



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO EM CIÊNCIAS E SAÚDE

Denise Sampaio de Araujo

O USO DO AHP E DA BLOCKCHAIN NA GESTÃO EDUCACIONAL DE UM  
SISTEMA DE ACREDITAÇÃO INTERNACIONAL DE SAÚDE

PALMAS – TO  
2020

DENISE SAMPAIO DE ARAUJO

O USO DO AHP E DA BLOCKCHAIN NA GESTÃO EDUCACIONAL DE UM  
SISTEMA DE ACREDITAÇÃO INTERNACIONAL DE SAÚDE

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
do Tocantins – UFT como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Mestre em Ensino em  
Ciências e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Patrick Letouze Moreira

PALMAS – TO

2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

---

A663u Araujo, Denise Sampaio de.  
O USO DO AHP E DA BLOCKCHAIN NA GESTÃO EDUCACIONAL DE  
UM SISTEMA DE ACREDITAÇÃO INTERNACIONAL DE SAÚDE. / Denise  
Sampaio de Araujo. – Palmas, TO, 2020.  
139 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins  
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em  
Ensino em Ciências e Saúde, 2020.

Orientador: Patrick Letouze Moreira

1. Blockchain. 2. AHP. 3. Sistema de Acreditação Internacional de Saúde.  
4. Gestão Educacional. I. Título

**CDD 372.35**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer  
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.  
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184  
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

DENISE SAMPAIO DE ARAUJO

O USO DO AHP E DA BLOCKCHAIN NA GESTÃO EDUCACIONAL DE UM  
SISTEMA DE ACREDITAÇÃO INTERNACIONAL DE SAÚDE

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde da Universidade Federal do Tocantins – UFT como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino em Ciências e Saúde e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela banca examinadora.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Patrick Letouze Moreira – UFT (Orientador/Presidente)

---

Prof. Dr. Gentil Veloso Barbosa (Examinador)

---

Prof. Dr. Antônio Wanderley de Oliveira (Examinador)

---

Profa. Dra. Denise de Barros Capuzzo (Examinadora)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, a minha família e ao meu orientador em virtude da contribuição para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Esta pesquisa propôs um estudo da literatura científica para compreender e orientar profissionais de saúde e educação, pacientes e discentes, instituições de saúde e ensino, e pesquisadores sobre as publicações acerca do tema. As ferramentas avaliadas mostram suas potenciais contribuições nessas áreas, apontando suas vantagens e desafios nas aplicações. A metodologia adotada foi principalmente bibliográfica, através da análise de publicações de periódicos acessados em meio eletrônico, para apontar as questões da pesquisa, os termos de busca das bases de dados, a avaliação e seleção de artigos científicos conforme os critérios de inclusão e exclusão, a coleta de dados e a interpretação dos resultados, com o fim de estudar de forma detalhada e compreender o uso do Processo de Hierarquia Analítica e da *Blockchain* para realizar a gestão educacional no Sistema de Acreditação Internacional, considerando a escolha de melhores decisões. Foram elaborados quatro artigos científicos, a fim de melhor apreender sobre essas ferramentas e, assim, atingir aos objetivos da pesquisa, sendo os artigos: *Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa; Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades; Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação; e Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde Baseado em *Blockchain*. Enquanto o AHP foi retratado como um método que possibilita a tomada de decisão mais adequada, com resultados confiáveis para problemas complexos, observou-se também que o sistema educacional denotou uma crescente necessidade de aperfeiçoar suas práticas. Dessa forma, é possível conceber que o uso do método AHP pode apoiar na melhoria da gestão educacional, no âmbito de um Sistema Internacional para a Acreditação de profissionais de saúde, a exemplo da seleção de instituições, profissionais, treinamentos e etc. A pesquisa ilustrou ainda que a *Blockchain* permite implementar aplicativos em sistemas de saúde, podendo contribuir na prestação de serviços, ao oferecer informações confiáveis, com privacidade, segurança e em rede descentralizada, o que pode amparar a qualidade e padrão desses serviços. O trabalho também abordou que o uso da *Blockchain* no SIA propicia o registro das ações de acreditação e certificação com o rastreamento dessas informações, admitindo-se o anonimato de discentes, docentes e de pacientes na escolha ou avaliação posterior de profissionais ou instituições. O SIA também possibilita contribuir para o melhor funcionamento das sociedades profissionais, uma vez que os processos de certificação e acreditação podem ser gerenciados pelo próprio SIA, através de normas e diretrizes que regulamentam suas atividades. Assim, o presente trabalho foi desenvolvido a fim de investigar possibilidades para uma melhor gestão educacional no sistema de acreditação internacional de profissionais de saúde com o uso do AHP e *Blockchain* de forma conjunta.

**Palavras-chave:** registros pessoais de saúde, privacidade, segurança, administração em educação, processo de hierarquia analítica, gerenciamento educacional e política educacional, acreditação, *blockchain*, serviço de saúde, sociedade profissional, design de serviços.

## ABSTRACT

This research proposed a study of the scientific literature to understand and guide health and education professionals, patients and students, health and teaching institutions, and researchers on publications on the subject. The evaluated tools show their potential contributions in these areas, pointing out their advantages and challenges in the applications. The methodology adopted was mainly bibliographic, through the analysis of publications of journals accessed electronically, to point out the research questions, the search terms of the databases, the evaluation and selection of scientific articles according to the inclusion and exclusion criteria, collecting data and interpreting results, in order to study in detail and understand the use of the Analytical Hierarchy Process and Blockchain to carry out educational management in the International Accreditation System, considering the choice of better decisions. Four scientific articles were prepared in order to better learn about these tools and, thus, achieve the research objectives, being the articles: Blockchain in Health: A Qualitative Review; A Systematic Mapping of the Use of the Analytical Hierarchy Process in Primary, Secondary Schools and Universities; Systematic Mapping and the Use of Analytical Hierarchy Processes in Education Management; and An International Accreditation System for Healthcare Professionals Based on Blockchain. While AHP was portrayed as a method that enables more appropriate decision making, with reliable results for complex problems, it was also observed that the educational system showed an increasing need to improve its practices. Thus, it is possible to conceive that the use of the AHP method can support the improvement of educational management, within the scope of an International System for the Accreditation of health professionals, such as the selection of institutions, professionals, training, etc. The research also illustrated that Blockchain allows to implement applications in healthcare systems, being able to contribute to the provision of services, by offering reliable information, with privacy, security and in a decentralized network, which can support the quality and standard of these services. The work also addressed that the use of Blockchain in SIA allows the registration of accreditation and certification actions with the tracking of this information, admitting the anonymity of students, teachers and patients in the choice or later evaluation of professionals or institutions. The SIA also makes it possible to contribute to the better functioning of professional societies, since the certification and accreditation processes can be managed by SIA itself, through rules and guidelines that regulate its activities. Thus, this work was developed in order to investigate possibilities for better educational management in the international accreditation system for health professionals with the use of AHP and Blockchain jointly.

**Keyword:** personal health records, privacy, security, education administration, analytical hierarchy process, educational management and educational policy, accreditation, blockchain, health service, professional society, service design.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1: Etapas de elaboração do mapeamento sistemático adaptado do Cochrane Handbook para a Blockchain na Saúde. Fonte: Clarke, 2001.

Figura 2: Etapas de elaboração do mapeamento sistemático adaptado do Cochrane Handbook para o Processo de Hierarquia Analítica. Fonte: Clarke, 2001.

Figura 3: Diagrama de distribuição dos artigos para o Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Mapeamento entre Bitcoin e SIA.

Tabela 2: Mapeamento entre Omniphr e SIA.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |  |
|---------|--|
| AHP     | “Analytic Hierarchy Process” – Processo de Análise Hierárquica   |
| ACM     | “Association for Computing Machinery” – Associação para Máquinas de Computação   |
| CA      | “Correspondence Analysis” – Análise De Correspondência   |
| CBIS    | Congresso Brasileiro de Informática em Saúde   |
| CAPES   | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  |
| CSF     | “Critical Success Factors” – Fatores Críticos de Sucesso   |
| DEA     | Análise de Envolvimento de Dados   |
| DPC     | Desenvolvimento Profissional Contínuo  |
| EA      | “Evolutionary Acquisition” – Aquisição Evolutiva   |
| EA-IRPM | “Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management” – Gerenciamento Interdisciplinar de Projetos de Pesquisa em Aquisição Evolutiva |
| EAN     | “European Accreditation Network” – Rede Européia de Credenciamento   |
| EBM     | “Evidence-Based Medicine” – Medicina Baseada em Evidências   |
| ERIC    | “Education Resources Information Center” – Centro de Informações de Recursos Educacionais  |
| FAHP    | Processo de Hierarquia Analítica Difusa  |
| GDUFS   | Universidade de Estudos Estrangeiros de Guangdong na China   |
| HTML    | “Hyper Text Markup Language” – Linguagem de marcação de hipertexto   |
| IAU     | Universidade Islâmica de Azad  |
| IBM     | “International Business Machines Corporation” – Corporação Internacional de Negócios com máquinas  |
| IC      | Índice de Consistência   |
| IEEE    | “Institute of Electrical and Electronics Engineers” – Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos   |
| IJiet   | “International Journal of Information and Education Technology” – Revista Internacional de Tecnologia da Informação e Educação                           |
| IRPM    | “Interdisciplinary Research Project Management” – Gerenciamento Interdisciplinar de Projetos de Pesquisa   |
| IT      | “Information Technology” – Tecnologia da Informação  |
| MOHE    | Ministério do Ensino Superior da Malásia   |
| P2P     | “Peer-to-Peer” – Ponto a Ponto   |
| PPR     | “Patient-Provider Relationship Contract” – Contrato de Relacionamento Paciente-Fornecedor  |
| RA      | “Requirements Analysis” – Análise de Requisitos  |
| RC      | “Register Contract” – Registro de Contrato   |
| RGM     | “Reporting Guidelines in Medicine” – Diretrizes para relatórios em medicina  |
| SC      | “Summary Contract” – Contrato Resumido   |
| SIA     | Sistema de Acreditação Internacional em Saúde  |
| HSS     | “Health Service Systems” – Sistemas de Serviços de Saúde   |
| STMIK   | Universidade de Informática e Gerenciamento de Computadores na Indonésia   |
| TCP/IP  | “Transmission Control Protocol / Internet Protocol” – Protocolo de Controle de Transmissão / Protocolo da Internet                                       |
| TIC     | Tecnologia da Informação e Comunicação   |
| UAQ     | Universidade Autônoma de Querétaro   |

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| CAPÍTULO 1 .....   | 12  |
| 1.1 Introdução .....   | 12  |
| 1.2 Motivação.....   | 13  |
| 1.3 Objetivos .....  | 15  |
| 1.4 Estrutura da Dissertação .....   | 16  |
| CAPÍTULO 2: Fundamentos .....  | 18  |
| 2.1 Blockchain .....   | 18  |
| 2.2 Processo de Hierarquia Analítica .....   | 20  |
| 2.3 Sistema Internacional de Acreditação .....   | 21  |
| CAPÍTULO 3: Metodologia.....   | 25  |
| 3.1 <i>Blockchain</i> na Saúde.....  | 26  |
| 3.2 Processo de Hierarquia Analítica .....   | 27  |
| 3.3 Sistema Internacional de Acreditação .....   | 29  |
| CAPÍTULO 4: Resultados.....  | 32  |
| 4.1 <i>Blockchain</i> na Saúde.....  | 32  |
| 4.2 Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades.....  | 35  |
| 4.3 Processo de Hierarquia Analítica na Gestão da Educação .....   | 47  |
| 4.4 Sistema Internacional de Acreditação .....   | 51  |
| CAPÍTULO 5: Discussão.....   | 54  |
| 5.1 <i>Blockchain</i> na Saúde.....  | 54  |
| 5.2 Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades.....  | 55  |
| 5.3 Processo de Hierarquia Analítica na Gestão da Educação .....   | 56  |
| 5.4 Sistema Internacional de Acreditação .....   | 56  |
| A. Análise de Riscos na Gestão de Dados da Saúde .....   | 58  |
| Conclusão .....  | 64  |
| Referências.....   | 67  |
| APÊNDICE 1 .....   | 76  |
| Blockchain na Saúde: Uma Revisão Qualitativa .....   | 76  |
| APÊNDICE 2 .....   | 89  |
| Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades ..... | 89  |
| APÊNDICE 3 .....   | 111 |
| Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos de Hierarquia Analíticos na Gestão da Educação .....                                   | 111 |

|  |     |
|--|-----|
| APÊNDICE 4 .....   | 120 |
| Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde Baseado em Blockchain<br>..... | 120 |

# CAPÍTULO 1

## 1.1 Introdução

A migração de profissionais nas instituições e organizações tornou-se uma realidade dinâmica, especialmente para profissionais qualificados. Na União Europeia, essa prática já traz desafios, sendo os mesmos observados no contexto de profissionais de saúde, tudo em busca da melhoria do atendimento e tratamento de paciente. Diante de tal questão, os termos acreditação e certificação de profissionais de saúde tornam-se imperativos a fim de fundamentar a necessidade indicada. Deste modo, a proposição de um Sistema Internacional de Acreditação (SIA) de Saúde pode ser uma abordagem que promova as melhorias desejadas [1], [2], [3], [4].

Dado um SIA [2], surge a proposição do gerenciamento das atividades educacionais [5], [13] e das certificações dos profissionais para acreditação. As habilidades e competências dos profissionais integrantes do sistema devem ser mantidas e verificadas para preservar o funcionamento correto do sistema e também atingir o objetivo a que se destina. A manutenção e verificação das atividades, certificações e acreditação são componentes da gestão educacional do SIA. Assim sendo, esta pesquisa tem como diretriz [35] investigar possibilidades para essa gestão educacional do Sistema Internacional de Acreditação<sup>1</sup>, verificando, em particular, o uso do Processo de Hierarquia Analítica<sup>2</sup> e da *Blockchain*<sup>3</sup> [1], [7], [8], [12].

Para abordar o problema, são observadas algumas considerações fundamentais, tais como: a) o SIA se baseia no sistema *Reporting Guidelines in Medicine* (RGM), este funciona como uma rede social para a criação, desenvolvimento e gerenciamento de normas e diretrizes em saúde, que possibilitam o regramento da gestão educacional na acreditação; b) a *Blockchain* garante a operação de transações dotadas de anonimato, devendo-se verificar as que são pertinentes à gestão educacional na acreditação; c) o AHP dá suporte à tomada de decisão, seu uso possibilita auxiliar o SIA na seleção de pessoal e outras escolhas necessárias para o melhor funcionamento do sistema, a exemplo da escolha de um profissional para realizar um treinamento em um hospital ou instituição de

---

<sup>1</sup> Sistema Internacional de Acreditação (SIA) é uma organização autônoma, descentralizada, que funciona em rede social, com o objetivo de fornecer serviços a profissionais e pacientes de saúde [2].

<sup>2</sup> Processo de Análise Hierárquica (AHP) é um método que produz resultados confiáveis para a tomada de decisão de problemas complexos [10], [11].

<sup>3</sup> *Blockchain* é uma tecnologia para redes que possibilita a implementação de aplicativos, como as criptomoedas [22].

ensino, ao considerá-lo o mais qualificado dentro das escolhas possíveis no contexto da acreditação [2], [35].

## 1.2 Motivação

A tecnologia *Blockchain* vem se destacando nos últimos anos em diversos campos, dentre eles o setor da saúde, oferecendo um banco de dados seguro e distribuído, que pode operar sem um intermediário, como uma autoridade ou administrador nas transações ou informações. Esta tecnologia proporciona funções de compartilhamento e privacidade de dados pessoais dos pacientes [1], [18]. O compartilhamento de dados médicos possibilita a obtenção do histórico dos pacientes entre as instituições envolvidas, respeitando os requisitos de privacidade. Assim, os registros médicos poderiam ser acessados, através da *Blockchain*, de forma segura, sem violar a privacidade e sem intermediários, ao garantir a interoperabilidade de dados entre os profissionais da saúde e pacientes, bem como também quando aplicada entre as instituições de ensino [1], [2].

Dessa forma, as inovações proporcionadas pela tecnologia *Blockchain* demonstram: a importância da interoperabilidade de dados, para facilitar o acesso à informação de forma segura e rápida; tratamentos mais adequados com base no histórico do paciente; avaliação com enfoque no desempenho do estudante ao longo de sua formação; além de promover a pesquisa científica ao dispor de um maior volume de dados coletados [1], [19]. Portanto, em um contexto educacional de um SIA, a *Blockchain* pode ser aplicada tanto para discentes quanto docentes, em termos de registros e dados acadêmicos, ou seja, enseja a aplicação aos dados necessários para certificações e creditações [1], [2].

Em relação à tomada de decisão no contexto educacional de um SIA, vale observar o que Saaty declara, ao afirmar que a tomada de decisão é um processo mental cognitivo, resultante da seleção da ação mais adequada, e que o uso do AHP na educação requer a divisão do problema em uma hierarquia de subproblemas para melhor compreensão. Cada um pode ser verificado de forma independente, para a posterior tomada de decisão [5], [9], [13].

Assim, sendo o AHP um método que resulta na seleção da ação mais adequada [5], [9], [13], seu uso produz resultados confiáveis para a tomada de decisão de problemas complexos [5], [10], [11], [13]. Por outro lado, a educação demonstra uma crescente necessidade de promover pesquisas para aprimorar suas práticas, tornando-se fundamental a adoção de novas ferramentas e técnicas nesse contexto, como o AHP, que

pode apoiar a tomada de decisão para melhorar a qualidade das instituições de ensino, seja nas resoluções de conflitos, escolha de materiais didáticos, ou na seleção de professores [5], [6].

Um Sistema Internacional de Acreditação de Profissionais de Saúde, pode contribuir para o melhor funcionamento das próprias sociedades profissionais [3], uma vez que a acreditação e a certificação estão vinculadas à comprovação da competência profissional, à capacidade de aplicar conhecimentos e habilidades junto com as melhores práticas da profissão. Como o SIA é uma organização autônoma, descentralizada e sem fins lucrativos, que funciona em um sistema web de rede social, tendo como objetivo fornecer serviços a profissionais e pacientes de saúde, ele consiste em campo fértil à implementação da *Blockchain* para a promoção da gestão educacional na área da acreditação [2], [21].

O credenciamento em rede no SIA funcionaria como uma rede de organização profissional para fornecer credenciamento de atividades educacionais para profissionais de saúde, com o fim de melhorar a qualidade das atividades de desenvolvimento profissional contínuo e com controle externo de qualidade [4]. Uma vez que o SIA é uma organização sem fins lucrativos, que surgiu para inovar de forma significativa com os atributos de autonomia e independência, isso possibilita importantes benefícios, ao criar um sistema com critérios para credenciamento em cooperação com parceiros [2]. Esse sistema é gerenciado pelo agrupamento de sociedades profissionais, através de normas e diretrizes que regulamentam suas práticas [2], [34], [35], o que permite a definição de parâmetros de medição com sua visualização gráfica, e também o rastreamento do seu histórico, tornando possível avaliar o desenvolvimento das diretrizes, com o objetivo de melhoria qualitativa dos serviços [2].

A contribuição inovadora da *Blockchain* ao Sistema Internacional de Credenciamento para profissionais de saúde é compartilhar credenciamento e conhecimento, com o aspecto de rede social/profissional. Com isso, pacientes podem acessar histórico de credenciamento de profissionais de saúde e histórico de certificações das instituições. Dessa forma, o SIA pode representar uma referência histórica para pacientes, profissionais e instituições, dando suporte na escolha de profissionais e instituições de saúde [2]. Entretanto, há também desafios para o design de serviços sistêmicos, pois os projetistas devem observar as características clientes-alvo, conveniência, pontualidade e outros recursos, por isso o projeto deve ser adaptado ao público envolvido para maximizar esses atributos [2], [29], sendo desejável desenvolver

sistemas de serviços de saúde centrados no paciente, com uma medicina baseada na qualidade de evidências e recomendações, como requisito significativo para a arquitetura e engenharia de software [2], [30]. Outro desafio a destacar seria a dimensão internacional do sistema de acreditação, porque induz o fornecimento de serviço de forma globalizada [2].

Diante da exposição e detalhamento das contribuições possíveis das atuações conjuntas do SIA, AHP e *Blockchain*, observadas as características de descentralização, votação consensual e anonimato, próprias da *Blockchain*, e que propiciam o uso do AHP, acredita-se que a aplicação dessas ferramentas e técnicas podem proporcionar melhorias na gestão educacional na área de acreditação.

