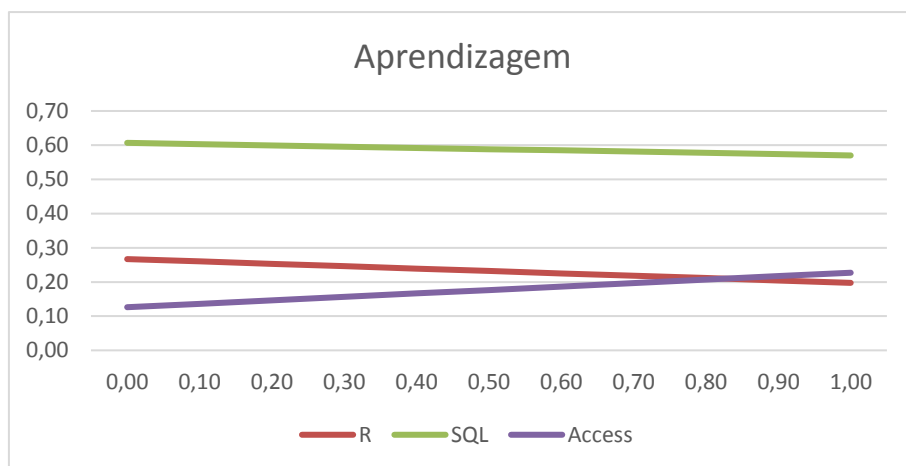
Fonte: Autores.

Figura 5 - Análise de Sensibilidade – Critério Capacidade de Armazenamento



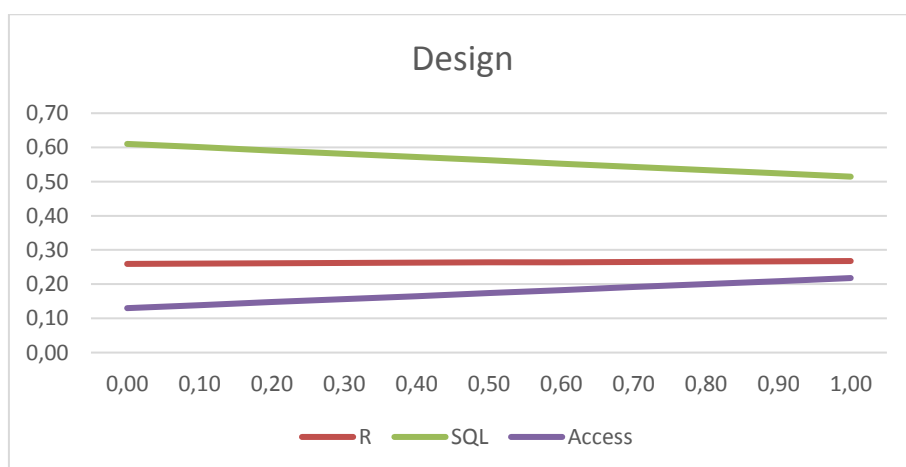
Fonte: Autores.

Figura 6 - Análise de Sensibilidade – Critério Facilidade de Aprendizagem



Fonte: Autores.

Figura 7 - Análise de Sensibilidade – Critério Design



Fonte: Autores.

## 6. Considerações

Esse artigo teve como objetivo a utilização do Método de Análise Hierárquica (AHP) para auxílio à decisão no caso da escolha da ferramenta computacional mais adequada para análise, tratamento e gerenciamento de dados de uma operadora de saúde de porte médio, no mercado brasileiro.

Analisando os resultados verifica-se que a alternativa considerada pelo grupo de avaliadores como a mais interessante no caso foi a linguagem SQL, que obteve a prioridade global 0,60, bem maior que as demais alternativas. R e Access, obtiveram respectivamente, 0,26 e 0,14 como prioridades globais. De fato, o resultado se justifica quando se nota que a alternativa SQL superou as demais em todos os critérios envolvidos no modelo.

Foi realizada a análise de consistência das matrizes que mostrou que os julgamentos emitidos pelos especialistas foram consistentes (todos os valores de Razão de Consistência encontrados foram menores que 0,10). Além disso, foi realizada a Análise de Sensibilidade que demonstrou que o resultado encontrado foi bastante robusto, visto que as variações impostas não alteram a solução.

O modelo e os resultados foram apresentados à gerência da empresa (operadora de seguros) e, ao setor responsável pela elaboração e manutenção do banco de dados, que se mostraram satisfeitos com a solução. Cabe destacar ainda, que todos os envolvidos na elaboração do modelo multicritério de apoio à decisão (gerência, setor responsável, técnicos e especialistas) não tiveram problemas em compreender o processo decisório e o modelo proposto, o que demonstra a utilidade e facilidade do método empregado.

## Referências

AL NAWAISEH, A. J., ALBTOUSH, A., AL NAWAISEH, S. J. Evaluate Database Management System Quality by Analytic Hierarchy Process (AHP) and Simple Additive Weighting (SAW) Methodolog. **Mendel**, vol. 28, no. 2, pp. 67-75, 2022.

BLAGOJEVIĆ, A.; VESKOVIĆ, S.; KASALICA, S.; GOJIĆ, A.; ALLAMANI, A. The application of the Fuzzy AHP and DEA for measuring the efficiency of freight transport railway undertakings. **Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications**, 3(2), 1-23, 2020.