### 1.3 Objetivos

O Objetivo Geral do trabalho é analisar a aplicação do Processo de Hierarquia Analítica e da *Blockchain* na gestão educacional no Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde.

Os Objetivos Específicos se referem a compreender o funcionamento do Processo de Hierarquia Analítica e da *Blockchain*, com o fim de aprimorar a gestão educacional no Sistema de Acreditação Internacional, investigando sistematicamente na literatura científica como se caracteriza a utilização:

- i) da *Blockchain* como auxiliar nos processos de interoperabilidade de dados na saúde, seus benefícios e limites (artigo “*Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa” [1]);
- ii) do Método de Hierarquia Analítica (AHP) como auxiliar nos processos de tomada de decisão na educação básica e na superior (artigo “Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades” [5]);
- iii) do Método de Hierarquia Analítica (AHP) como auxiliar nos processos de tomada de decisão na gestão da educação (artigo “Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação” [13]);
- iv) da *Blockchain* para compreender e gerar um novo fundamento ou metodologia para desenvolver novos serviços, através da criação de um Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde (artigo

“Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde baseado em *Blockchain*” [2]).

Assim, os objetivos dos segmentos abordados acima foram delineados e atingidos para dar embasamento didático que corresponda aos Objetivo Geral e Específicos no desenvolvimento da arquitetura do presente trabalho.

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

A fim de explanar de forma mais clara e didática, a estrutura do trabalho foi disposta da seguinte forma:

- No Capítulo 1, a Introdução do trabalho esclarece, de forma resumida e geral, a proposta da pesquisa com todas as suas etapas bem definidas: identificando o problema a ser investigado, a motivação ou justificativa da pesquisa a ser desenvolvida, bem como sua metodologia, os objetivos gerais e específicos que visamos alcançar e a estrutura da dissertação.

- No Capítulo 2, ocorre a descrição dos Fundamentos da pesquisa, com um referencial teórico sobre a tecnologia *Blockchain*, o Processo de Hierarquia Analítica e o Sistema Internacional de Acreditação, contextualizando-os para o ensino-aprendizagem na acreditação de profissionais na área da saúde, de acordo com as interrogações propostas neste estudo.

- No Capítulo 3, é demonstrada a Metodologia adotada neste trabalho, apresentando o planejamento da revisão bibliográfica como método de pesquisa, a especificação das questões da pesquisa, a definição dos termos de busca das bases de dados, a avaliação e seleção dos estudos encontrados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, a coleta de dados, o agrupamento dos dados, bem como a interpretação dos resultados. Sempre considerando as abordagens desenvolvidas na *Blockchain* na Saúde, no Processo de Hierarquia Analítica na Educação e na Gestão Educacional no Sistema de Acreditação Internacional, com o fim de compreender a interação entre eles, como o ensino-aprendizagem na acreditação com o uso da *Blockchain*; e como a tomada de decisão com o uso do AHP pode auxiliar o SIA na escolha de pessoal e demais serviços necessários para melhor atender às práticas.

- No Capítulo 4, são demonstrados os Resultados encontrados na revisão bibliográfica, relacionados a *Blockchain* na Saúde, ao Processo de Hierarquia Analítica e ao Sistema de Acreditação Internacional.

- No Capítulo 5, é retratada a Discussão dos artigos científicos que fundamentaram a presente pesquisa, na busca de informações e respostas aos desafios para o ensino-aprendizagem na acreditação com o uso da *Blockchain*, bem como na tomada de decisão com o uso do AHP no auxílio ao SIA para as escolhas mais adequadas. Apresenta as questões de investigação, as vantagens e desvantagens de cada uma dessas abordagens, considerando as observações realizadas a partir da verificação de cada estudo incluído na pesquisa. Neste capítulo, na Seção “A” são apresentadas as Análises de Riscos na Gestão de Dados da Saúde traz uma, destacando os desafios decorrentes do uso de tecnologias e ferramentas nesse contexto.

- A Conclusão da dissertação é apresentada, após a investigação do problema levantado e as possíveis respostas, com a indicação das contribuições praticáveis pelo trabalho desenvolvido e os desafios a serem observados.

- Após, são descritas as Referências da dissertação, composta pelos artigos necessários para a investigação e que fundamentam a presente pesquisa.

- Por último, o Apêndice apresenta os artigos escritos que fundamentam a dissertação: Apêndice 1: *Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa [1]; Apêndice 2: Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades [5]; Apêndice 3: Mapeamento Sistemático e o uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação [13]; Apêndice 4: Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde Baseado em *Blockchain* [2].

## CAPÍTULO 2: Fundamentos

Neste capítulo, os principais conceitos e definições são apresentados, estando estes alinhados com as interrogações propostas na pesquisa e pretendem, a partir de consultas bibliográficas, propiciar uma base teórica de conhecimento sobre o tema do trabalho [1], [2], [5], [13].

### 2.1 Blockchain

O termo interoperabilidade de dados da saúde, através da implementação da *Blockchain*, é por natureza um campo vasto e importante de estudos, devido à infinidade de saberes que são necessários para que este processo aconteça de forma adequada ao tipo de aplicação a que se propõe [1].

Para melhor compreensão dos implementos possíveis na *Blockchain*, é importante investigá-la desde a sua criação. Entre os anos de 2008 a 2009 foi criada a bitcoin, por Nakamoto, uma moeda digital com base em criptografia, sem a necessidade de uma autoridade central. Este resultado só foi possível devido a criação da *Blockchain* por Nakamoto, que escreveu um algoritmo de consenso para garantir que uma pessoa ficasse impedida de gastar a mesma bitcoin mais de uma vez. A *Blockchain* é uma forma de armazenar informações, enquanto a bitcoin guarda os dados das transações entre os usuários [1], [2], [14].

A nova tecnologia, a *Blockchain*, pode ser uma estratégia para enfrentar alguns desafios recorrentes na área da saúde e ensino. O conceito de *Blockchain* refere-se a uma cadeia de blocos de dados contendo registros replicados e compartilhados com todos os participantes da rede. Cada novo registro de informações representa um bloco de dados a ser conectado à cadeia preexistente, sendo reproduzido para todos os membros da *Blockchain*. Para que esse bloco seja adicionado, ele precisa ser validado. Estes blocos de dados obedecem a uma ordem cronológica de inserção à cadeia, o que permite a rastreabilidade de dados na rede. Observa-se que as cadeias de blocos de dados pertencentes a cada participante da rede são constantemente averiguadas através de um programa de consenso que as compara, verificando se todas são idênticas, impedindo, dessa forma, que se promova a corrupção dos dados [1], [15].

Diversos são os protocolos de implementação de *Blockchains*. Dentre eles o mais importante é o protocolo *Ethereum*, que pode ser descrito como uma filosofia de design que permite a execução de programas em sua estrutura chamados de contratos inteligentes

[1], [16]. Estes contratos possibilitam diversas aplicações, tais como o armazenamento e compartilhamento de registros [1], [17].

A tecnologia *Blockchain* vem se destacando nos últimos anos em diversos campos, dentre eles o setor de saúde, oferecendo um banco de dados seguro e distribuído, que pode operar sem uma autoridade ou administrador em transações ou informações. Esta tecnologia proporciona funcionalidades que resolvem os problemas de redundância, compartilhamento de dados e privacidade de dados pessoais dos pacientes, conforme apontam Angraal et al [18].

O compartilhamento de dados médicos possibilita a obtenção do histórico dos pacientes entre as instituições envolvidas, respeitando os requisitos de privacidade. Assim, os registros médicos e acadêmicos poderiam ser acessados, através da *Blockchain*, de forma segura, sem violar a privacidade e sem intermediários, ao garantir a interoperabilidade de dados entre os profissionais da saúde e pacientes, bem como as Instituições de ensino e alunos, salientando-se a necessidade de capacitação dos recursos humanos que contemplem as referidas áreas, consoante com as inovações proporcionadas pela tecnologia *Blockchain* que demonstram: a importância da interoperabilidade de dados, para facilitar o acesso à informação de forma segura e rápida, tratamentos mais adequados com base no histórico do paciente, avaliação com enfoque no desempenho do estudante ao longo de sua formação, além de promover à pesquisa científica dispondo de um maior volume de dados coletados, de acordo com o entendimento de Roehrs et al [19].

É necessário compreender o termo “Interoperabilidade das Informações”, devido à utilização crescente de novas tecnologias tem sido amplamente considerada para o aprimoramento das práticas das Instituições de Saúde e Ensino, no entanto os registros médicos e acadêmicos ainda padecem de um melhor tratamento para o uso dos dados. Os sistemas de saúde e ensino ainda adotam dados em papel e arquivos físicos, deixando claro o quanto a informação no setor da saúde e ensino se encontra dispersa [20].

A comunicação é o desafio mais importante para a Informática Médica, segundo Marsden S. Scott Blois (1984) pai da Informática Médica. Diversas organizações surgiram visando gerenciar as informações na assistência médica, suas diretrizes são firmadas na redução dos custos e na avaliação da qualidade da atenção a pacientes, por meio da interoperabilidade das informações [20].

Para compreender o uso de instrumentos de informação na saúde, é necessário entender o termo interoperabilidade em assistência médica. O conceito de interoperabilidade permite inferir como os sistemas interagem entre si. Refere-se às

interações que ocorrem entre as instituições, para manter a coerência e a utilidade do procedimento, ao apresentar respostas funcionais e seguras. Do contrário, o uso inadequado das informações médicas gera falhas de comunicação, dificuldades nas organizações, sistemas propensos a erros médicos e falhas de implementação [20].

Desse contexto, decorrem reflexos significativos referentes a comunicação ineficaz das interações humanas para o funcionamento interno das instituições, bem como resultando no prejuízo das interações entre as instituições envolvidas [20], o que demonstra a necessidade de um sistema unificado para promover a comunicação de registros médicos distribuídos em diversas organizações de saúde, que atendam a protocolos de segurança com base em criptografia, que são cálculos matemáticos alfanuméricos difíceis de serem decifrados, facilitando a gestão de dados pelo próprio paciente, através das permissões definidas em contratos inteligentes, além da possibilidade de obter dados estatísticos de forma escalável, para melhorar a qualidade do cuidado ofertado pela entidade de saúde [19].

## **2.2 Processo de Hierarquia Analítica**

Nesta seção, é necessário salientar a origem e o funcionamento do AHP, para a tomada de decisão, considerando os critérios e pesos para tal fim. Assim, o Processo de Hierarquia Analítica foi criado por Saaty, matemático e professor da Universidade de Pittsburgh, na Pensilvânia, na década de 70. O método tem como fundamentos a matemática e a psicologia [7], verificando os critérios e as relações entre eles, com o objetivo de identificar os indicadores desse processo, para obter a resposta mais compatível com a medição de desempenho [8].

Saaty [9] explica que a tomada de decisão é um processo mental cognitivo, resultante da seleção da ação mais adequada, baseado em critérios tangíveis e intangíveis. Também afirma que o uso do AHP na educação requer a divisão do problema em uma hierarquia de subproblemas para melhor compreensão. Cada um pode ser verificado de forma independente, para a posterior tomada de decisão. Os elementos que compõem a hierarquia podem relacionar-se com qualquer aspecto do problema que se aplique à decisão.

Os autores orientam [10], [11] que o Processo de Análise Hierárquica (AHP) é um método simples de operar e produz resultados confiáveis para a tomada de decisão de problemas complexos, através de raciocínios dedutivos como forma de validar as suas escolhas. O problema será observado partindo do nível geral para o específico,

considerando todos os seus aspectos para estabelecer os múltiplos níveis a serem verificados pelo AHP [12].

Na elaboração dos artigos “Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades” [5], e “ Mapeamento Sistemático e o uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação” [13] observou-se que a educação aponta uma crescente necessidade de promover pesquisas para o aprimoramento das suas práticas, com a introdução de novas ferramentas que apoiem a tomada de decisão, uma vez que a tomada de decisão representa uma necessidade para melhorar a qualidade das instituições de ensino, seja nas resoluções de conflitos, escolha de materiais didáticos, ou na seleção de professores [6].

### **2.3 Sistema Internacional de Acreditação**

Nesta fase do trabalho, são fornecidas mais elucidacões sobre a tecnologia *Blockchain* e, após, é delineado o design do sistema de serviços de saúde, é exposta a estratégia para desenvolvimento do sistema SIA - o “Gerenciamento Interdisciplinar de Projetos de Pesquisa em Aquisição Evolutiva” e, ao final, é demonstrado o sistema *web* RGM, como o sistema/rede social que poderia fundamentar o desenvolvimento do SIA, também permitindo a promoção do ensino-aprendizagem na área da acreditação, como resposta aos objetivos demonstrados na dissertação [21].

A *Blockchain* é uma tecnologia para redes ponto a ponto (P2P) que possibilita a implementação de aplicativos, como as criptomoedas [22], sistemas de saúde, registros pessoais de saúde [19]. Outra importante aplicação da *Blockchain*, são os sistemas de serviços, que disponibilizam informações de forma coordenada, confiável, em rede descentralizada [23], podendo auxiliar na qualidade e padrão dos serviços oferecidos, traduzindo confiança para os clientes, em relação à prestação de serviços [24].

A *Blockchain* é um banco de dados distribuído de registros, ou razão pública, de todas as transações realizadas e compartilhadas entre os participantes, que nunca podem ser apagadas, sendo as mesmas validadas por consenso da maioria dos participantes. Os cinco princípios do *Blockchain* são definidos por Iansiti e Lakhani [25]:

1) Banco de dados distribuído: cada parte da *Blockchain* tem acesso a todo o banco de dados e também seu histórico. Os participantes não controlam dados ou informações, mas todos podem verificar os registros sem intermediário;

2) Transmissão ponto a ponto: a comunicação ocorre diretamente entre pares e não através de um nó central. Cada nó armazena e encaminha informações para todos os outros nós;

3) Transparência com pseudônimo: toda transação e valor associado são visíveis por qualquer pessoa com acesso ao sistema e as transações ocorrem entre endereços de *Blockchain*. Cada nó, ou usuário, na *Blockchain* possui um endereço alfanumérico exclusivo de mais de 30 caracteres que o identifica. Os usuários podem optar pelo anonimato ou provar sua identidade a outras pessoas;

4) Irreversibilidade dos registros: quando a transação é inserida no banco de dados e as contas são atualizadas, os registros não podem ser alterados porque estão vinculados a todos os registros de transações que vieram antes deles;

5) Lógica computacional: as transações de *Blockchain* podem ser vinculadas à lógica computacional e programadas.

Há três formas de desenvolver um aplicativo na *Blockchain* [2]:

1) Os 8 passos em [26]: a) Identifique o problema e a meta; b) Identifique o mecanismo de consenso mais adequado; c) Identifique a plataforma mais adequada; d) Projete a arquitetura; e) Configurando o aplicativo; f) Construindo as APIs; g) Projete a interface do administrador e do usuário; h) Dimensionar o POC e identificar problemas.

2) sugestão da IBM em [27]: a) Construa uma rede *Blockchain*: (i) Instale o *Network Dependências: cryptogen, configtxgen, configtxlator*, ponto; (ii) Configurar a rede: Gere os artefatos da rede; e inicie a rede; b) Crie contratos inteligentes de *Blockchain*: (i) Instale e instale o código de código; (ii) Consultar e chamar o código de código; (iii) Exibir transações e logs de códigos de código.

3) Os 5 passos em [28]: a) Clone o repositório e instale dependências; b) Execute a CLI do Ganache; c) Compile o contrato; d) Implantar o contrato; e) Interaja com o contrato.

Ao investigar o Sistema de Acreditação de Profissionais de Saúde [2], afirmou-se a sua necessidade para o melhor funcionamento das próprias sociedades profissionais [3]. A competência profissional é a capacidade de aplicar conhecimentos e habilidades junto com as melhores práticas da profissão. Após atingir esses atributos, o profissional é acreditado, sendo o processo de certificação reconhecido por uma instituição em uma etapa posterior ao credenciamento [2].

Como o SIA é uma organização autônoma descentralizada, funcionando em um sistema da web em rede social, com o objetivo de fornecer serviços a profissionais e pacientes de saúde, haveria a possibilidade de implementação através de *Blockchain* [2].

Dessa forma, para maiores informações sobre o tema, destacou-se um sistema de acreditação centralizado, a Rede Européia de Credenciamento (EAN), sendo a única plataforma de Tecnologia da Informação (TI) relacionada ao problema como “credenciamento em rede”. Funciona como uma rede de organização profissional para fornecer credenciamento para atividades educacionais para profissionais de saúde na Europa, com o fim de melhorar a qualidade das atividades de Desenvolvimento Profissional Contínuo (DPC) e com controle externo de qualidade [4].

A *Qualeetys sprl*, uma startup, criou a EAN que iniciou suas atividades em 2014, formalmente lançada em 2015 e, somente em 2016, credenciou atividades educacionais para enfermeiros especializados [2]. A EAN não é uma rede de sociedades profissionais, uma vez que é centralizada e tem fins lucrativos, tendo como fim credenciar profissionais de educação em saúde educacional, enquanto o Sistema Internacional de Credenciamento é uma organização autônoma descentralizada e sem fins lucrativos, com sistema web em rede social com aplicação em *Blockchain* descentralizada com confiabilidade [2].

O artigo “Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde baseado em *Blockchain*” [2] propôs um Sistema Internacional de Credenciamento (SIA) para profissionais de saúde, através de uma plataforma na *Web* para viabilizar credenciamento e certificação, de forma descentralizada. Entretanto, a dimensão internacional induz o fornecimento de serviço de forma globalizada [2].

O SIA é um sistema novo, independente, e diferente do EAN, uma vez que o *Qualeetys sprl* criou sistema e critérios de credenciamento em cooperação com parceiros, sem autonomia e independência. Dessa forma, o SIA traz maiores benefícios, por ser uma organização sem fins lucrativos, autônoma, criada e gerenciada pelo agrupamento de sociedades profissionais [2].

O funcionamento do SIA seria da seguinte forma [2]: 1) Solicitação da sociedade profissional para fazer parte do SIA: após aceitação, a sociedade procederia seu credenciamento e certificação no sistema; 2) Membros da sociedade também seriam membros do SIA: cada membro, profissionais ou instituições, pode se associar a qualquer número de sociedades; 3) Instituições podem requerer certificação e conceder credibilidade aos membros; 4) Profissionais podem requerer credenciamento.

A inovação proporcionada pela *Blockchain* ao Sistema Internacional de Credenciamento para profissionais de saúde permite compartilhar credenciamento e conhecimento, imprimindo o aspecto de rede social/profissional. Pacientes podem acessar histórico de credenciamento de profissionais de saúde e histórico de certificações das instituições. Assim, o SIA pode figurar como referência histórica para pacientes, profissionais e instituições, dando suporte na escolha de profissionais e instituições de saúde [2].

Wang et al. em [29] abordou desafios para o design de serviços sistêmicos, aduzindo que os projetistas devem observar as características clientes-alvo, conveniência, pontualidade e outros recursos, por isso deve adaptar o projeto para maximizar esses atributos.

A adequação do projeto aos clientes envolvidos é importante para o design do sistema de serviços [30]: “Sistemas de serviços de saúde centrados no paciente: medicina baseada em evidências como requisito arquiteturalmente significativo” ou EBM-Ready-HSS. Tem como fundamento o IRPM como uma estratégia que sistematiza o design de Sistemas de Serviços de Saúde, com foco na engenharia de software, uma característica desejável para aplicativos de *Blockchain*, com foco na qualidade da evidência e recomendação e isso é importante para acreditação dos profissionais de saúde.

Dessa forma, a *Blockchain* junto com o contrato inteligente estabelece uma estrutura comum para cada processo de acreditação e certificação, cada sociedade precisa apenas solicitar ao conselho de administração do SIA que os configure no sistema [2].

### **CAPÍTULO 3: Metodologia**

A metodologia desenvolvida na pesquisa tem principalmente uma natureza bibliográfica, realizada através da análise de publicações de periódicos disponibilizados por meio eletrônico, com o objetivo de estudar e compreender o uso do Processo de Hierarquia Analítica e da *Blockchain* para realizar a gestão educacional no Sistema de Acreditação Internacional, considerando a escolha de melhores decisões [31].

Dessa forma, foi apresentado um planejamento da revisão bibliográfica em etapas que contemplaram: a especificação das questões da pesquisa, a definição dos termos de busca das bases de dados, a avaliação e seleção dos estudos encontrados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, a coleta de dados, bem como a interpretação dos resultados. Essas etapas foram atingidas com a orientação objetivada pelo conhecimento e interações dessas tecnologias e ferramentas, no tocante ao ensino-aprendizagem na acreditação com o uso da *Blockchain*, bem como à tomada de decisão com o uso do AHP, auxiliando o SIA na escolha de pessoal e demais serviços necessários para melhor atender às práticas [1], [2], [5], [13] [31].

Para isso, na primeira etapa foi realizada uma revisão sistemática na literatura científica para coletar dados necessários e consistentes que levassem à compreensão da tecnologia *Blockchain* e sua aplicação para auxiliar nos processos de interoperabilidade de dados na saúde, bem como os benefícios e limites na sua implementação [31].

Na segunda etapa, foi realizado um mapeamento sistemático para a coleta e análise dos dados para a pesquisa, seu objetivo foi verificar estudos publicados na literatura científica, com a diferença de não ter um questionamento sobre um determinado problema a ser resolvido como ocorre com as revisões sistemáticas. O mapeamento sistemático se refere a um amplo campo de pesquisa e sua contribuição é identificar lacunas na literatura para orientar pesquisas, conforme aplicado para compreender o uso do AHP para auxiliar nos processos de tomada de decisão na educação e na sua gestão [31].

Na terceira etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica para compreender e gerar um novo fundamento ou metodologia para desenvolver novos serviços com a utilização da *Blockchain*, bem como propor uma estratégia conceitual que desenvolvesse novos serviços baseados em *Blockchain*, através da criação de um Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde [31].

Durante o desenvolvimento do trabalho, houve a necessidade de realizar uma produção científica para contemplar a pesquisa com um embasamento melhor estruturado, como o uso dessas ferramentas [1], [5], [13], [2].

### **3.1 *Blockchain* na Saúde**

Esta seção tem o fim de melhor orientar a metodologia desenvolvida no artigo “*Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa” [1], tendo como Objetivo Geral analisar sistematicamente na literatura científica como se caracteriza a utilização da *Blockchain* para auxiliar nos processos de interoperabilidade de dados na saúde; e como Objetivos Específicos investigar sistematicamente os benefícios e limites na implementação da *Blockchain* para interoperabilidade de dados na saúde.

Para a realização e publicação do artigo “*Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa” no XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde – CBIS 2018, Fortaleza/CE, Brasil, constante no apêndice 1 da presente Dissertação, a técnica utilizada para a coleta e análise dos dados foi a revisão sistemática de literatura, pelo fato de apresentar uma questão norteadora com a intenção de solucionar algum problema [31].

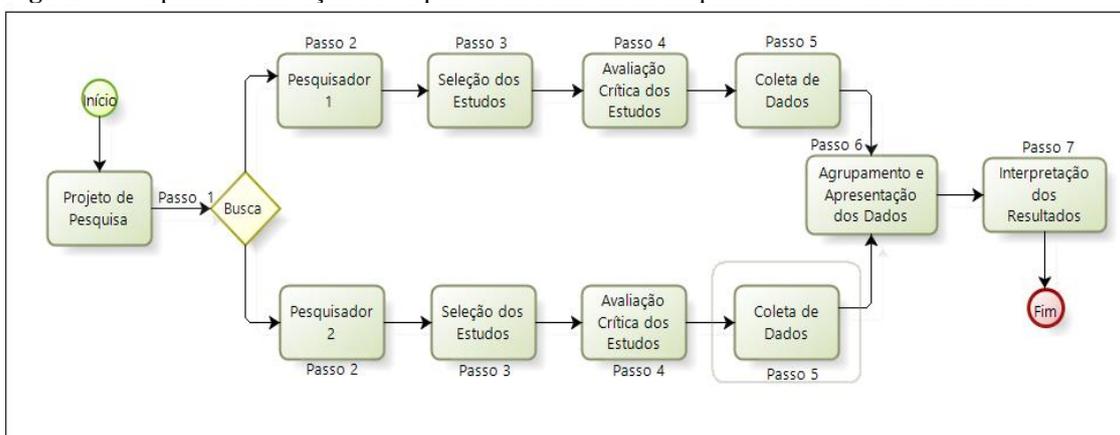
Para atingir os objetivos, os seguintes passos foram seguidos: 1) escolha do tema, formulação da pergunta e escrita do projeto de revisão sistemática; 2) definição de descritores, termos de busca, bases de dados a serem pesquisadas e realização da busca; 3 e 4) aplicação dos critérios de inclusão e exclusão constantes do projeto de mapeamento sistemático para a seleção dos estudos encontrados; 5) preenchimento de uma tabela de coleta de dados; 6) agrupamento e apresentação dos dados em reunião de consenso; e 7) interpretação dos resultados [1].

Os estudos foram pesquisados, de forma periódica, nas seguintes bases de dados: IEEE [115], Pubmed [123], Elsevier [113], ACM [124] e Springer [125]. Além dessas bases, o buscador Google Scholar [116] também foi utilizado. Os termos de busca utilizados foram: “*Blockchain*”, “*Blockchain* AND Healthcare”, “*Blockchain* AND Healthcare AND Medical Records”. Foram adotados como critérios de inclusão artigos na íntegra, relevantes ao tema proposto, publicados em periódicos após 2012 e escritos em inglês; e como critérios de exclusão as versões reduzidas de artigos duplicados, os artigos incompletos, os artigos retratados, os artigos pagos fora da abrangência dos periódicos da CAPES, e aqueles que não se relacionavam diretamente com o tema de pesquisa [1].

Os estudos que retornaram a partir dos termos de busca pesquisados nas bases de dados e no buscador tiveram seus títulos e/ou resumos lidos, sendo que aqueles que pareciam promissores para a realização do nosso trabalho foram baixados para leitura integral. Nessa etapa do trabalho, foi realizada uma reunião de consenso com o orientador para definir quais dos artigos baixados permaneceriam no estudo para leitura integral [1].

Após a leitura integral dos artigos ocorreu uma segunda reunião de consenso para determinar quais artigos deveriam permanecer no estudo para extração de seus dados em uma tabela, onde parte dos estudos selecionados foi considerada irrelevante para o escopo deste trabalho, sendo, então, excluída e a parte restante foi incluída para a elaboração do projeto [1].

**Figura 1** - Etapas de elaboração do mapeamento sistemático adaptado do Cochrane Handbook.



Fonte: Clarke (2001).

Dentre os resultados encontrados, foram selecionados 11 artigos que atenderam a todos os critérios de inclusão e a nenhum critério de exclusão pré-estabelecido, conforme Figura 1 [1].

### 3.2 Processo de Hierarquia Analítica

Nesta seção, a finalidade é melhor orientar a metodologia desenvolvida nos artigos “Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades” [5] e “Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação” [13].

Na elaboração do artigo “Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades” [5], constante no Apêndice 3 da presente Dissertação, o Objetivo Geral foi analisar sistematicamente na literatura científica como se caracteriza a utilização do Método de

Hierarquia Analítica (AHP) para auxiliar nos processos de tomada de decisão na educação. Os Objetivos Específicos foram verificar sistematicamente como o Método de Hierarquia Analítica (AHP) tem sido utilizado na educação básica e na superior.

Os objetivos traçados no artigo “Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação” [13], constante no Apêndice 4 da presente Dissertação, tendo como Objetivo Geral analisar na literatura científica o uso do Método de Hierarquia Analítica (AHP) como ferramenta para a tomada de decisão na educação. Os Objetivos Específicos foram apreender como o Método de Hierarquia Analítica (AHP) tem sido utilizado na gestão da educação.

O mapeamento sistemático foi utilizado para a coleta e análise dos dados da pesquisa, seu objetivo é verificar estudos publicados na literatura científica, com a diferença de não ter um questionamento sobre um determinado problema a ser resolvido como ocorre com as revisões sistemáticas. O mapeamento sistemático se refere a um amplo campo de pesquisa e sua contribuição é identificar lacunas na literatura como orientação para pesquisas [31].

Foram seguidos os seguintes passos para a realização do trabalho: 1) escolha do tema e escrita do projeto de revisão bibliográfica; 2) definição de descritores, termos de busca, bases de dados a serem pesquisadas e realização da busca; 3 e 4) aplicação dos critérios de inclusão e exclusão constantes do projeto de revisão bibliográfica para a seleção dos estudos encontrados; 5) preenchimento de uma tabela de coleta de dados; 6) agrupamento e apresentação dos dados; e 7) interpretação dos resultados [5], [13], [108].

A pesquisa utilizou as seguintes bases de dados: Scielo [126], Science Direct – Elsevier [113], ERIC [114], IEEE [115]. Além dessas bases, o buscador Google Scholar [116] também foi utilizado. Os termos de busca utilizados foram: “Analytic Hierarchy Process” AND “Education Management”; “Analytic Hierarchy Process” AND “Management in Education”; “Analytic Hierarchy Process” AND “Administration in Education”; “Analytic Hierarchy Process” AND “Education Policy”; “Analytic Hierarchy Process” AND “Learning”. Os critérios de inclusão adotados foram trabalhos escritos nos idiomas português, inglês e publicados após 2011; os critérios de exclusão utilizados foram artigos duplicados ou não obtidos de forma gratuita [5] [13].

Após a pesquisa dos termos de busca nas bases de dados e no buscador, os estudos encontrados tiveram seus títulos e/ou resumos lidos. O segundo passo foi selecionar e proceder a leitura integral dos estudos possivelmente mais promissores para o desenvolvimento do trabalho conforme indicação do orientador. Posteriormente, houve o

descarte de parte dos estudos irrelevantes para o objetivo do trabalho, ficando estabelecido quais os artigos se submeteriam à extração de dados a serem dispostos em uma tabela [5] [13].

O mapeamento resultou em um grande volume de conteúdo a ser analisado, por essa razão houve a necessidade de segmentar o estudo, com o fim de torna-lo mais preciso e seguro. Assim, a estratégia escolhida foi dividir o uso do AHP na educação nos níveis fundamental, médio, superior e gestão educacional para, conseqüentemente, realizar a produção de 2 (dois) artigos relacionados aos níveis elencados, de acordo com a Figura 1 [5] [13].

### **3.3 Sistema Internacional de Acreditação**

A presente seção tem o fim de melhor orientar a metodologia desenvolvida no artigo “Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde baseado em *Blockchain*” [2]. Tal artigo foi publicado no *International Journal of Information and Education Technology* (IJJET), 2019, constante no Apêndice 2 da presente Dissertação, e indicou como Objetivo Geral analisar e gerar um novo fundamento ou metodologia para desenvolver novos serviços com a utilização da *Blockchain*. Os Objetivos Específicos são entender e propor uma estratégia conceitual para desenvolver novos serviços baseados em *Blockchain*, através da criação de um Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde.

No desenvolvimento do artigo “Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde Baseado em *Blockchain*”, foi proposta a criação do Sistema Internacional de Credenciamento, sugerindo o uso do "Gerenciamento Interdisciplinar de Projetos de Pesquisa em Aquisição Evolutiva" (EA-IRPM) [21], que é uma combinação do IRPM [32] com a estratégia "Aquisição Evolucionária" [33].

Escolhe-se um problema no IRPM, o estágio iniciação é o estágio azul na Figura 2. O problema é como desenvolver o serviço baseado em *Blockchain* no SIA e, para abordar o problema de maneira interdisciplinar, escolhemos três campos: desenvolvimento de sistemas *Blockchain*, design de serviços e credenciamento de profissionais de saúde [2], [109], [110], [111], [112].

A etapa de planejamento é a etapa verde e, neste caso, estudamos o problema com o uso da internet, analisando sites sobre tecnologias relacionadas ao SIA, *Blockchain* e documentos científicos. O objetivo é gerar um novo fundamento ou metodologia e, especificamente, o objetivo é propor uma estratégia conceitual para apoiar o

desenvolvimento de novos serviços baseados em *Blockchain*, através da criação de um Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde. Ressalta-se que, se o estágio de Planejamento tiver sucesso, uma nova metodologia será desenvolvida [2].

Após desenvolver novo fundamento ou metodologia, inicia-se o estágio de execução que é o estágio amarelo. Alguns produtos podem ser gerados a partir desse ponto, como material educacional para aula de Aprendizagem Baseada em Problemas, ou a criação e uso de uma nova tecnologia. O presente trabalho foi direcionado para o desenvolvimento do aplicativo *Blockchain* para o sistema internacional de acreditação para profissionais de saúde, com seu uso na prática independente do fim deste trabalho [2].

O estágio controle é o estágio laranja. Ao estabelecer controles no estágio planejamento e, após, definir parâmetros educacionais, tecnológicos, econômicos e sociais, pode ser submetido à medição. Assim, de acordo com os resultados, os trabalhos podem ser escritos, sendo este o estágio de fechamento que é o estágio cinza [2].

A Aquisição Evolutiva (EA) começa com a análise de requisitos, com a definição dos requisitos "gerais" para o sistema e os requisitos "específicos" para o núcleo, para então gerar um conceito de operações. Projetamos a partir de uma análise de requisitos de feedback do usuário, oportunidades tecnológicas e avaliação de ameaças, uma arquitetura preliminar do sistema, para então desenvolvermos o primeiro núcleo do sistema. Assim, novas definições e desenvolvimentos com testes operacionais podem resultar em uma nova versão do núcleo. A experiência e o uso levam a novos aprimoramentos e atualizações de requisitos, o que pode induzir um novo núcleo [2].

A incorporação do EA no IRPM resultante no EA-IRPM é mostrada na Figura 4 e RA significa Análise de Requisitos. No estágio de Planejamento, para desenvolver um novo fundamento ou metodologia, inserimos o RA Inicial e a análise de requisitos gerais do sistema e específica de seu núcleo, seguida pela elaboração do conceito de operações para projetar o sistema preliminar de arquitetura. Se disponível, o RA Contínuo deve ser considerado, tratando-se de *feedback* do usuário, oportunidades tecnológicas e ameaças em evolução [2].

O estágio de execução é sobre o desenvolvimento de uma nova tecnologia e para colocá-la em operação. O estágio de controle é sobre refinar e atualizar requisitos, ou seja, junto com a RA Contínua, fazer a avaliação dos parâmetros: tecnológico, social e econômico [2].

No Sistema da *Web RGM*, observa-se a importância das diretrizes em medicina e, geralmente, elas são estabelecidas por sociedades/associações profissionais de medicina/saúde. Ressalta-se que as Diretrizes para Relato em Medicina podem evitar pesquisas mal relatadas, o que poderiam induzir má interpretação e práticas clínicas inadequadas [34]. Por isso, Letouze et al. in [34] desenvolveu um sistema chamado *RGM Reporting Guidelines in Medicine*, uma estratégia que é um sistema *web*. É um sistema *web* para a criação, desenvolvimento e gerenciamento de diretrizes em saúde. Este software foi recentemente patenteado como um sistema para gerenciar normas e diretrizes [35].

A versão patenteada do RGM possui uma estrutura hierárquica de rede social e permite que os membros sejam profissionais e instituições. Fornece funções de gerenciamento de projetos com medições, para gerar e desenvolver diretrizes. A interação entre os desenvolvedores das diretrizes é registrada e os documentos são gravados, o modo como as diretrizes são desenvolvidas é registrado no sistema, permitindo rastrear seu histórico. Como o sistema permite que a definição dos parâmetros de medição seja mostrada graficamente, é possível avaliar o desenvolvimento de diretrizes [2].

## CAPÍTULO 4: Resultados

No presente capítulo, são indicados os resultados evidenciados na coleta de dados durante as investigações realizadas para a pesquisa. Estes resultados são apontados nos quatro segmentos abordados na pesquisa, com fundamento em quatro artigos científicos que lhe dão embasamento: *Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa [1]; Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades [5]; Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação [13]; e Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde Baseado em *Blockchain* [2].

### 4.1 *Blockchain* na Saúde

No desenvolvimento do artigo “*Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa” [1], observou-se que a integração dos sistemas de registros médicos pode ser crucial, como em tratamentos oncológicos conforme apontado por Dubovitskaya et al. [36], pois é importante saber de forma ágil qual foi a exposição total à radiação à qual o paciente foi submetido durante a vida para calcular a dosagem para tratamento radioterápico. Em geral, existe uma única base de dados local centralizada em um servidor de uma clínica, onde ficam os dados dos pacientes. Nesses casos, se há um ataque como o que aconteceu em 2017 [37], [38], onde vários hospitais pelo mundo tiveram dados sequestrados, tanto a equipe médica quanto os pacientes podem ser prejudicados [39], pois perdem seus registros e podem ficar horas sem acesso até que os sistemas sejam reestabelecidos [40].

A *Blockchain* funciona como uma base de dados distribuída, onde a informação inserida por um membro é propagada de forma segura e automática. A própria rede se encarrega de assegurar a integridade das informações, e se os computadores de um dos hospitais ficarem fora do ar, os demais conseguem acessar os dados daquele hospital, pois cada participante da rede possui uma cópia da informação. A estratégia apresentada também traz o desafio do controle de acesso e autenticação desse participante porque muitos blocos poderão conter informações sigilosas [40].

Azaria et al. [16] fez uso dos *smart contracts* da *Blockchain Ethereum* para implementar mecanismos que garantissem o controle de acesso entre médico e paciente e a privacidade do paciente. Esses mecanismos estão sumarizados abaixo:

- **RC – register contract.** Nesse contrato o usuário, paciente ou médico, é registrado e passa a ter uma identidade na *Blockchain*. São especificadas as políticas e

regras tanto para o registro do usuário quanto como devem ser feitas as alterações no controle de acesso nesses registros. Esse contrato pode ser restringido às instituições certificadas para garantir a idoneidade do processo.

- *PPR - patient-provider relationship contract.* Este contrato é o que obtém as informações guardadas junto ao provedor e, através de uma tabela, relaciona as pessoas que o paciente permite o acesso a seus registros. No seu experimento, Azaria et al. disponibilizou uma interface gráfica de fácil uso onde o paciente escolhe os dados de seu prontuário que deseja compartilhar.

- *SC - summary contract.* Este é o contrato que relaciona todos os PPR's que o paciente tem, e também funciona na via inversa, relacionando todos os pacientes que um prestador de serviços tem, e quais os dados que terceiros disponibilizaram sobre os pacientes. Outro recurso desse contrato é que quando um provedor insere informação de um paciente, este é notificado, para que tome conhecimento e dê sua anuência, podendo escolher se aquela informação é ou não pertinente a ele.

No sentido de prover uma forma segura de autenticação, o trabalho de Zhao et al. propõe o uso de sinais vitais para a geração de chaves criptográficas. Segundo ele, essa seria uma forma de autenticação mais confiável pois, de certa forma, a própria pessoa seria a chave. Para alcançar esse objetivo o autor usou fotopletismografia e *fuzzy vaults* [41].

O uso de *Blockchain* em maior escala reflete no problema que poderia tornar impeditivo o seu uso como reservatório seguro de dados de saúde, relaciona-se ao aumento do consumo de memória e poder computacional, observados quando é inserido grande volume de dados nessa cadeia [42]. Uma solução a esse sério problema foi apresentada nos trabalhos de Liu [42] e Dubovitskaya et al. [36].

Liu [42] apresenta como possível solução para esse problema de escala a segmentação da *Blockchain*, passando a ter várias *Blockchains*, divididas por algum parâmetro demográfico (idade, cidade, etc.), podendo chegar a um tempo de acesso razoável. Já Dubovitskaya et al. [36] elaborou um sistema para auxiliar a gerência das informações em tratamentos oncológicos, onde os profissionais precisam manter informações quanto à dosagem de radiação já recebida pelo paciente, para poder dosar corretamente as exposições futuras. Esse procedimento foi implementado combinando *Blockchain* e *cloud computing*. A *Blockchain* armazena as credenciais dos usuários e as chaves de acesso dos exames. Os exames, por sua vez, são armazenados de maneira tradicional, em serviços de armazenamento de arquivos usando criptografia (AES). A

chave criptográfica fica armazenada na *Blockchain*. Essa combinação permite juntar a robustez da *Blockchain* com o baixo custo e confiabilidade dos serviços de armazenamento existentes.

Uma implementação usada na Estônia usa uma abordagem parecida, segundo Lemieux [43] o prontuário continua em bases tradicionais, e as consultas feitas nelas são registradas em arquivos de log. Após a geração desse arquivo é calculado o *hash* do mesmo, que é armazenado na *Blockchain Guardtime*, garantindo que uma adulteração possa ser detectada e concomitantemente obtendo melhor escalabilidade na *Blockchain* [1].