CATAK, F. O.; KARABAS, S. YILDIRIM, S. Fuzzy Analytic Hierarchy based DBMS selection in Turkish national identity card management project. **International Journal of Information Sciences and Techniques (IJIST)**, vol, v. 2, 2012.

CHANKONG, Y.; HAILES, Y. **Multiobjective Decision Making**. Amsterdam, North Holland, 1983.

COSTA, H. G. **Auxílio Multicritério à Decisão: Método AHP**. UFF, Niterói, 2006.

COSTA, M. S. Mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal. **Dissertação** de Mestrado. USP, São Carlos, 2003.

DWEIRI, F.; KUMAR, S.; KHAN, S. A.; JAIN, V. Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. **Expert Systems with Applications**, V. 62, 273-283, 2016.

EBRAHIMI, M.; TAHERI, M. Selection of Database Management System with Fuzzy-AHP for Electronic Medical Record. **International Journal of Information Engineering and Electronic Business**, v. 7, n. 5, p. 1, 2015.

EL HAOUD, N.; HALI, O. AHP spproach for selecting adequate big data analytics platform. **In: International Conference on Intelligent Systems Design and Applications**. Springer, Cham. p. 667-675, 2022.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. B. **Sistemas de Banco de Dados**, São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2005.

EMROUZNEJAD, A; MARRA, M. The state of the art development of AHP (1979–2017): a literature review with a social network analysis. **International Journal of Production Research**. V.55, 22, 6653-6675, 2017.

FORMAN E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European Journal of Operacional Research**, n.108, 165-169, 1998.

FREITAS, A. L. P.; TREVIZANO, W. A.; COSTA, H. G. Uma abordagem multicritério para problemas decisórios com múltiplos grupos de avaliadores. **Investigação Operacional**, n.28, 133-149, 2008.

GARCÍA-CASCALES, M. S.; LAMATA, M. T. On rank reversal and Topsis method. **Mathematical and Computer Modelling**, vol. 56, no.5-6,123-132, 2012.

GUNAWAN, A. Selection of open source database management for system development using Analytic Hierarchy Process Method in PT. XYZ. **In: 2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)**. IEEE. p. 632-636, 2020.

MALHOTRA, V. A.; LEE, M. D.; KHURANA, A. Domain experts influence decision quality: towards a robust method for their indentification. **J. of Petroleum Science and Engineering**, 57, 181-194, 2007.

MALCZEWSKI, J. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. New York, John Wiley, 1999.

PENIWATI, K. Criteria for evaluating group decision-making methods. **Mathematical and Computer Modelling**, vol. 46, Issues 7–8, 935-947, 2007.

PUKALA, R.; PETROVA, M. Application of the AHP method to select an optimal source of financing innovation in the mining sector. **In. Proceedings of IVth International Innovative Mining Symposium (E3S Web Conf.)**, 105, 04034, 2019.

ROB, P.; CORONEL, C. **Sistema de Bancos de Dados: Projeto, Implementação e Gerenciamento**. São Paulo, Cengage Learning Ed, 2010.

SAATY, T. L. A Scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, 15, 234-281, 1977.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York, McGraw-Hill, 1980.

- SALTELLI, A.; CHAN, K.; SCOTT, E. M. **Sensitivity Analysis**. Singapore: John Willey, 2000.
- SCHONER, B.; WEDLEY, W. C. Ambiguous criteria weight in AHP: consequences and solutions. **Decision Sciences**, v.20, 462-475, 1989.
- SHIMIZU, T. **Decisão nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 2001.
- SILBERSCHATZ, A. E.; KORTH H. F.; SUDARSHAN S. **Sistema de Banco de Dados**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- SOUZA, A. M. Critérios de seleção de sistemas de gerenciamento de banco de dados não relacionais em organizações privadas, **Dissertação** de Mestrado. USP, São Paulo, 2013.
- VAIDYA, O.; KUMAR, S. Analytic Hierarchy Process: an overview of applications. **European Journal of Operational Research** 169(1):1-29, 2006.
- VARGAS, L. G. Reciprocal matrices with random coefficients. **Mathematical Modelling**, 3, 69-81, 1982.
- WANG, Y. M.; LUO, Y. On rank reversal in decision analysis. **Mathematical and Computer Modelling**, vol.49, no.5-6, 1221-1229, 2009.
- WANG, X.; TRIANTAPHYLLOU, E. Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods, **Omega**, Vol. 36, 45-63, 2008.



## MULTICRITERIA ANALYSIS TO SELECT A DATABASE MANAGEMENT SOLUTION FOR A HEALTH CARE OPERATOR

### Abstract

*This article presents the use of a multi-criteria decision methodology, specifically the Analytic Hierarchy Process (AHP), to choose the most appropriate computer program to be adopted by a midsize health care company operating in the Brazilian market, in the analysis and management of their database. The alternatives, criteria and specialists were defined in agreement with the company and are described in the text. The developed model with the calculations are also presented and the results pointed to SQL as the most adequate solution. The consistency analysis of judgments as well as the sensitivity analysis reinforced the robustness of the results.*

**Key-words:** Database Management; AHP; Health Care Operator; Multicriteria Methodology.