Uma solução alternativa a esse problema, sem o uso de *Blockchain*, não obstante partindo do mesmo princípio, que são os sistemas peer-to-peer, foi apresentada por Roehrs et al. [19] Seu estudo exhibe uma tecnologia similar a *Blockchain*, desenvolvendo uma rede peer-to-peer para poder acessar os registros médicos de pacientes que estão distribuídos entre diversos locais e a chamou de OmniPHR. Seu objetivo é poder disponibilizar aos prestadores de serviços médicos um acesso unificado do paciente. Através de uma revisão dos formatos dos padrões de registros médicos, Roehrs decidiu utilizar o openEHR por atender importantes requisitos de interoperabilidade. Em seu experimento, fez uma simulação testando os cenários e a escalabilidade do seu modelo, chegando a 3200 nós a um tempo de acesso médio entre 216 a 555 milisegundos [19], que comparado com o problema de escala da *Blockchain*, apontado por Liu [42] é um valor satisfatório.

Além do uso como reservatório seguro e disponível para armazenamento de dados em saúde, a *Blockchain* também pode ser utilizada para viabilizar estudos clínicos. Por exemplo, com base no advento dos *smart contracts*, Dubovitskaya et al. [36] e Benchoufi et al. [44] apresentam outras formas de uso permitido das informações presentes na *Blockchain* para pesquisas acadêmicas e ensaios clínicos. Nesses cenários é preciso o anonimato e consentimento do paciente. Benchoufi et al. ainda vão além, usando os *smart contracts* para certificar se as etapas numa pesquisa clínica estão sendo cumpridas. Seu experimento envolveu a coleta do consentimento dos pacientes envolvidos em uma *Blockchain*, pedindo-lhes a renovação desse consentimento em cada uma das revisões do protocolo, tornando impossível a adulteração desses registros [44].

Já Ichikawa et al. [39] fez outro uso da *Blockchain*; seu trabalho voltou-se para o acompanhamento de pacientes em tratamento de insônia através da técnica comportamental-cognitiva. Usando um aplicativo de smartphone o paciente era avaliado

duas vezes ao dia e na própria tela do dispositivo realizava operações com objetivo de medir a atenção e a resposta motora. O sono também era monitorado e os dados coletados eram armazenados em uma *Blockchain*. A arquitetura usada foi a cliente- servidor, sendo o cliente o dispositivo do paciente e o servidor os computadores do estudo, e nesse cenário apenas os servidores tinham conexão com a *Blockchain*. O objetivo de seu experimento foi garantir que os dados coletados não fossem adulterados, e que esse armazenamento fosse tolerante a falhas.

#### 4.2 Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades

No artigo “Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades” [5], a partir da análise de 9 estudos, observou-se que 3 deles utilizavam o AHP apenas no ensino fundamental, enquanto 6 usavam o AHP no ensino fundamental e médio e 26 eram aplicados nas universidades (Figura 1). Como o objetivo do estudo é identificar o uso do AHP no ensino, cada grupo foi discutido separadamente para examinar os resultados demonstrados em cada segmento de pesquisa, destacando a área de aplicação do AHP de acordo com o nível de escolaridade. Na figura 1, temos o seguinte: E = Educação; F = Ensino Fundamental; M = Ensino Médio; C = Universidades. Consequentemente:  $F \cap M = M$ ;  $F \cup M = F$ ;  $F \cup C = E$ .

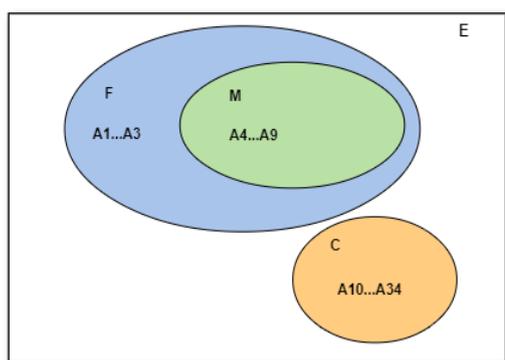


Figura 1: Diagrama de distribuição dos artigos.

No uso do AHP nas escolas primárias, o primeiro passo foi analisar os três artigos que utilizavam o AHP apenas no ensino fundamental. Assim, teríamos uma melhor compreensão da distinção entre as áreas de aplicação dos outros 6 estudos [5].

Foi realizado um estudo em Taiwan usando o AHP no ensino fundamental com a aplicação de um questionário. Com base em testes de escolha de especialistas, análise, validade e confiabilidade, este estudo identificou as pontuações ponderadas de quatro comportamentos importantes de transferência de conhecimento, três comportamentos de compartilhamento de conhecimento e quatro comportamentos de criação de conhecimento. Os comportamentos "artigos relacionados à loja", "relatório" e "resposta a outros artigos" obtiveram as pontuações mais altas, que foram usadas como critério para avaliar o conhecimento na plataforma de gerenciamento de rede. A função interativa dessa plataforma indica maior eficiência na transferência de conhecimento [47].

Realizou-se um estudo em Taiwan para aumentar a equidade social e a justiça na educação nas escolas indígenas para promover a competitividade desses estudantes. A importância da educação internacional em diferentes hierarquias (estudantes, escolas, grupos étnicos e níveis sociais) foi explorada para identificar os objetivos relativos e as relações comparativas de diferentes aspectos da educação internacional. Usando o AHP, foram aplicados questionários aos diretores da escola primária e pesos foram usados para determinar os pesos relativos dos objetivos da educação internacional. A análise de correspondência (CA) também explorou a relação entre metas e estratégias de educação. Os resultados mostraram que os diretores das escolas primárias indígenas consideraram os alunos os principais beneficiários dessa educação, seguidos pelos grupos étnicos, instituto e sociedade, e os diretores das escolas primárias não indígenas de Taiwan classificaram essas dimensões na mesma ordem [48].

O objetivo deste estudo é avaliar a importância do apoio às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino fundamental, aplicando o processo de hierarquia analítica (AHP), como proposta de modelo de decisão. Um estudo de caso é realizado envolvendo escolas particulares e estaduais na Região Metropolitana do Chile, com a aplicação do teste SIMCE. Os dados são coletados, compreendendo diferentes agentes envolvidos com educação, ensino fundamental e experiência acadêmica. O resultado indica que as escolas que priorizaram o apoio às TIC tiveram melhor desempenho no processo de ensino e aprendizagem e também propôs um exame dos aspectos críticos que precisam ser reformulados [49].

Os três trabalhos apresentados [47] a [49] mostram que a aplicação do AHP no ensino fundamental foi conduzida para: avaliar comportamentos de gestão do conhecimento, aspectos da educação internacional; promover a equidade social; e apoiar a tomada de decisão em TIC.

No uso do AHP nas escolas primárias e secundárias, foi tomado um segundo passo, analisando os 6 artigos que utilizaram o AHP no ensino primário e secundário.

Um estudo para identificar o que afeta o sucesso do sistema de educação inteligente na Coreia prioriza os indicadores de peso através do uso do AHP com implicações na política educacional e na escola inteligente. A análise mostra que o comprometimento do professor tem a maior pontuação de peso, seguido pelas práticas de *e-learning* e TI, o que implica que o indivíduo envolvido nas atividades de inteligência escolar deve ser considerado mais importante do que qualquer outro indicador. Assim, os resultados da pesquisa indicam que o comprometimento do professor é importante para ajudar os alunos a obter conhecimento em informática. Isso também significa que os professores devem aprender design da web, gráficos, aplicativos de rede, bancos de dados e sistema operacional, incluindo conhecimento de hardware para facilitar a aquisição de conhecimento [50].

Foi proposto um estudo em Taiwan com um modelo de educação social para promover a economia de energia e a redução de carbono, levando em consideração a visão de acadêmicos de universidades e institutos de pesquisa. O AHP é aplicado para determinar indicadores, prioridades e pesos aplicando um questionário. Os resultados demonstram que medidas de responsabilidade pela sociedade sustentável, estilo de vida com baixo carbono e questões energéticas têm prioridade em ordem decrescente. Eles sugerem a importância de: ações governamentais positivas, implementação de atividades educacionais e de propaganda, apoio e integração de unidades com características sociais. Os resultados podem servir de referência para o governo promover a educação social no futuro [51].

Um modelo de avaliação acústica é proposto em salas de aula na Universidade King Abdulaziz, na Arábia Saudita. Cinco critérios são atendidos: especificações da sala de aula, fontes de ruído dentro e fora da sala de aula, estilo de ensino e esforço vocal. A prioridade e o peso dos critérios do AHP, bem como suas alternativas, são identificados por estudantes, funcionários, consultores e especialistas por meio de questionários. Para um bom design acústico, o design deve ser feito nos estágios iniciais da construção da sala de aula ou no tratamento acústico das salas de aula existentes. Os profissionais indicados são engenheiros e arquitetos para desenvolver um estudo acústico adequado à sala de aula, com o objetivo de melhorar a inteligibilidade da fala e a qualidade da aprendizagem, aumentando a eficiência do ambiente educacional [52].

Procedeu-se a avaliação do desenvolvimento da educação na Letônia por meio do uso de métodos de pesquisa quantitativos e qualitativos. O processo de hierarquia analítica (AHP) foi utilizado para a análise hierárquica das possibilidades de desenvolvimento da educação profissional, levando à conclusão de que as escolas precisam de: um sistema padronizado de formação de interesses na implementação da educação profissional; informação e materiais metodológicos no ensino profissional; especialistas para implementar o ensino profissional nas escolas secundárias [53].

Desenvolveu-se um estudo para estabelecer o gerenciamento de desempenho nas escolas primárias e secundárias de Taiwan, usando o *Balanced Scorecard* e o *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*. O *Balanced Scorecard* é uma ferramenta de medição confiável para avaliar os sujeitos do estudo de acordo com suas estratégias e atribuições. O estudo pode ser dividido em quatro perspectivas: finanças, cliente, interdisciplinaridade, aprendizado e crescimento. Para escolher os critérios de avaliação e os respectivos pesos das quatro dimensões, o estudo combina a teoria da difusão e o método AHP com a aplicação de um questionário. Os resultados indicam que o modelo pode ser usado pelas escolas primárias e secundárias para construir estratégias de auto-avaliação e também fornecer informações para um investimento efetivo na educação [54].

Comparou-se resultados de estudos empíricos sobre aspectos motivacionais dos diretores da escola em relação à administração, professores em relação ao trabalho escolar, alunos em relação às escolas em que estudam e pais em relação às escolas selecionadas pelos alunos. Os estudos foram realizados em quatro escolas secundárias na Polônia e duas escolas similares na Alemanha e Espanha [55].

O uso do AHP na universidade é a terceira etapa do presente estudo, analisando os 25 artigos que utilizavam o AHP nas universidades.

Foi formulada uma proposta de questionários para avaliar a qualidade e os resultados da educação bilíngue nos cursos da Universidade de Estudos Estrangeiros de Guangdong (GDUFS) na China em 2013. O objetivo é fornecer uma referência aos sistemas de educação bilíngue, especializados em negócios internacionais. Utiliza o modelo *Fuzzy-AHP*, uma avaliação difusa e abrangente com hierarquia analítica, apontando os índices de avaliação para o controle de qualidade e, em seguida, é determinado o peso desses indicadores. Também é realizado um estudo empírico do nível educacional desses cursos para determinar os padrões na matriz de avaliação e a relação difusa. Ele recomenda educação bilíngue e treinamento regular para aumentar a alfabetização em línguas estrangeiras e o número de professores com esse conhecimento.

Após a reforma, a educação bilíngue do GDUFMS alcançou resultados notáveis, além de um aumento de estudantes de graduação, universitários e emprego na graduação [56].

Houve a aplicação de um estudo baseado no processo de hierarquia analítica de múltiplas decisões em 2012 para desenvolver um instrumento qualificado em instituições de ensino superior na Malásia. O MOHE (Ministério do Ensino Superior) aplica cinco ferramentas de desempenho entre 1999 e 2011: 1) Critérios para atualizar o status da faculdade para faculdades universitárias e faculdades para universidades; 2) Sistema de classificação para instituições de ensino superior (MyRA); 3) Instrumento de Avaliação da Pesquisa da Malásia (SETARA); (4) Sistema de Avaliação da Qualidade da Malásia (APEX) e (5) Programa de Excelência Acelerado (*MyQuest*). Os resultados do AHP permitem que as partes interessadas participem da tomada de decisões e identifiquem a importância do treinamento do gerente e da remoção de riscos. O AHP é um instrumento genérico, flexível e aplicável a qualquer instituição, com os resultados de um procedimento sistemático e científico que permite aplicar pesos a cada critério, mostrando o que é eficaz na promoção da educação sustentável, permitindo que o MOHE reprojete o instrumento. com a possibilidade de atualização [57].

Estudo de caso na Universidade Autônoma de Querétaro (UAQ) no México em 2014 para medir a eficiência da universidade, mas existe controvérsia devido à complexidade do problema. Este estudo ocorre selecionando as combinações de caracteres que são entradas e visualizações, uma abordagem para medir o impacto institucional e a eficácia nas instituições de ensino superior, combinando os métodos do Processo de Hierarquia Analítica (AHP) e Análise de Envolvimento de Dados (DEA). O uso conjunto de duas metodologias de avaliação é novo e útil em estudos de eficiência institucional, onde já existem resultados, para obter e confirmar equivalências. O estudo indica uma oportunidade para os tomadores de decisão aprenderem mais sobre sistemas educacionais, para definir políticas que melhoram as decisões. Para planejar e desenvolver programas dentro das universidades, é necessário gerar e analisar indicadores de desempenho acadêmico para melhorar as habilidades acadêmicas, incentivar a inovação educacional e as habilidades educacionais em gestão. A combinação de AHP e DEA pode ser usada para facilitar esse processo [58].

Um estudo realizado no Instituto de Educação e Assuntos Estudantis da Universidade Niigata, no Japão, em 2013, visa criar uma ferramenta adaptada ao contexto individual dos alunos para refletir sobre os recursos de mídia. Usando o AHP, uma técnica estruturada para organizar e analisar decisões complexas, 72 estudantes universitários

definiram critérios e prioridades para o uso da mídia para obter uma visão dos assuntos atuais usando conjuntos de mídia: TV, livros, jornais e páginas da *web*, *Twitter* e *Facebook*. Os alunos responderam a questionários e a análise de dados indica que o AHP nos permite ter um entendimento real da mídia e de suas características. Em relação às "fontes de informação e mídia", alguns estudantes indicaram que a fonte de informação era importante e não o tipo de mídia. Os resultados mostram que o IC (índice de consistência) foi examinado e apontou que há consistência suficiente nos dados da pesquisa. O mais importante nesse contexto é o aspecto da precisão (0,41), seguido pela facilidade de uso (0,18), função de busca (0,17), oportunidade (0,15) e prazer (0,08). O meio de comunicação mais importante é a web, a função de pesquisa, a facilidade de uso e os "prazos", todos dando uma contribuição importante [59].

Realização de estudos na Universidade Estadual de Yogyakarta, na Indonésia, em 2010, que enfrenta desafios que ameaçam a existência de algumas universidades. A crescente concorrência internacional exige a melhoria da qualidade da administração para atrair estudantes suficientes. O objetivo do estudo é um modelo híbrido para gerenciar e determinar aulas internacionais com base em muitos critérios de desempenho universitário. O modelo combina dois métodos para tomada de decisão, processo de hierarquia analítica (AHP) e modelo de ponderação linear, usando comparações de pares no AHP e a escala de medição para gerar os pesos para o critério. Os resultados mostram aceleração no planejamento e implementação, maior eficácia geral da metodologia subjacente e acadêmicos mais eficientes em educação [60].

Destaca-se a importância do empreendedorismo para a sociedade e as universidades da Universidade Islâmica de Azad (IAU), Irã, em 2013. Portanto, acadêmicos e gerentes devem reconhecer áreas que têm efeitos críticos sobre o empreendedorismo, pois estão ligadas à promoção das universidades. O Processo de Hierarquia Analítica Difusa (FAHP) é usado para priorizar os critérios das faculdades de negócios, as proporções de empresas, incluindo fatores ambientais e internos a serem avaliados separadamente. Com base nas opiniões de 17 especialistas, os resultados mostram que as medidas de apoio ao empreendedorismo (um fator ambiental) são o atributo mais importante e o status (um fator interno) é o menos importante da universidade empreendedora. Os índices efetivos da universidade empreendedora são comparados em pares com o AHP difuso para determinar os pesos de cada índice. Recomenda-se que a gerência da universidade preste atenção a mais fatores ambientais e que o ranking de empresas da universidade possa ser um guia para futuras pesquisas [61].

Em 2013, um estudo no *Xi Center for Modern Education Technology*, uma universidade internacional da China, usou bons índices e métodos de avaliação científica para desenvolver o edifício do Campus Digital. Este estudo construiu um modelo de avaliação do AHP (*Analytical Hierarchy Process*) com cinco índices de primeiro grau: criação de infraestrutura (A1), criação de banco de dados (A2), administração (A3), administração (A3), aplicação (A4) e garantia de operação (A5). Em seguida, a matriz de julgamento foi construída para o peso do índice. O resultado mostrou que a ordem decrescente de peso de cada fator que influenciava a qualidade do Campus Digital era A4 (0,43) > A1 (0,25) > A2 > (0,16) A5 (0,10) > A3 (0,06). Posteriormente, um modelo prático de avaliação em várias camadas foi construído para ajudar a avaliar a construção do campus digital de maneira mais rápida, precisa e científica. Este estudo também traz valores promocionais para avaliação multifatorial semelhante [62].

Apresentação do estudo no Instituto Politécnico de Langfang, na China, em 2009, usando o método AHP com abordagens quantitativas e qualitativas para analisar três tipos de educação básica que combinam produção com aprendizado e pesquisa, ou seja, instrução automatizada. O resultado previu que esse modo educacional era a maneira ideal de perceber o valor do ensino profissional superior. Portanto, o AHP é mais adequado para o domínio complexo das ciências sociais e pode refletir com mais precisão os problemas no domínio das ciências sociais [63].

Um estudo realizado no Departamento de Administração da Universidade de Cankaya, na Turquia, em 2012, considerou o número de universidades e jovens no ensino superior e a necessidade de mais pesquisas sobre a marca da universidade. O objetivo é uma pesquisa exploratória sobre fatores e critérios específicos que os estudantes turcos consideram ao selecionar um programa de pós-graduação em uma universidade nos Estados Unidos. Há fatores a serem observados, como os principais temas para oportunidades de progressão na carreira na pós-graduação nos Estados Unidos. O principal critério foi relatado como perspectivas de carreira e oportunidades de emprego. O consenso é que as universidades reconhecidas internacionalmente forneceriam educação sólida e perspectivas de carreira competitivas para seus alunos. O processo de hierarquia analítica (AHP) foi utilizado para esta pesquisa e cada critério deve ser analisado em relação a uma universidade específica para tomada de decisão. Como resultado da análise, as três principais opções para estudantes que desejam cursar um MBA nos Estados Unidos são a Universidade do Texas (0,239), Universidade de Michigan (0,170) e *Carnegie Mellon University* (0,139). Os resultados deste estudo

podem ser usados para apoiar aqueles que optam por frequentar uma grande universidade e também contribuem para os estudantes que desejam cursar um MBA nos Estados Unidos [12].

O objetivo do estudo na Universidade Nacional Chiayi, em Taiwan, em 2015, é comparar o desempenho das universidades de Taiwan e de outras universidades do mundo. Os métodos de pesquisa adotados foram DEA e AHP para medir o peso de cada elemento. O governo descobriu que as instituições de ensino superior de Taiwan são menos eficientes, enquanto muitos estudiosos atribuem a causa ao investimento insuficiente no sistema de ensino superior. Os resultados indicaram que as universidades de Taiwan eram eficientes em comparação com outras universidades do mundo e, se recebessem recursos adequados, poderiam ter os mesmos ou melhores resultados do que outras universidades. Os resultados do AHP mostraram que os acadêmicos de Taiwan perceberam que o elemento de entrada mais importante é a avaliação de eficiência da universidade, seguida de bolsas de pesquisa, número de estudantes de graduação e número de estudantes de pós-graduação. Os gastos anuais também foram classificados como o ponto mais importante, seguido pelo número de professores, patrimônio da escola e número de funcionários administrativos. Devido à dificuldade em coletar informações, foram utilizados apenas 8 elementos (4 elementos de entrada e 4 elementos de saída e 14 universidades para a medição do DEA), sugerindo que estudos futuros pudessem expandir o número de participantes e os elementos. nos cálculos da DEA [64].

O presente artigo tem como objetivo revisar e examinar criticamente as aplicações do AHP na Malásia em 2015, abrangendo 33 estudos conceituais e empíricos publicados de 1992 a 2013. Atualmente, existe um interesse crescente em aplicar o processo de hierarquia analítica. (AHP) no setor da educação. No entanto, ainda existem poucas análises de suas aplicações no ensino superior. Os estudos são baseados em quatro dimensões específicas: ano de publicação, país de origem, técnicas integradas aplicadas simultaneamente ao AHP e também as áreas de ensino superior nas quais o AHP foi aplicado. A análise sistemática revela que o AHP foi aplicado na mensuração da qualidade do ensino superior, na avaliação dos membros do corpo docente, no desempenho, no planejamento estratégico, na seleção de universidades e na seleção da melhor universidade [65].

O estudo tem como objetivo, na Universidade de Teerã, Irã, em 2011, apresentar uma nova abordagem para o *e-learning*, com avaliação do sistema para identificar e priorizar fatores ou facilitadores de sucesso do *e-learning* que precisam ser focados em.

universidades e institutos educacionais. O *e-learning* surgiu como um paradigma educacional moderno, com o objetivo de melhorar o conteúdo educacional, o compartilhamento de conhecimento e a interação social, além de ser usado para avaliação de desempenho. Este artigo propõe uma abordagem baseada no FAHP e no CSF (*Critical Success Factors*) para avaliar o desempenho do *e-learning*. O método utilizado é o Processo Analítico de Hierarquia (AHP) para tomada de decisão, sendo estruturado em sete itens principais: recursos do instrutor, recursos do aluno, qualidade do conteúdo do aluno, qualidade da tecnologia da informação, participação e interação, apoio às instituições de ensino e conhecimento em gestão e subcategorias. Uma avaliação de *e-learning* contribui para oferecer oportunidades para instituições e universidades de ensino, observando problemas e também fornecendo informações benéficas sobre questões estratégicas [66].

O estudo da Universidade de Aston, no Reino Unido, em 2006, visa revisar uma literatura que se concentra em quatro questões de decisão educacional: alocação de recursos, uso de desempenho, orçamento e programação. Os artigos relacionados a problemas publicados em periódicos internacionais de 1996 a 2005 foram pesquisados para responder a três perguntas: Que tipo de decisão de problema recebeu mais atenção? Quais são os requisitos de tomada de decisão predominantemente adotados? e quais são os pontos fracos dessas abordagens? O ensino superior enfrentou o problema de cortes no orçamento nos últimos 30 anos. Gerenciar o sistema de ensino superior é, portanto, um elemento crucial e uma tarefa urgente para os tomadores de decisão da universidade melhorarem seu desempenho. Uma nova técnica de planejamento de metas que integra operações do processo de hierarquia analítica é proposta para abordar um modelo abrangente de alocação de recursos [67].

O objetivo do estudo, em 2015, realizado na Universidade Pingxiang, na China, fornece uma avaliação da *Fuzzy AHP* dos fatores que influenciam a qualidade da formação profissional em comércio eletrônico, incluindo a otimização do currículo de graduação e do conteúdo pedagógico. Um caso real é proposto para demonstrar a avaliação e a qualidade do treinamento de acordo com o sistema de índices, verificando a eficácia e operacionalidade do modelo. É importante que a educação em comércio eletrônico estabeleça um sistema apropriado de avaliação da qualidade para que esses profissionais atendam às necessidades do mercado. Isso destaca a necessidade de dominar as habilidades e conhecimentos de negociação *on-line*, além de entender como o gerenciamento de negócios funciona para o comércio eletrônico [68].

Na Universidade de Zhengzhou, China, realizou-se um estudo em 2016, adota a abordagem de rede analítica - AHP, como um novo método de avaliação está sendo usado para o ensino universitário, EM-ANP, considerando: o sistema de índices de avaliação, o peso da avaliação do ensino e a aplicação de o sistema de índices de avaliação de ensino. Ele se compara às abordagens tradicionais de avaliação do ensino universitário, o ES-ANP, e inclui dois tipos de grupo de orientação e critérios de estudante, além da relação interdependente entre dois critérios. O resultado mostra que esse tipo de método de avaliação do ensino pode refletir o ensino mais eficaz e preciso, desempenhando um papel mais importante na avaliação do ensino universitário [69].

Desenvolveu-se um sistema inteligente no Cazaquistão em 2015 para executar o gerenciamento de decisões educacionais, com a implementação de um algoritmo de decisão no sistema de banco de dados de gerenciamento educacional no processo de hierarquia analítica. Essa técnica permite escolher as melhores alternativas; essas características são vetores de componentes heterogêneos, incluindo aqueles que não estão claramente definidos. Recomenda-se a decisão de tomar um sistema que implemente o algoritmo proposto e documente os resultados do estudo experimental. Os resultados mostram que o aumento observado de peso pertence a softwares projetados para aumentar investimentos financeiros e investimentos em apoio ao sistema educacional [70].

Um estudo, em 2011, da Universidade de Nanchang, na China, descreveu a avaliação do conteúdo e da alfabetização das informações e depois analisou as relações entre eles. O processo de hierarquia analítica (AHP) foi adotado, estabelecendo o modelo abrangente do sistema de avaliação de índices de alfabetização e calculando vários fatores, incluindo questionários para eliminar possíveis subjetividades, a fim de obter a equação que pode descobrir de forma abrangente o nível de alfabetização e índice de alunos. Os resultados indicam que o nível de alfabetização dos estudantes universitários é geralmente baixo. Eles recomendam a construção de um macroambiente e um microambiente: o primeiro refere-se a decisões políticas que absorvem as práticas avançadas dos países desenvolvidos em educação, recursos humanos, financeiros e materiais, pois o ambiente da informação é um terreno fértil para promover a alfabetização de alto nível; o segundo indica maior conscientização do aluno para melhorar a aquisição de recursos e os níveis de informação, respeitar a ética da informação, usar tecnologias e ferramentas avançadas de informação para enriquecer o repositório e aprimorar as habilidades [71].

Realizou-se um estudo na Universidade Nacional de Tecnologia de Defesa da China em 2012 para aplicar o método AHP chamado DELPHI-AHP modificado de acordo com o sistema de avaliação e a qualidade dos estudantes universitários, determinando uma avaliação de índice e pesos. A qualidade da educação oferecida aos estudantes das universidades afeta o nível de eficácia no futuro. O estudo estabeleceu uma avaliação científica e racional da qualidade do sistema de ensino geral como forma de avaliar o desenvolvimento geral dos alunos. Os resultados indicam que este documento resolve os principais problemas de avaliação de diferentes estudantes universitários, do ponto de vista quantitativo, identificando o peso dos indicadores de avaliação e o grau de importância dos Conselhos dos principais órgãos de avaliação. Assim, o autor cria o modelo abrangente de avaliação da qualidade para estudantes universitários e determina uma tabela de avaliação, que fornece uma base teórica para melhorar a qualidade do ensino, permitindo uma avaliação mais precisa e científica dos resultados [72].

Um estudo na Universidade de Estudos de Palermo, Itália, em 2013, indica que a comunidade destacou a importância de uma educação de qualidade nos últimos anos, que exige excelência no planejamento de atividades e serviços e avaliação do desempenho dos serviços. No entanto, uma avaliação do desempenho do serviço é baseada nas partes que podem estar sujeitas à subjetividade e incerteza e, portanto, os resultados podem não ser exibidos. Neste estudo, foi utilizado um método baseado no modelo ServQual, além das teorias AHP e *Fuzzy-AHP*. A teoria *Fuzzy-AHP* é usada para lidar com a incerteza na análise de desempenho do serviço, enquanto o método AHP é adotado para estimar a importância dos atributos estratégicos do serviço. A análise de serviço permite que os fatores de desempenho sejam capturados e comentados. Os resultados mostram que a percepção dos professores sobre a qualidade do serviço influencia significativamente o nível de desempenho do serviço [73].

Realizou-se o estudo na Universidade de Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, em 2015. A pesquisa tem como objetivo entender por que estudantes internacionais viajam para os Emirados Árabes Unidos para estudar. A teoria *push-pull* foi usada para determinar a escolha do destino internacional do aluno e o AHP para examinar a importância de fatores que influenciam a escolha do aluno. Como o mercado de ensino superior é competitivo, este estudo é importante para uma melhor compreensão das instituições de ensino superior, autoridades e ensino superior, em relação aos fatores envolvidos na tomada de decisões dos alunos, determinando estratégias de recrutamento

e marketing para atrair estudantes internacionais. Os resultados contribuem para uma melhor compreensão do mercado de ensino superior nos Emirados Árabes Unidos [74].

Foi conduzido um estudo na Universidade de Estudos Econômicos de Bucareste, Romênia, em 2011. A nova Lei da Educação promulgada na Romênia antecipa a aposentadoria de professores aos 65 anos, eliminando a vida acadêmica de um importante segmento de profissionais com conhecimento destacado. Isso mostra a importância do desenvolvimento de estratégias para aumentar a retenção de conhecimento nas universidades. O objetivo deste artigo é investigar as principais estratégias de transferência de conhecimento entre gerações, incentivando a cooperação por meio do trabalho em equipe ou incentivando a competição individual. A primeira estratégia enfatiza a transferência sincronizada de conhecimento, enquanto a segunda estratégia enfatiza o conhecimento não sincronizado, que pode ser implementado através de diferentes mecanismos da vida acadêmica. Três deles foram considerados na pesquisa: 1) bolsas de pesquisa; 2) redação de livros e 3) trabalhos de revistas científicas. A investigação é aplicada pelo *Analytical Hierarchy Process* [75].

Realizou-se o estudo na Universidade de Medicina Chinesa de Shaanxi, China, em 2014. Com o ritmo acelerado da vida, o conceito de "micro" tornou-se mais presente na percepção dos estudantes universitários, proporcionando mudanças essenciais no processo de ideologia e educação política. Portanto, o papel dos estudantes universitários torna-se objeto de pesquisa de acordo com suas atitudes expressas em microculturas, microblogs, microcanais e micropúblicos. A pesquisa utiliza o processo de hierarquia analítica para destacar cinco aspectos: impacto ideológico, intercâmbio de estudantes, influências sobre efeitos colaterais, publicidade da atividade e papel do aluno. Os resultados da pesquisa mostram que a micropública é o caminho de impacto mais profundo para universidades e estudantes universitários em processos relacionados à ideologia e à política [76].

Desenvolveu-se um modelo para determinar a qualidade da gestão do ensino superior privado usando o FAHP (*Fuzzy Analytical Hierarchy Process*) da Universidade de Informática e Gerenciamento de Computadores (STMIK) em Pringsewu, Indonésia em 2016. A utilidade da ferramenta foi investigada para melhorar a qualidade dos gerentes e graduados aplicando um sistema de apoio à decisão baseado na FAHP. O método foi desenvolvido para encontrar a melhor opção entre várias alternativas, com base em 6 critérios predeterminados: Recursos Humanos, Instalações e Infraestrutura, Organização, Liderança, Currículo e Graduados [77].

Um estudo foi realizado na Universidade de Sharjah, Emirados Árabes Unidos, em 2013. A técnica de benchmarking foi implementada por quatro universidades nos Emirados Árabes Unidos para melhor desempenho. Os critérios de benchmarking dos alunos envolvidos de outubro de 2009 a maio de 2011 foram verificados para identificar prioridades e aplicar pesos a vários critérios de decisão no contexto de escolha de uma universidade. Técnicas de Benchmarking e Processo de Hierarquia Analítica tornam a implementação e a análise de estudos mais eficazes, mais fáceis e mais aplicáveis às universidades. Além disso, o AHP é usado para calcular os pesos relativos de cada critério e subcritério para selecionar o critério de benchmarking em cada uma das quatro universidades investigadas. As conclusões gerais sugerem que, dentro dessas quatro universidades, a reputação parece ser um critério mais prevalente do que seu desempenho em avaliações de qualidade [78].

Apontou-se um estudo sobre a importância do uso do processo de hierarquia analítica (AHP) em 2015, amplamente utilizado por tomadores de decisão e pesquisadores. A definição de critérios e o cálculo de seus pesos são fundamentais para esse método para avaliar alternativas. No entanto, existem poucos estudos que se concentram no uso dessa ferramenta. O objetivo deste estudo é desenvolver uma revisão sistemática da literatura dos casos reais que aplicaram o AHP para avaliar como os critérios foram definidos e medidos. Nos 33 casos selecionados, a literatura foi utilizada principalmente para construir os critérios, os pesos foram calculados pelo uso de AHP ou FAHP e para avaliar alternativas outras técnicas como TOPSIS, BUY e ELECTRE. O resultado da aplicação do AHP tratou apenas da adaptação do modelo e das técnicas utilizadas. Esses achados podem apoiar a recomendação de estudos futuros sobre as dificuldades na aplicação do AHP para escolher os melhores critérios para se chegar a um consenso e se os resultados atendem às expectativas do público [79].

#### **4.3 Processo de Hierarquia Analítica na Gestão da Educação**

O artigo “Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação” [13], foi realizado a partir da análise dos 10 estudos, identificando como o AHP foi utilizado na gestão educacional, desde a seleção dos alunos, alocação de recursos até avaliação do ensino, destacando os fatores que influenciam a tomada de decisão, a fim de propor modelos que contribuam para maior qualidade e eficiência nas instituições de ensino.

A Universidade de Ciência e Tecnologia da China, em 2016, realizou um estudo em Hong Kong, utilizando processo analítico hierárquico (AHP), multicritérios de decisão (MCDM) e processo analítico de rede (ANP). Neste estudo, propôs-se uma abordagem, considerando a correspondência da personalidade para facilitar a seleção de orientadores mais adequados aos alunos. Tal pesquisa supera a deficiência dos estudos já existentes porque estes somente se referem a critérios objetivos e não enfatizam a correspondência subjetiva da personalidade. Em segundo lugar, obtiveram-se diferentes percepções dos usuários, por meio de perguntas em um sistema online. Destaca-se que as diferentes preferências foram utilizadas por algoritmos projetados para consignar tais dados. Em terceiro lugar, apresenta-se a recomendação aluno-supervisor. O objetivo do estudo foi definir um quadro de análise de pesquisa (RAF), com base no perfil dos pesquisadores, em um site de pesquisa de rede social chamado Scholar Mate, sendo composta por três dimensões: relevância, conectividade e qualidade [80].

Em 2014, a Universidade de Ciência e Tecnologia do Irã desenvolveu uma pesquisa no Teerã, aplicando o método de ponderação (AHP). O presente trabalho recomendou uma avaliação na gestão do conhecimento, sendo este um fator importante para um aumento no desempenho das Organizações. Os resultados da pesquisa mostraram que a cultura organizacional tem importância maior do que a estrutura organizacional na gestão do conhecimento nas universidades. O objetivo do estudo foi classificar e ponderar os facilitadores de gerenciamento de conhecimento em Instituições educacionais, com base na opinião de membros acadêmicos, funcionários e estudantes em Escolas de gestão da província de Qom [81].

A Universidade de Educação, em Taiwan, em 2013, produziu uma pesquisa com o objetivo de desenvolver um método de avaliação, o AHP de Classificação direta (DR-AHP) para ampliar a aplicabilidade do AHP tradicional, com o fim de ponderar e avaliar a criatividade em ciência e tecnologia dos estudantes. Para atender tal proposta, o estudo construiu um conjunto de critérios com dados coletados de professores e alunos. Os resultados do estudo destacam como o AHP e o DR-AHP são capazes de ajudar a criar critérios de avaliação e/ou avaliar a criatividade na produção dos estudantes; também mostraram a superioridade do DR-AHP em objetividade e eficiência em relação ao uso do AHP tradicional [82].

Em 2013, a Universidade de Feng Chia, em Taiwan, implementou uma pesquisa para avaliar o desempenho com base nos Métodos Processo Analítico Difuso (AHP) e Avaliação Abrangente Difusa. Primeiro, determinou-se o sistema de índice de

desempenho do ensino e, em seguida, o fator e o subfator. Os pesos foram calculados pelo Método Difuso do AHP e, como resultado, facilitou o consenso dos decisores e a redução de incertezas para a tomada de decisão. Após, a Avaliação Abrangente Difusa foi empregada para avaliar o desempenho do ensino. Este estudo também utilizou uma aplicação de caso, a fim de ilustrar a estrutura proposta. O objetivo do estudo é que o artigo sirva de ferramenta para os gestores de Instituições educacionais para melhorar a qualidade do desempenho do ensino [83].

A Universidade Norte-Chiangmai, em 2014, realizou uma pesquisa na Tailândia, utilizando Processo Analítico Hierárquico Difuso (FAHP), com a utilização de múltiplos critérios, como fim de determinar prioridade entre os critérios, sendo 9 critérios principais e 44 subcritérios. O objetivo do estudo é a tomada de decisão de qualidade nas Instituições de ensino superior. O resultado demonstrou que a apuração foi a mesma., comparando os escores de prioridade de cada critério entre os métodos AHP e FAHP [84].

Um trabalho desenvolvido na *Haerbin Engineering University*, em 2011, expôs o conceito de eficiência de equipamentos de educação e analisa os fatores de influência por meio de quatro aspectos: sua própria condição, regras de operação, tarefas realizadas e operador. O modelo de avaliação de fatores de eficiência de equipamentos de educação é construído e seu peso de índice quantitativo é dado com base no AHP (*analytic hierarchy process*). Este artigo apresenta problemas aos quais devemos prestar atenção na avaliação, e fornece algumas medidas para evitar a influência da subjetividade no peso do índice de desenho. Está provado pelo exemplo que o processo de hierarquia analítica é adequado ressoáveis na avaliação de fatores de efetividade de equipamentos de educação. Este artigo estabelece um modelo de avaliação da eficiência dos equipamentos de educação baseado no AHP. Este método pode tirar conclusões quantitativas do índice, que obtêm a comparação entre os elementos, mas mostram cada função e posição do índice de acordo com o peso na eficiência dos equipamentos de educação [85].

Um estudo foi desenvolvido na *Griffith University*, Austrália, em 2016, onde se aplicou um questionário entre professoras especializadas na capital da Arábia Saudita, Riad. Os dados foram analisados usando o *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Os resultados deste estudo revelaram 13 qualidades de professores efetivos da Arábia Saudita: Cuidar; Justiça e Respeito; Interação com os alunos; Entusiasmo e Motivação; Dedicção ao Ensino; Prática reflexiva; Gerenciamento de sala de aula; Organização de sala de aula; Disciplinar Alunos; Alocação de tempo; Expectativas dos professores; Planejamento para Instrucional; e, estratégias instrucionais. Os dados coletados foram

analisados em duas etapas. A primeira fase foi o AHP, que forneceu uma lista ordenada das qualidades dos professores eficazes e a fase dois foi a implementação da análise da regra do princípio de Pareto na lista de classificação fornecida, que determinou os fatores de qualidade mais eficazes que contribuiriam para melhorar o professor [86].

Destacou-se que avaliar a eficiência de universidades e melhorar a qualidade destas são metas importantes. Este artigo abordou a incorporação de uma hierarquia em camadas na estrutura da DEA e propôs o modelo conjunto MLDEA. Este novo modelo utilizou a estrutura hierárquica de indicadores para medir as eficiências dos departamentos acadêmicos com base nas atividades de ensino e pesquisa. Também para obter pesos realistas e aceitáveis, foi imposto restrições de peso a cada categoria de cada camada na estrutura hierárquica dos indicadores do departamento acadêmico e apresentou-se o modelo híbrido AHP-AR-Joint MLDEA. Além disso, para examinar o modelo recomendado, este modelo foi aplicado para avaliar o desempenho dos departamentos acadêmicos da Universidade Shahid Bahonar de Kerman em 2014. Utilizando os 6 indicadores hierárquicos como a entrada do modelo e os 18 resultados finais em camadas como o resultado baseado em suas atividades de ensino e pesquisa, foi feito o cálculo da melhor pontuação de eficiência para os 30 departamentos acadêmicos e analisou-se os pesos atribuídos a cada um deles. Os resultados de cada modelo foram comparados com o modelo CCR de uma camada, modelo Joint DEA e modelo MLDEA, por fim, a análise indicou a eficácia do modelo AHP-AR-Joint MLDEA em termos de poder de discriminação, atribuição de peso e possibilidade de implementar este modelo na avaliação da função de atividades que possuem muitos indicadores juntamente com a estrutura hierárquica [87].

Apresentou-se um trabalho na *The University of Edinburgh*, em 2016, onde destaca que a capacidade de prever o curso universitário que um aluno pode selecionar aumenta a precisão na alocação de recursos, incluindo currículo e apoio à aprendizagem e serviços de aconselhamento de carreira. Neste artigo, propôs-se uma abordagem para extrair as preferências dos estudantes disponíveis nos sistemas institucionais de informação dos estudantes. As preferências extraídas foram analisadas usando o AHP, para prever a seleção do curso do aluno. A abordagem baseada em AHP foi validada em um conjunto de dados coletados em um programa de graduação em uma universidade canadense. Os resultados demonstram que a precisão das previsões do curso estudantil foi alta e equivalente ao de abordagens de mineração de dados anteriores usando dados totalmente identificáveis. As descobertas sugerem que a média de notas dos alunos em relação às

notas dos cursos que estão considerando para matrícula foi o mais importante fator na determinação da escolha do futuro curso. Este trabalho buscou enfatizar a importância de técnicas alternativas de modelagem preditiva em vez das abordagens mais tradicionais de mineração de dados. Considerando a legislação de privacidade e ética, que garantem o anonimato do estudante, o artigo destaca a capacidade de desenvolver um tal modelo preditivo, incluindo dados não identificáveis, o que não seria possível utilizando técnicas de mineração de dados [88].

Foi realizada uma pesquisa desenvolvida na Universidade de Ciência e Tecnologia do Norte da China, em 2016, sobre o sistema de educação para inovação e empreendedorismo, através da construção do sistema de indexação de inovação e educação empreendedora para estudantes universitários. Com o apoio do processo de hierarquia analítica e teoria dos cinzas, foi estudada a avaliação quantitativa da inovação e educação para o empreendedorismo de estudantes universitários. Com base na conotação de inovação e educação para o empreendedorismo, este artigo construiu o sistema de avaliação de inovação dos estudantes universitários e educação empreendedora, que inclui os indicadores: educação para inovação e empreendedorismo [89].

#### **4.4 Sistema Internacional de Acreditação**

No artigo “Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde baseado em *Blockchain*” [2], de acordo com o EA-IRPM, é mostrado o resultado da etapa de planejamento em termos gerais para a arquitetura do sistema preliminar, ou seja, a análise de requisitos gerais. Depois disso, a Análise de Requisitos Específicos é apresentada, aqui o foco está na tecnologia *Blockchain* baseada em outros sistemas *Blockchain* [15], [45], em que o mapeamento de elementos equivalentes mostra a possível reutilização desses sistemas. Em seguida, esta seção termina com a proposição do sistema *web RGM* como a base natural para desenvolver a solução *Blockchain* para o SIA [2].

O SIA deve ser composto por sociedades e profissionais, mas também composto por divisões dentro das sociedades, conforme explicado por Casanova em [3]. As divisões são responsáveis pelo processo de credenciamento, definindo as regras para certificação, como critérios de elegibilidade e exame. No que diz respeito aos elementos de rede e suas conexões, as sociedades não precisam estar conectadas a todas as sociedades. Os profissionais podem estar conectados a mais de uma sociedade [2].

Alguns novos conceitos podem ou não ser aplicados: um profissional pode estar conectado a outro profissional e as divisões podem estar conectadas a outras divisões e sociedades. Isso significa que os profissionais podem credenciar outros profissionais, ou seja, digamos que dois profissionais tenham trabalhado juntos, então eles podem registrar isso e isso funcionaria como um credenciamento pessoal [2].

Assim, dois profissionais só seriam capazes de realizar uma transação se os dois concordassem com isso, e isso funcionaria como uma aprovação recíproca entre profissionais ou como um credenciamento pessoal. As divisões podem trabalhar juntas para o credenciamento combinado [2].

Portanto, podemos considerar os seguintes elementos como RA geral do SIA [2]: 1) Organização autônoma descentralizada; 2) Confiabilidade; 3) Elementos da rede: sociedades, divisões e profissionais; 4) Possibilidade de credenciamento entre qualquer nó da rede.

O quarto elemento revela que as sociedades, divisões e profissionais podem realizar credenciações entre si. Essa propriedade pode ser muito interessante e requer uma análise mais completa [2].

No presente trabalho, com intuito de simplificar, considerou-se apenas o cenário de credenciamento explicado por Casanova em [3]. Então, o RA específico para o núcleo do sistema é a própria tecnologia *Blockchain*. Em outras palavras, um mapeamento entre aplicativos ou serviços, conforme apresentado na Tabela I, é o RA Específico [2].

O conceito de operação do SIA pode ser muito semelhante ao *Personal Health Records* com a tecnologia *Blockchain*. É razoável dizer que os dados em um Registro de Saúde Pessoal são mais complexos que os dados em um Registro de Acreditação [19], [45].

Roehrs et al. [19] nomearam sua solução OmniPHR e seu modelo é baseado nas seguintes tecnologias: *Blockchain*, Overlay de roteamento, padrão openEHR, *hord algorithm* e sistema *Public-Subscribe*. Seu modelo propõe um PHR hierárquico criptografado e distribuído em *Blockchains*. Em seu modelo, temos pacientes, profissionais de saúde, hospitais (clínicas ou postos de primeiros socorros). Portanto, na Tabela II, temos o mapeamento entre OmniPHR e SIA e, devido à semelhança, podemos considerar o modelo OmniPHR, após mapear, o conceito de operação do SIA [2].

Assim, como resultado da similaridade, após o mapeamento, a Arquitetura Preliminar do Sistema da SIA seria a mesma proposta por Roehrs et al. por seu modelo OmniPHR [19].

Tabela I  
Mapeamento entre Bitcoin e SIA.

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| Bitcoin     | International Accreditation System |
| Spender     | Professionals and Divisions        |
| Wallet      | Accreditation Log                  |
| Miner       | Professional society               |
| Transaction | Transaction                        |
| Block       | Accreditation data                 |

Tabela II  
Mapeamento entre OmniphR e SIA.

|                  |                                    |
|------------------|------------------------------------|
| OmniphR          | International Accreditation System |
| Patients         | Professionals                      |
| Professionals    | Divisions                          |
| PHR              | Accreditation Log                  |
| Hospital         | Professional society               |
| Message          | Transaction                        |
| Data block       | Data block                         |
| Health record    | Accreditation record               |
| Nodes publishers | Professional societies             |

O sistema *web* RGM possui uma estrutura hierárquica de rede social, contemplando instituições, profissionais e pacientes desejados. Portanto, ele pode fornecer uma arquitetura completa centrada no usuário com as funções gerais de um sistema da Web, que satisfaz os Requisitos Gerais do SIA, fornecendo recursos e possibilidades adicionais [2].

O RGM foi implementado com ferramentas e softwares gratuitos, como: arquitetura de software (MVC), linguagem de programação (*JavaServer Faces*), suíte de componentes (*Prime Faces*), servidor de aplicativos (*Glassfish*), IDE (*Netbeans*), mapeamento relacional de objetos (*Hibernate*), estrutura de aplicação (*Spring: Security Framework*), ferramenta de automação de construção (*Maven*), filtro de reescrita de URL (*Pretty Faces*), *frontend* (HTML5) e banco de dados (PostgreSQL) [45].

A razão pela qual o RGM é uma base natural para o SIA é porque ele é um sistema para apoiar a geração e desenvolvimento de diretrizes médicas e de saúde e diretrizes de relatórios. Dessa forma, é um sistema projetado para auxiliar as sociedades (ou associações) de médicos e profissionais de saúde no desenvolvimento de suas diretrizes, resolvendo os problemas apresentados por Moher et al. sobre relatar diretrizes em medicina, que são claramente aplicáveis a diretrizes clínicas. Além disso, a RGM implementou em si a estratégia EA-IRPM, que é adequada para integrar a tecnologia *Blockchain* com contratos inteligentes, para fornecer flexibilidade e configuração aos processos de credenciamento das sociedades [33], [46].

## CAPÍTULO 5: Discussão

Este capítulo apresenta discussões sobre as respostas decorrentes das investigações, os efeitos da relação entre a pesquisa e a prática, as vantagens e desvantagens de cada uma dessas abordagens, assim como a legitimidade desta revisão bibliográfica. Desse modo, após a verificação de cada artigo constante da referência, têm-se dados que servem de base para responder aos questionamentos da pesquisa: estudar a aplicação do Processo de Hierarquia Analítica e da *Blockchain* na gestão educacional no Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde, com o intuito de buscar melhoria do atendimento e tratamento de paciente, bem como pode aperfeiçoar a gestão educacional na área de acreditação [1], [2], [5], [13].

### 5.1 *Blockchain* na Saúde

O artigo “*Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa” aborda os sistemas atuais de registros médicos eletrônicos, a obtenção de informações entre hospitais e consultórios é lenta e burocrática, dependendo de pedidos do médico e/ou paciente entre as instituições, e os sistemas geralmente não são interligados devido ao alto custo de integração de sistemas tradicionais, dificultando a obtenção do histórico médico do paciente [1].

Quando há um ataque e sequestro de dados nos sistemas de hospitais, como aconteceu em 2017 [37], [38], tanto a equipe médica quanto os pacientes podem ser prejudicados [39], pois há perda de registros e bloqueio de acesso até que os sistemas sejam reestabelecidos [40].

Em contraste, a *Blockchain* funciona como uma base de dados distribuída, onde a informação inserida por um membro é propagada de forma segura e automática. A própria rede se encarrega de assegurar a integridade das informações, e se os computadores de um dos hospitais ficarem fora do ar, os demais conseguem acessar os dados daquele hospital, pois cada participante da rede possui uma cópia da informação. Essa solução também traz o desafio do controle de acesso e autenticação desse participante, de modo que ele deva acessar, dentro da *Blockchain* apenas o que lhe é devido. Esse controle de acesso e autenticação faz-se necessário porque dentro da *Blockchain* muitos blocos poderão conter informações sigilosas não vinculadas a um dado participante da rede [40].

Azaria et al. [16] retratou os *smart contracts* da *Blockchain Ethereum* [90], [91], para garantir o controle de acesso entre médico e paciente e a privacidade do paciente.

Assim, é possível que médicos e pacientes definam permissões de acesso de forma granular, com datas de expiração. O foco é empoderar o paciente, dando controle a ele dos seus registros médicos e facilitando os trabalhos das equipes de saúde já que as informações de pacientes são de fácil compartilhamento e a privacidade garantida [92].

Para obter maior segurança na autenticação, o trabalho de Zhao et al. usa sinais vitais para a geração de chaves criptográficas, como uma forma de autenticação mais confiável, uma vez que a própria pessoa seria a chave [41].

Outro problema observado no uso de *Blockchain* em maior escala relaciona-se ao aumento do consumo de memória e poder computacional quando é inserido grande volume de dados nessa cadeia [42], [93]. Uma solução a esse problema foi apresentada nos trabalhos de Liu [42], com a segmentação da *Blockchain* (em idade, cidade, etc.) e Dubovitskaya et al. que criaram um sistema para auxiliar a gerência das informações [36].

Vale notar que conforme o levantamento de Ojo e Adebayo em, as iniciativas com *Blockchain* na saúde ainda são em sua maioria experimentais e em estágio inicial, sendo o único caso de uso em nível nacional o *Guardtime*, usado na Estônia [17].

## **5.2 Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades**

O artigo “Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades” [5], demonstra que o uso do método AHP é capaz de resolver problemas complexos de decisão em diferentes níveis de ensino por meio de raciocínio dedutivo para validar escolhas, sugerindo que existe potencial para ser amplamente aplicado.

Este artigo [5] tem como objetivo fornecer uma visão geral das possíveis aplicações do AHP na Educação e pode ser útil para os Ministérios da Educação. No Brasil, o Ministério da Educação [104] está organizado em três secretarias que podem se beneficiar dessa iniciativa: a Secretaria de Educação Básica [105]; Secretaria de Educação Superior [106]; e Secretaria Executiva [107].

Uma pesquisa foi realizada em Taiwan usando o AHP para aumentar a equidade social e a justiça na educação nas escolas indígenas para promover a competitividade desses estudantes. O método considerou os alunos os principais beneficiários dessa educação, seguidos pelos grupos étnicos, instituto e sociedade [48].

Outro estudo avaliou, por meio do processo de hierarquia analítica (AHP), a importância do apoio às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em escolas de

ensino fundamental de escolas chilenas, concluindo que as escolas que apoiam TIC tiveram melhor desempenho no processo de ensino e aprendizagem [49].

Um estudo foi apresentado na Universidade de Sharjah, nos Emirados Árabes Unidos, com base no AHP em várias decisões, para desenvolver um instrumento que qualifique as instituições de ensino superior, concluindo que a reputação parece ser um critério mais prevalente do que as avaliações de qualidade nas quatro universidades [78].

### **5.3 Processo de Hierarquia Analítica na Gestão da Educação**

No artigo “Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação” [13], os agentes de políticas podem verificar se o AHP fornece um método que permite a verificação de critérios para medir o desempenho, enquanto a tomada de decisão é um processo de análise que resulta na seleção mais apropriada para a ação. Assim, as autoridades educacionais podem oferecer um melhor apoio aos alunos e professores, a fim de estabelecer um sistema inteligente de gestão [81].

Considerando a análise dos estudos, identificamos como o AHP foi utilizado na gestão educacional, desde a seleção do aluno, alocação de recursos até a avaliação do professor, destacando os fatores que influenciam a tomada de decisão para propor modelos que contribuam para maior qualidade e eficiência nas instituições de ensino [83]. Além disso, alguns estudos propuseram o uso de um modelo híbrido, combinando o AHP com outras técnicas de tomada de decisão [84].

### **5.4 Sistema Internacional de Acreditação**

O artigo “Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde baseado em *Blockchain*” [2] pretende fornecer serviços da *Web* para sociedades médicas e de saúde no que diz respeito aos processos de credenciamento e certificação. O presente estudo de caso é um SIA para um grupo de sociedades profissionais em biologia e medicina de transplantação [94], [95], [96], [97], [98], [99], [100], com a sugestão da criação de uma organização autônoma descentralizada, possivelmente uma organização sem fins lucrativos que hospedaria e gerenciou a SIA. O SIA teria uma estrutura de rede social com a tecnologia *Blockchain*, o que garantiria descentralização, autonomia e confiabilidade [2].

O principal resultado desejado é a proposição do SIA para profissionais de saúde até o estágio de planejamento do IRPM e a arquitetura de sistemas preliminares da EA

[101], [30], [32], [34], com base em requisitos gerais e específicos apresentados na Seção III. Os Requisitos Gerais podem ser implementados de maneira direta usando outro sistema chamado RGM [34], [35], e os Requisitos Específicos podem usar como modelos, duas outras aplicações de *Blockchain* na área da saúde [19], [102].

Se considerarmos que o credenciamento depende de diretrizes médicas ou de saúde, o RGM é uma opção natural a ser usada como base para o desenvolvimento do SIA para profissionais de saúde. O RGM foi desenvolvido para apoiar a geração, desenvolvimento e gerenciamento de tais diretrizes e, em sua implementação, levou em consideração o design dos Sistemas de Serviços de Saúde (HSS) com Medicina Baseada em Evidências (EBM), ou seja, um EBM Pronto. O EBM-Ready-HSS considera a medicina baseada em evidências e as diretrizes médicas como requisitos significativos na arquitetura. Como consequência, pode ser uma abordagem adequada para um estudo ou desenvolvimento mais profundo do SIA em um trabalho futuro [30].

A adoção da tecnologia *Blockchain* pode evocar algumas preocupações. Se considerarmos os perigos da adoção de criptomoedas, alguns problemas podem ser preocupantes. Para promover o debate, são apresentados alguns possíveis abusos de *Bitcoins* expostos em [103] e os comentamos com relação ao SIA [2]:

1) O atraso técnico do tempo de fraqueza na confirmação, não é um problema para um SIA.

2) A possibilidade de gastos duplos não faz sentido para um SIA.

3) Os organizadores humanos de grupos de desonestidade que tomam fatias injustas de ações também não fazem sentido em um SIA.

4) Trocas incorretas de gerenciamento humano on-line pelo cenário derivado do trabalho de Casanova em [3], as sociedades são responsáveis pelas trocas e sua verificação, o que deve reduzir esse problema.

A implementação do SIA para profissionais de saúde com base em *Blockchain* pode exigir um debate entre essas sociedades para garantir o sistema autônomo descentralizado e a criação de uma organização sem fins lucrativos que hospeda o SIA. Acreditamos que essa nova organização promoveria o compartilhamento de conhecimento sem esforço e, com o tempo, a interação dentro do sistema não apenas disseminaria o conhecimento, mas também induziria a padronização das melhores práticas e o aprimoramento das diretrizes clínicas médicas e de saúde, espalhando-se no mundo e, assim, promovendo a melhoria da saúde pública em geral [2].

## A. Análise de Riscos na Gestão de Dados da Saúde

Nesta Seção, uma outra discussão pode ser levantada quanto ao uso do AHP e a Avaliação dos Riscos da *Blockchain* na Gestão de Dados da Saúde, como um desafio a ser investigado, uma vez que a tecnologia *Blockchain* tem se destacado nos últimos anos e o seu fundamento pode ser melhor descrito como uma tecnologia descentralizada e distribuída, executada com o uso de criptografia, destacando-se que a tecnologia *Blockchain* tem o potencial de implementar diversos processos de negócios, como saúde, logística, cadeia de suprimentos e gestão, conforme apresentado neste trabalho [117], [118].

Em 2016, segundo o estudo apresentado, observou-se que os departamentos de engenharia clínica devem estabelecer e regular de forma contínua um Programa de Gerenciamento de Equipamentos Médicos para garantir confiabilidade e segurança de serviços e dispositivos médicos críticos. Considerou que a avaliação da criticidade, dos riscos, foi um elemento essencial para confiabilidade das decisões de manutenção, especialmente quando existem vários dispositivos e as piores consequências das falhas não são evidentes [117].

Em 2018, um estudo identificou o processo de seleção como uma decisão com vários critérios para a solução do problema. Com base nisso, criaram um Suporte à Decisão de Sistema que auxilia os desenvolvedores durante a seleção da tecnologia de plataformas *Blockchain*. Algumas limitações e desafios técnicos ainda mereceram ser observados como escalabilidade, privacidade e segurança. Uma vez estabelecida uma solução baseada em *Blockchain*, a tecnologia subjacente, como uma organização produtora de *softwares* enfrentou o problema de selecionar alternativas de plataforma *Blockchain* disponíveis no mercado. O autor entendeu que esse processo de seleção para uma organização produtora de *softwares* é complicado porque muitos fatores, como segurança e posicionamento de mercado devem ser considerados [118].

Neste estudo, o processo de seleção da *Blockchain Platform* foi modelado como um problema de tomada de decisão com vários critérios que retrataram a avaliação de um conjunto de alternativas. Este estudo apresentou um Sistema de Suporte à Decisão para ajudar os tomadores de decisão, com o fim de tornar as decisões mais confiáveis, neste caso a seleção da *Blockchain Platform*. Vários estudos de caso foram realizados para avaliar o Sistema de Suporte à Decisão e os resultados finais mostraram que esses sistemas tiveram um bom desempenho para resolver os problemas de seleção para

produção de *software*. A novidade do Sistema de Suporte à Decisão residiu na utilização da técnica de priorização para avaliar pesos de critérios e reduzir a incerteza, ao introduzir modelos de avaliação para medição de acordo com especialistas [118].

Um estudo retratou que os setores de saúde necessitam de organização das informações, devido ao crescente aumento do volume de dados. Também considerou que AHP é um método eficiente para avaliar decisão com multicritérios. Para isso, foi desenvolvida uma estrutura hierárquica, em grupos para comparações aos pares, com planejamento, avaliação de recursos, medição de desempenho, alocação de recursos, estabelecendo prioridades e organizando os resultados [10], [119].

Segundo o presente estudo, observou-se que o método AHP é uma ferramenta útil para formular o problema para a tomada de decisão, sendo que neste trabalho, houve a seleção da tecnologia *Blochchain* para gerenciamento de dados da saúde, através do implemento de contratos inteligentes. Na verificação de grupos de risco previstos no contrato inteligente e, com o uso do processo de hierarquia analítica, identificou-se a possibilidade de automação da gestão de contratos. O método AHP auxiliou na tomada de decisão no processo de avaliação para identificar possíveis restrições tecnológicas em um ambiente de *Blockchain*. Após avaliação crítica, o Processo de Hierarquia Analítica permitiu comparações aos pares entre diferentes elementos e assim ampliou o conhecimento sobre esses fatores para avaliar o risco do *software*, de acordo com este estudo [119], [120].

O trabalho explicou como se procede a execução do método AHP, descrevendo que primeiro ocorre a hierarquia dos elementos primários de mesmo nível para, após, serem correlacionados com os elementos do nível superior, uma vez que a hierarquia é dividida em níveis que abrangem todos os aspectos que afetam a decisão e suas relações, com o fim de chegar à decisão do problema. Em cada nível, os elementos são comparados aos pares, a fim de priorizar o elemento mais importante em cada nível de hierarquia para a posterior tomada de decisão. Foi feita uma matriz quadrada de comparação aos pares na ordem  $n \times n$ , seus elementos representam a importância relativa de um elemento  $i$  sobre um elemento  $j$ . A escala de julgamento dos números usados no AHP é de 1 a 9 para que o tomador de decisão possa expressar a importância entre dois elementos como: igualmente importante, moderadamente importante, muito importante, muito importante ou extremamente importante. O resultado da matriz de comparação foi um vetor de prioridade de um grupo de elementos comparados. Após, o processo passou para a fase de atribuição dos pesos para os elementos [10].

Em outro estudo, foram explorados quatro grupos críticos de risco sistemático embutidos no emprego de contrato inteligente, usando o processo de hierarquia analítica (AHP). Os quatro principais grupos de análise de risco incluem: 1) transparência à luz dos governança; 2) segurança de TI; 3) automação da gestão de contratos; e 4) legalidade. O AHP auxiliou os tomadores de decisão e as partes interessadas no processo de avaliação essencial para identificar possíveis restrições tecnológicas colocadas em um ambiente de *Blockchain*. Com base na avaliação crítica, o método AHP permitiu comparações aos pares entre diferentes recursos e conseqüentemente aumentou o conhecimento sobre esses atributos à luz da avaliação de risco do *software* [120].

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi fornecer aos tomadores de decisão um modelo de comparação para avaliar os riscos identificados associados ao contrato inteligente. Para isso, o autor retratou o contrato inteligente com atenção devido às suas características e inúmeras possibilidades de aplicação, oferecendo aos usuários uma economia de custos e uma potencial variedade de aspectos comerciais. Os benefícios mais vantajosos incluem reduzir custos legais e transacionais, bem como aumentar os valores intangíveis, como valor de confiança. A pesquisa também forneceu informações específicas sobre os riscos de usar indevidamente o contrato inteligente na hierarquia analítica para avaliação de risco [120].

Na abordagem qualitativa da metodologia do AHP, realizada pelo autor do estudo, foram feitas perguntas aos especialistas em TI entrevistados, tais como: na avaliação de risco de software, o quanto mais importante é a segurança em comparação com transparência? O modelo proposto pelo estudo para a tomada de decisão e resolver a matriz foi o uso do *software Super Decision*, um software profissional que tem acesso livre e útil para um resultado consistente. O índice de consistência é uma medida que confirma que as taxas originais fornecidas pelos entrevistados foram mantidas [10], [120].

Como conclusão desse processo, para esse estudo, a transparência à luz da governança corporativa foi mais importante do que a automação na análise de risco de software dos contratos inteligentes. Após o resultado do AHP, os entrevistados citaram a possibilidade de incluir o risco na análise de contratos inteligentes, análise e compartilhamento de dados em *Blockchain*. Afirmaram também que o *big data* é fonte de informações valiosas se usado corretamente e o risco no uso de *big data* em *Blockchain* é desconhecido, sendo o resultado imprevisível. Na entrevista, os especialistas mencionaram que contratos inteligentes poderiam ser usados para automatizar transações, substituindo burocracia e papelada [120].

O campo da tecnologia de saúde foi retratado para avaliação competente de desempenho por engenheiros clínicos, em estudo lançado em 1980, com o Serviço de Emergência Seminal do Instituto de Pesquisa Científica. O artigo considerou que o método AHP fornecia uma experiência comprovada, estruturada e bem documentada como ferramenta para hospitais, integrada às redes de distribuição ou outros profissionais de saúde. Um estudo de caso com base na seleção de um ventilador neonatal foi usado para ilustrar um uso bem-sucedido do AHP, concluindo que engenheiros clínicos poderiam usar esse design como um protótipo para executar nas instituições [121].

No presente estudo, identificou-se que o processo de hierarquia analítica para o Departamento de Registro Médico e decisão do hospital permitiram projetar uma estrutura hierárquica e pesar as compensações entre critérios de decisão e alternativas para facilitar decisões clínicas e de gestão aprimoradas. Nesse contexto, o processo de hierarquia analítica é uma comprovada, valiosa e versátil ferramenta de apoio à decisão que os administradores de tecnologia do hospital, os especialistas em tecnologia/sistemas de informação e engenheiros clínicos devem considerar para melhorar a análise, organização e implementação de decisões importantes nos Departamentos de Registros Médicos. Como em qualquer ferramenta de apoio à decisão, treinamento e cuidados devem ser usados para criar competências, modelos confiáveis que refletem com precisão a experiência única e necessidades dos participantes. As etapas desenvolvidas neste estudo geraram uma série de melhorias e recomendações para cada Departamento de Registro Médico, podendo ser usado para seu gerenciamento e avaliação de seu desempenho [119].

O trabalho desenvolvido explicou que o contrato inteligente pode remodelar o processo de negócios, podendo fornecer vantagem para os interesses comerciais, bem como transparência de todo o processo, confiabilidade, conhecimento compartilhado, riscos compartilhados e consenso, mas seus riscos associados devem ser melhor compreendidos. Este estudo de pesquisa abordou o objetivo principal do gerenciamento de riscos de software, identificação de risco e, em segundo lugar, confronta os fatores de risco com o auxílio de um especialista utilizando o método AHP, ajudando o tomador de decisão a ter um melhor desempenho no julgamento de forma sistemática. Assim, presumiu-se que este estudo alcançou seu objetivo de definir grupos com base na literatura e ter realizado comparação qualitativa aos pares, melhorando uma compreensão dos atributos do contrato inteligente [120].

Verificou-se, neste estudo, que os projetos enfrentarão complexidades adicionais a serem definidas, ao organizar, medir e representar os riscos, recursos científicos disponíveis, evidências, ramificações legais e éticas. Embora a precisão e a estrutura do método AHP tenha sido considerada uma força importante, seu uso exige conhecimentos competentes e capacidade para tomar decisões concretas com base no que pode ser incerto ou conhecimento vago. Entretanto, o AHP mostrou ser uma viável ferramenta do Sistema de Suporte à Decisão em tecnologias emergentes, destacando que outro nível de complexidade ocorre nos níveis regional, nacional e internacional do sistema de saúde. Uma consideração importante tratada é que no nível internacional, a cultura e política, os tipos de colaboração, negociação e consenso variam substancialmente. Para o autor, há uma necessidade global bem documentada para melhorar a eficácia, eficiência, qualidade e segurança dos cuidados de saúde, mostrando as oportunidades para o desenvolvimento biomédico e de engenheiros clínicos, a fim de aprender a implantar essas ferramentas e técnicas em todo o campo da saúde [121].

Dentro do setor de saúde, muitas abordagens e ferramentas para tomada de decisão são usadas. Este artigo explorou uma nova ferramenta, o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que permitiu verificar informações subjetivas e objetivas a serem consideradas em uma decisão. Considerou que o AHP tem potencial para resolver problemas de saúde tradicionais e não tradicionais. Problemas de saúde e de entrega de medicamentos foram verificados para destacar os requisitos e a complexidade dos aplicativos AHP, uma vez que os aplicativos de assistência médica são únicos, na medida em que tratam do uso de dados de computadores, imagem, voz, texto e conceitos de multimídia [122].

A abordagem usada neste artigo foi para examinar as áreas de aplicação, identificar os tipos de decisões tomadas e como o AHP pode ser importante. Os esforços devem ser para integração de informações e informática médica em: a) assistência médica, b) educação e prevenção, c) custos, d) planejamento, e) alocação de recursos, f) pesquisa e análise de dados e g) administração. Essas classificações foram baseadas na análise do autor e tendem a representar profissionais e escolas de pensamento. Por exemplo, prestação de assistência médica e educação na saúde não podem ser separadas. Da mesma forma ocorre com alocação de recursos, planejamento e sobreposição de pesquisa e análise de dados [122].

Diante das discussões trazidas nesses artigos científicos, alguns autores destacaram que as instituições de saúde necessitam administrar seus dados, motivado pelo crescente aumento destes. Para isso, o AHP [10] foi adotado como uma possível

ferramenta útil na tomada de decisão, selecionando a tecnologia *Blochain* para gerenciamento de dados da saúde, por meio de contratos inteligentes, o que possibilita benefícios, como: confiabilidade, transparência e redução de custos. Entretanto, também salientou a necessidade de realizar a avaliação de possíveis riscos nessas implementações, como algumas limitações e desafios técnicos que decorrem da escalabilidade, privacidade e segurança, além das questões legais e éticas [117], [118] [119], [120], [121], [122].

## Conclusão

A proposta dessa pesquisa foi realizar um estudo da literatura científica para compreender e orientar profissionais de saúde e educação, pacientes e discentes, instituições de saúde e ensino, e pesquisadores sobre o cenário de publicações que envolvem o tema. As ferramentas apontadas demonstram uma potencial contribuição qualitativa nas áreas da saúde e ensino, sendo destacadas suas vantagens, além dos desafios decorrentes de sua implementação [1], [2], [5], [13].

O método da pesquisa adotado foi principalmente bibliográfico, sendo planejado e desenvolvido em etapas, por meio da análise de publicações de periódicos acessados em meio eletrônico, para apontar as questões da pesquisa, os termos de busca das bases de dados, a avaliação e seleção de artigos científicos conforme os critérios de inclusão e exclusão, a coleta de dados e a interpretação dos resultados, com o fim de estudar de forma detalhada e compreender o uso do Processo de Hierarquia Analítica e da *Blockchain* para realizar a gestão educacional no Sistema de Acreditação Internacional, considerando a escolha de melhores decisões [1], [2], [5], [13], [31].

Para buscar atender os objetivos da pesquisa, explorou-se os conteúdos das ferramentas em bibliografias científicas, a fim de apreender e coletar dados para a elaboração dos quatro artigos científicos: *Blockchain* na Saúde: Uma Revisão Qualitativa [1]; Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas Primárias, Secundárias e Universidades [5]; Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos Analíticos de Hierarquia na Gestão da Educação [13]; e Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde Baseado em *Blockchain* [2].

Dessa forma, essa estratégia demonstrou que o AHP é um método que possibilita a seleção da ação mais adequada [9], produzindo resultados confiáveis para a tomada de decisão de problemas complexos [10], [11]. Também restou claro que o sistema educacional expõe uma crescente necessidade de aperfeiçoar suas práticas e, diante desse aspecto, é possível entender que o uso do método AHP pode apoiar a tomada de decisão para melhorar a qualidade das instituições de ensino, seja nas resoluções de conflitos, escolha de materiais didáticos, ou na seleção de professores [5], [6]. Em particular, no contexto de um Sistema Internacional para a Acreditação de profissionais de saúde, o AHP demonstra-se uma ferramenta adequada na gestão educacional enquanto método de apoio a tomada de decisão, a exemplo da seleção de instituições, profissionais, treinamentos e etc.

De outro modo, foi explicado que a tecnologia *Blockchain* permite implementar aplicativos, como as criptomoedas [22], sistemas de saúde, registros pessoais de saúde [19]. Essa tecnologia pode contribuir também com os sistemas de serviços, ao disponibilizar informações de forma coordenada, confiável, com privacidade, segurança e em rede descentralizada [23], podendo auxiliar na qualidade e padrão dos serviços oferecidos, o que traduz confiança para os clientes, em relação à prestação desses serviços [24]. No presente trabalho, o uso da *Blockchain* num SIA possibilita não só o registro das atividades e ações de acreditação e certificação, mas também o rastreamento dessa informação, podendo representar uma referência histórica, mantendo o anonimato tanto de discentes, docentes e de pacientes (se for o caso); por exemplo, dado que o SIA permita o acesso de pacientes que queiram escolher um ou mais profissionais, ou instituições, estes poderiam ter seu processo de escolha registrado de forma anônima e até mesmo *a posteriori* realizar avaliações dos profissionais e instituições envolvidos de forma a proteger sua identidade [2].

A orientação filosófica apontada pelo SIA se traduz na possibilidade de contribuir para o melhor funcionamento das próprias sociedades profissionais [3], uma vez que a acreditação e a certificação estão vinculadas à comprovação da competência profissional, com as melhores práticas da profissão [2]. Adicionalmente, o SIA além de permitir que haja o registro não só de certificados, mas também de atividades e ações, mais do que isso permite a criação, manutenção e evolução de normas e diretrizes, ou seja, os processos de certificação e acreditação podem ser gerenciados no próprio SIA.

O SIA é uma organização sem fins lucrativos, dotada dos atributos de autonomia, independência e descentralização, funciona como uma rede de organização profissional para fornecer serviços a profissionais e pacientes de saúde e ainda para o credenciamento de atividades educacionais para profissionais de saúde, com a possibilidade de melhorar a qualidade das atividades de desenvolvimento profissional contínuo e com controle de qualidade [4]. A rede seria gerenciada pelo agrupamento de sociedades profissionais [2], através das normas e diretrizes que regulamentam suas práticas [21], [34], [35].

Assim, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de explanar uma transformadora filosofia que possibilite uma melhor gestão educacional no sistema de acreditação de profissionais de saúde com o uso do AHP e *Blockchain*, de forma conjunta, observadas as características de descentralização, transparência, confiança, votação consensual e anonimato nas aplicações.

Como trabalho futuro, sugere-se associar os resultados desta pesquisa aos riscos que podem ocorrer na execução da gestão de dados das instituições e profissionais no sistema de acreditação internacional, com o uso dessas ferramentas e tecnologias, uma vez que se destaca a necessidade de realizar a avaliação de possíveis riscos nessas implementações, como algumas limitações e desafios técnicos que decorrem da escalabilidade, privacidade e segurança, além das questões legais e éticas.

## Referências

- [1] LANDIM, N. M. D.; ARAÚJO, D. S., LETOUZE, P.; GARCIA, L. G., Blockchain na Saúde: Uma Revisão Sistemática, XVI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde – CBIS, 2018.
- [2] LETOUZE, P.; JUNIOR, J. I. M. de S.; BARBOSA, G. V.; ARAUJO, D. S. de., An International Accreditation System for Healthcare Professionals Based on Blockchain, International Journal of Information and Education Technology (IJJET), 2019.
- [3] CASANOVA, D., Surgical Accreditation in Liver Transplantation, Trans-plantation Proceedings, vol. 41, no.3, April 2009, pp. 998-1000.
- [4] <https://www.ean-portal.eu/webean/service/public/home> [Accessed in]: 06/15/2018.
- [5] ARAUJO, D. S.; BATISTA, R. R.; TAKAHAGASSI, P. D. de S; LETOUZE, P.; GARCIA, L. G; BARBOSA, G. V., A Systematic Mapping On The Use Of Analytical Hierarchy Process At Elementary, High Schools And Universities, 2019.
- [6] SOUZA, Â. R., As relações entre os resultados da avaliação e os modelos de gestão escolar. InterMeio: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação-UFMS (2016).
- [7] SAATY, T., How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. North-Holland. European Journal of Operational Research 48, 1990.
- [8] SAATY, T., Método de análise hierárquica. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- [9] SAATY, T. L., The Analytic Hierarchy Process and Health Care Problems. New York: McGraw-Hill. 1980.
- [10] SAATY, T. L., The Analytic Hierarchy Process (N. York, USA: McGraw-Hill), 1980.
- [11] VARGAS, R. V., Utilizando a programação Multicritério (Analytic Hierarchy Process –AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. PMI Global Congress 2010, North America, Washington – DC – EUA, 2010.
- [12] TAS, A.; ERGIN, E. A., Key factors for student recruitment: The issue of university branding. International Business Research, v. 5, n. 10, p. 146, 2012.
- [13] ARAUJO, D. S.; BATISTA, R. R.; TAKAHAGASSI, P. D. de S; LETOUZE, P.; GARCIA, L. G; BARBOSA, G. V., A Systematic Mapping on the use of Analytical Hierarchy Process in Education Management, 2019.
- [14] NAKAMOTO, S. Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System. Disponível em: <<https://bitcoin.org>>, Acesso: 6/04/2018.
- [15] DE FILIPPI, P.; WRIGHT, A. Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia, 2017. Disponível em: <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664)> Acesso: 8/04/2018.
- [16] AZARIA et al. Medrec: Using blockchain for medical data access and permission

management. 2nd International Conference on Open and Big Data, 2016.

[17] OJO, A.; ADEBAYO, S. Blockchain as a Next Generation Government Information Infrastructure: A Review of Initiatives in D5 Countries, 2017. Public Administration and Information Technology.

[18] ANGRAAL et al. Blockchain Technology Applications in Health Care, 2017. Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes

[19] ROEHRS, A.; COSTA, C. A. da; RIGHI, R. R. OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records, *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 71, 2017, pp. 70-81. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.05.012>.

[20] GIBBONS et al. Chegar a um Acordo: Levando a Interoperabilidade até a Assistência Médica. Health Level Seven. Grupo de Trabalho de Interoperabilidade EHR, 2007.

[21] LETOUZE, P. Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management, *International Proceedings of Economics Development and Research*, vol. 30, 2012, pp. 231235.

[22] NAKAMOTO, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2009. Archived from the original on 20 March 2014. Retrieved 14 June 2018. <https://web.archive.org/web/20140320135003/https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.

[23] SEEBACHER, S.; SCHRITZ, R. Blockchain Technology as an Enabler of Service Systems: A Structured Literature Review. In: Za S., Drgoicea M., Cavallari M. (eds) *Exploring Services Science. IESS 2017. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 279. Springer, Cham, pp. 12-23. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56925-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56925-3_2).

[24] WALKER, R. H.; JOHNSON, L. W. Signaling intrinsic service quality and value via accreditation and certification, *Managing Service Quality: An International Journal*, vol. 19, no. 1, 2009, pp. 85-105. <https://doi.org/10.1108/09604520910926827>.

[25] IANSITI, M.; LAKHANI, K. R. The Truth about Blockchain, *Harvard Business Review*, Harvard, USA, 2017, pp. 3-11.

[26] <https://www.newgenapps.com/blog/8-steps-how-to-start-blockchain-development-dapp> [Accessed in]: 06/15/2018.

[27] <https://developer.ibm.com/code/patterns/build-your-first-blockchain-application/> [Accessed in]: 06/15/2018.

[28] <https://itnext.io/build-your-first-blockchain-application-in-5-quick-steps-89ebb96adbfe> [Accessed in]: 06/15/2018.

[29] WANG, S.; LI, L.; JONES, J. D. Systemic thinking on services science, management and engineering: applications and challenges in services systems research, *Systems Journal*, IEEE, vol. 8, no. 3, 2014, pp. 803820.

- [30] LETOUZE, P.; SILVA, V. M. da; JUNIOR, J. I. M. de S. Patient-Centric Healthcare Service Systems: Evidence-Based Medicine as Architecturally Significant Requirement, 2016 IEEE/ACM International Workshop on Software Engineering in Healthcare Systems (SEHS), Austin, TX, 2016, pp. 26-32. <https://doi.org/10.1109/SEHS.2016.013>.
- [31] KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S.: Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report, 2007.
- [32] LETOUZE, P. Interdisciplinary Research Project Management, International Proceedings of Economics Development and Research, 2011, 14:338342.
- [33] Systems Engineering Fundamentals, Supplement 2-B Evolutionary Acquisition Considerations, The Defense Acquisition University Press, Fort Belvoir, Virginia, Jan 2001.
- [34] LETOUZE, P.; JUNIOR, J. I. M. de S.; SILVA, V. M. da; CLIMACO, F. B. C. G.; ISHIHARA, J. Y. Applying the MVC EA-IRPM to Reporting-Guidelines in Medicine: a strategy that is a web system. In Biomedical & Health Informatics (BHI), 2017 IEEE EMBS International Conference on, pp. 97-100. IEEE, 2017.
- [35] LETOUZE, P.; JUNIOR, J. I. M. de S.; SILVA, V. M. da. Sistema de Gerência de Normas e Diretrizes. BR512018052224-6. Institute National of Proprietary Industrial. Retrieved from: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/ProgramaServletController?Action=NextRegister&CodPedido=24831>.
- [36] DUBOVITSKAYA et al. How blockchain could empower ehealth. University of Applied Sciences Western Switzerland, 2017. Disponível em: <<https://www.springerprofessional.de/en/how-blockchain-could-empower-ehealth-an-application-for-radiatio/14895386>>. Acesso: 14/04/2018.
- [37] “windows search bug worth watching and squashing,” Disponível em: <<https://threatpost.com/windows-search-bug-worth-watching-and-squashing/127434/>>, Acesso: 22/04/2018.
- [38] CVE-2017-8620. Disponível em: <<http://cve.mitre.org/cgi-bin/cvename.cgi?name=CVE-2017-8620>>. Acesso em: 22/04/2018.
- [39] ICHIKAWA et al., “Tamper-resistant mobile health using blockchain technology,” JMIR MHEALTH AND UHEALTH, 2017.
- [40] KUO, T.-T. Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. Journal of the American Medical Informatics Association, 2017.
- [41] ZHAO et al. Lightweight backup and efficient recovery scheme for health blockchain. IEEE 13th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems, 2016.
- [42] LIU, P. Medical record system using blockchain big data and tokenization. ICICS,

2016.

[43] LEMIEUX, V. L. A Typology of Blockchain Recordkeeping Solutions and Some Reflections on their Implications for the Future of Archival Preservation. 2017 IEEE International Conference on Big Data.

[44] BENCHOUFI et al. Blockchain technology for improving clinical research quality. *BioMed Central - Trials*, 2017.

[45] LETOUZE, P.; JUNIOR, J. I. M. de S.; SILVA, V. M. Da. Generating software engineers by developing web systems: a project-based learning case study. In *Software Engineering Education and Training (CSEET)*, 2016 IEEE 29th International Conference on, pp. 194-203. IEEE, 2016.

[46] MOHER, D.; WEEKS, L.; OCAMPO, M.; SEELY, D.; SAMPSON, M.; ALTMAN, D. G.; SCHULZ, K. F.; MILLER, D.; SIMERA, I.; GRIMSHAW, J. Describing reporting guidelines for health research: a systematic review, *Journal of Clinical Epidemiology*, vol. 64, no. 7, pp. 718742, 2011.

[47] LEE, C-P.; LOU, S.-J.; SHIH, R.-C.; TSENG, K.-H. An AHP-based weighted analysis of network knowledge management platforms for elementary school students. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, v. 10, n. 4, 2011.

[48] CHEN, S.-H. Promoting International Education for Indigenous Elementary Schools in Taiwan: School Principals Perspectives. *Asian Social Science*, v. 11, n. 9, p. 21, 2015.

[49] ODDERSHEDE, A.; DONOSO, J.; FARIAS, F.; JARUFE, P. ICT support assessment in primary school teaching and learning through AHP. *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 55, p. 149–158, 2015.

[50] CHOI, Y.-C.; LEE, J.-H.; LEE, H.-J. Identifying Major Policy Issues Regarding the Smart Schooling System Using the Analytical Hierarchy Process Method, vol. 120, pp. 344-355, 2015.

[51] CHEN, K.-L.; HUANG, S.-H.; LIU, S.-Y. Devising a framework for energy education in Taiwan using the analytic hierarchy process. *Energy policy*, v. 55, p. 396-403, 2013.

[52] ATSAN, N. Measuring Educational Service Quality Using Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Education and Research*, v. 3, n. 2, 2015.

[53] BIKSE, V.; LIBKOVSKA, U.; RIVZA, P.; RIVZA, B. Using AHP for the Evaluation of the Development of Career Education in Latvia, *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, 2013.

[54] LIANG, Y. H. Performance management in the elementary and secondary schools information unit in Taiwan: Using the balanced scorecard and the fuzzy analytic hierarchy process. In: *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2012. IEEE International Conference on IEEE, 2012. p. 1-5.

- [55] ADAMUS, W. Motivational aspects in management of upper secondary schools. *European Journal of Business and Social Sciences*, v. 1, n. 11, p. 31-62, 2013.
- [56] JIANG, Y. Evaluation on Degree and Result of Bilingual Education of Business Courses in GDUFS. *English Language Teaching*, v. 6, n. 8, p. 175-183, 2013.
- [57] YUSOF, N. A. M.; SALLEH, S. H. Analytical Hierarchy Process in Multiple Decisions Making for Higher Education in Malaysia. 1st World Congress of Administrative and Political Sciences - ADPOL, 2012.
- [58] ALTAMIRANO-CORRO, A.; VERA, R. P. Measuring the institutional efficiency using dea and ahp: The case of a mexican university. *Journal of applied research and technology*, v. 12, n. 1, p. 63-71, 2014.
- [59] GOTOH, Y. Visualization of Understanding of Media Characteristics Using Analytic Hierarchy Process. 2013.
- [60] JATI, H. Decision Support System for Managing and Determining International Class Program: Ga and AHP Approach. *Journal of Education*, v. 3, n. 1, 2010.
- [61] NIKFARJAM, A.; MAVI, R. K.; FAZLI, S. Prioritizing entrepreneurial university factors by fuzzy analytic hierarchy process. *International Journal of Economy, Management and Social Sciences*, v. 2, n. 10, p. 876-884, 2013.
- [62] TONGKE, F. Digital Campus Synthetic Evaluation Based on Analytic Hierarchy Process. *Journal Applied Sciences*, v. 13, n. 8, p. 1265-1268, 2013.
- [63] LI, Y.; LI, J.; ZHANG, X. Study on the Higher Vocational Mode Combining Production with Learning and Research Based on AHP. *International Education Studies*, v. 2, n. 3, p. 185-189, 2009.
- [64] HO, H.-Fu. Are universities in Taiwan less efficient than top universities in the world? *Review of European Studies*, v. 7, n. 3, p. 202, 2015.
- [65] ANIS, A.; ISLAM, R. The application of analytic hierarchy process in higher learning institutions: a literature review. *Journal of International Business and Entrepreneurship Development*, v. 8, n. 2, p. 166-182, 2015.
- [66] MEHREGAN, M. R. Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Ranking Modern Educational Systems' Success Criteria. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, v. 1, n. 4, p. 299, 2011.
- [67] HO, W.; DEY, P. K.; HIGSON, H. E. Multiple criteria decision-making techniques in higher education. *International journal of educational management*, v. 20, n. 5, p. 319-337, 2006.
- [68] FEN-JUAN, L.; HAI-FENG, Y. Construction Research on Quality Evaluation System of Professional Training of e-Commerce Talents. In: 2015 Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications (ISDEA). IEEE. p. 235-238, 2015.

- [69] LI, Y. Research on the evaluation system for college teaching based on analytic network process. In: 2016 11th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). IEEE. p. 188-191, 2016.
- [70] UVALIEVA, I. Development of intelligent system to support management decision-making in education. In: 2015 6th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO). IEEE, p. 1-72015.
- [71] QIAO, Z.; XUANHUI, Y. AHP-based evaluation index system of information literacy research and application. In: 2011 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. IEEE, p. 285-289, 2011.
- [72] YONGHONG, A.; BOHAN, Y.; FAN, Y.; GANG, Z. The Application of Modified Delphi-AHP Method in the College Students' Comprehensive Quality Evaluation System. *International Journal of Information and Education Technology*, v. 2, n. 4, 2012.
- [73] LUPO, T. A fuzzy ServQual based method for reliable measurements of education quality in Italian higher education area. *Expert systems with applications*, v. 40, n. 17, p. 7096-7110, 2013.
- [74] AHMAD, S. Z.; HUSSAIN, M. An investigation of the factors determining student destination choice for higher education in the United Arab Emirates. *Studies in Higher Education*, v. 42, n. 7, p. 1324-1343, 2015.
- [75] BRĂȚIANU, C.; AGAPIE, A.; ORZEA, I. Strategies for increasing knowledge retention in universities through intergenerational knowledge transfer. In: *Proceedings of the 12th European Conference on Knowledge Management*, p. 124-130, 2011.
- [76] ZHANG, Y. Discuss micro-cultures impacts on university students' ideology. *Trade Science Inc. – INDIA. BioTechnology*. V. 10, Issue 5, 1262-1267, 2014.
- [77] ABADI, S. W. S.; WIDYARTO, S. The Model of Determining Quality of Management Private Higher Education Using FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) Method. *ICESIA*, v. 1, p. 166-172, 2016.
- [78] SALEM, M. S. M. A Benchmarking Analysis of University League Tables Using the AHP Based on Students' Perception: UAE Case. *University of Sharjah Journal for Humanities and Social Sciences*, v. 111, n. 1192, p. 1-62, 2013.
- [79] RUSSO, R. de F. S. M.; CAMANHO, R. Criteria in AHP: a systematic review of literature. *Procedia Computer Science*, v. 55, p. 1123-1132, 2015.
- [80] ZHANG M.; SUN, J.; MA, J.; WU, T.; LIU, Z. A Personality Matching-aided Approach for Supervisor Recommendation research-in-progress, 49th Hawaii International Conference on System Sciences, 2016.
- [81] JANDAGHI, G.; IRANI, H. R.; JANDAGHI, E.; MOUSAVI, Z. S.; DAVOODAVABI M. Ranking the knowledge management enablers based on University

Academic Members, Staff and Students using AHP Method, International Letters of Social and Humanistic Sciences, v. 26, pp 7-13, 2014.

[82] LU, Y.; LIAN, I.; LIEN, C. The Application of the Analytic Hierarchy Process for Evaluating Creative Products in Science Class and its Modification for Educational Evaluation, International Journal of Science and Mathematics Education, 2013.

[83] DO, Q. H.; CHEN, J. An Evaluation of Teaching Performance: The Fuzzy AHP and Comprehensive Evaluation Approach, Wseas Transactions on Information Science and Applications, v. 10, 2013.

[84] WONGSATHAN, R.; KHAOTHAWIRAT, A.; KHUANKAEW, W. The Prioritization for Higher Education Institutions Performance Criteria with Fuzzy Analytical Hierarchy Process, International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2014.

[85] XIAODI, W.; XIUYAN, P. Application of Analytic Hierarchy Process in Evaluating Education Equipment Efficiency Factors, IEEE, 2011.

[86] ALQAHTANI, N.; KANASA, H.; GARRICK, B. AND GROOTENBOER, P. Saudi Teachers' Perceptions of the Qualities of Effective Teachers, Australian Journal of Sustainable Business and Society, v. 2, n. 1, 2016.

[87] PAKZAD, A.; NADERI, A. Presenting an Analytic Hierarchy Process- Assurance Region- Joint Multiple Layer Data Envelopment Analysis Model for Evaluating the Performance of an Educational System: A Case Study, International Journal of Research in Industrial Engineering, v. 3, n.4, pp 21-40, 2014.

[88] OGNJANOVIC, I.; GASEVIC, D.; DAWSON, S. Using Institutional Data to Predict Student Course Selections in Higher Education, The Internet and Higher Education, 2016.

[89] JING, L.; LI, J.; ZHANG, X.; LI, M. Research on the Innovation and Entrepreneurship of College Students' Education Evaluation based on Analytic Hierarchy Process, International Journal of Hybrid Information Technology, v.9, pp. 291-300, n.1, 2016.

[90] Ethereum-Json-RpcApi. Disponível em:  
<<https://github.com/ethereum/wiki/wiki/JSONRPC>>, Acesso: 22/04/2018.

[91] WOOD, G. Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. Ethereum Project Yellow Paper, 2018. Disponível: <  
<https://github.com/ethereum/yellowpaper>>. Acesso: 7/04/2018.

[92] MCFARLANE et al. Patientory: A healthcare peer-to-peer emr storage network v1.0. Patientory Inc, 2017. Disponível em:  
<[https://patientory.com/patientory\\_whitepaper.pdf](https://patientory.com/patientory_whitepaper.pdf)>. Acesso: 04/04/2018.

[93] BRAGA, R. D. et al. Registro Eletrônico em Saúde Interoperável: os desafios do padrão OpenEHR. J. Health Informatics, vol 8. n. 3, 2016.

- [94] <https://www.uems.eu/> [Accessed in]: 02/02/2019.
- [95] <https://www.uemssurg.org/> [Accessed in]: 02/02/2019.
- [96] <https://www.uemssurg.org/divisions/transplantation> [Accessed in]: 02/02/2019.
- [97] <https://www.esot.org/> [Accessed in]: 02/02/2019.
- [98] <https://www.uemssurg.org/divisions/transplantation/transplant-surgery> [Accessed in]: 02/02/2019.
- [99] <https://www.journals.elsevier.com/transplantation-proceedings> [Accessed in]: 06/15/2018.
- [100] LETOUZE, P. AND TEIXEIRA, M. M. “Project-Based Transplant Management as a Research Statistical Support”, *Transplantation Proceedings*, vol. 41, no. 3, April 2009, pp. 852-854.
- [101] <http://www.esno.org/> [Accessed in]: 02/02/2019.
- [102] <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/> [Accessed in]: 06/15/2018.
- [103] <https://www.lifewire.com/what-are-bitcoins-2483146> [Accessed in]: 06/15/2018.
- [104] <http://portal.mec.gov.br/index.php>.
- [105] <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>.
- [106] <http://portal.mec.gov.br/sesu-secretaria-de-educacao-superior>.
- [107] <http://portal.mec.gov.br/secretaria-executiva>.
- [108] URM “Uniform Requirements for Manuscripts”, International Committee of Medical Journals, 2008. [Online] <http://www.icmj.org>.
- [109] CROSBY, M.; NACHIAPPAN, P.; PATTANAYAK, S. V. AND KALYANARAMAN, V. “Blockchain Technology: beyond bitcoin”, *Air Innovation Review*, Berkeley, USA, no.2, 2016, pp.5-19.
- [110] HELDMAN, K. *PMP Project Management Professional Exam Study Guide*, Sybex, 2009.
- [111] SAVERY, J. R. “Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions”, *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*. 2006, vol. 1, no. 1, pp. 9-20.
- [112] NIU, N.; DA XU, L.; CHENG, J.-R. C. AND NIU, Z. “Analysis of architecturally significant requirements for enterprise systems”, *Systems Journal*, IEEE, vol. 8, no. 3, 2014, pp. 850857.

- [113] <https://www.sciencedirect.com>
- [114] <https://eric.ed.gov>
- [115] <https://ieeexplore.ieee.org>
- [116] <https://scholar.google.com>
- [117] MAHFOUD H.; BARKANY A. E.; BIYAALI A. E. A Hybrid Decision-Making Model for Maintenance, American Journal of Applied Sciences, 2016.
- [118] FARSHIDI, S.; VERKLEIJ, J.R.Q.; JANSEN, S.; CUBILLO, S. E. A Decision Support System for Blockchain Platform Selection, Faculty of Science Theses, 2018.
- [119] AJAMI, S.; KETABI, S. Performance Evaluation of Medical Records Departments by Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach in the Selected Hospitals in Isfahan Medical Records Dep. & AHP, Journal of Medical Systems, 2010.
- [120] LUCIANO, R. The Hazards of Misusing the Smart Contract: An AHP Approach to Its Risk, Journal of Information Security, 2019.
- [121] SLOANE, E. Using a decision support tool for healthcare technology measure, IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, 2004.
- [122] HATCHER, M. Voting and Priorities in Health Care Making, Portrayed Through a Group Support System, Using Analytic Hierarchy Process, Journal of Medical Systems, v.18, n. 5, 1994.
- [123] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- [124] [www.acm.org.br/](http://www.acm.org.br/)
- [125] <https://www.springer.com/gp/>
- [126] <https://scielo.org/>

## APÊNDICE 1

### **Blockchain na Saúde: Uma Revisão Qualitativa**

Nailson M. D. Landim<sup>1</sup>, Denise Sampaio de Araújo<sup>1</sup>, Patrick Letouze Moreira<sup>2</sup>, Leandro Guimarães Garcia<sup>3</sup>.

#### **RESUMO**

**Objetivo:** Nosso objetivo foi identificar as publicações científicas referentes ao uso da blockchain na área de saúde, destacando seus benefícios e limitações. **Métodos:** a revisão da literatura científica foi adotada com os descritores Blockchain, Healthcare e Medical Records. As buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados e buscadores: IEEE, Pubmed, Elsevier, ACM, Springer, e Google Scholar. Foram incluídos artigos na íntegra, relevantes ao tema proposto, publicados em periódicos após 2012 e escritos em inglês. **Resultados:** foram identificados 4.296 artigos, destes apenas 23 foram selecionados, sendo que 11 artigos foram incluídos. **Conclusão:** são necessários mais estudos para constatar se a tecnologia Blockchain representa uma solução viável para o compartilhamento, armazenamento e privacidade de registros médicos, e se ela poderia proporcionar uma maior facilidade no acesso às informações para a atenção à saúde.

**Descritores:** registros pessoais de saúde, privacidade, segurança.

#### **1. Introdução**

As Organizações de Saúde têm demonstrado um progresso contínuo na adoção de novas tecnologias para o desenvolvimento de suas práticas, entretanto o mesmo não se observa em relação aos registros médicos. Diversas organizações surgiram visando gerenciar as informações na assistência médica, tendo suas diretrizes firmadas na redução dos custos e na qualidade da atenção aos pacientes, por meio da interoperabilidade das informações [1].

Nesse contexto a blockchain revela-se como uma valiosa ferramenta com a promessa de proporcionar a criação de um sistema unificado capaz de promover a integração de registros médicos distribuídos em diversas organizações de saúde. Além disso, a blockchain já apresenta em sua estrutura, de maneira nativa, a possibilidade

do uso de recursos que permitiriam a implementação de protocolos de segurança com base em criptografia e facilitariam a gestão de dados pelo próprio paciente, através das permissões definidas em smart contracts, além da possibilidade de obter dados estatísticos de forma escalável, para melhorar a qualidade do cuidado ofertado pela entidade de saúde [2].

O conceito de blockchain refere-se a uma cadeia de blocos de dados contendo registros replicados e compartilhados com todos os participantes da rede. Cada novo registro de informações representa um bloco a ser conectado à cadeia preexistente, sendo reproduzido para todos os membros da rede. Observa-se que as cadeias de blocos pertencentes a cada participante da rede são constantemente averiguadas através de um programa de consenso que as compara, verificando se todas são idênticas, impedindo, dessa forma, que se promova a corrupção dos dados [3].

Atualmente, existem diversos protocolos de implementação de blockchains. Dentre eles os mais citados nos artigos desta revisão são os protocolos Ethereum e Hyperledger Fabric, que possuem a capacidade de executar programas em sua estrutura. Esse recurso é chamado de smart contracts [4]. Esses contratos possibilitam diversas aplicações, tais como o armazenamento e compartilhamento de registros [5].

Angraal [6] afirma que a tecnologia blockchain vem se destacando de forma substancial nos últimos anos com o aumento do interesse em diversos campos, incluindo o setor de saúde, oferecendo um banco de dados seguro e distribuído, que pode operar sem uma autoridade ou administrador em transações ou informações. Essa tecnologia proporciona funcionalidades inatas que naturalmente resolvem os problemas de redundância, compartilhamento e privacidade de dados pessoais dos pacientes. Roehrs [2] elucida que o compartilhamento de dados médicos possibilita a obtenção do histórico dos pacientes entre as instituições envolvidas, observando os requisitos de privacidade estabelecidos. Dessa forma, a blockchain permitiria o acesso a registros médicos de forma segura, sem violar a privacidade e sem intermediários, ao garantir a interoperabilidade de dados entre os profissionais da saúde e pacientes, salientando-se a necessidade de capacitação dos recursos humanos que contemplem as referidas áreas, consoante com as inovações proporcionadas pela tecnologia blockchain [7].

O objetivo deste artigo é fazer uma revisão qualitativa, para identificar os

trabalhos relevantes ao uso de blockchain na saúde. Para tanto, o mesmo está estruturado com uma introdução que contém uma subseção explanatória sobre a tecnologia blockchain, a seguir. Há uma seção sobre a metodologia utilizada para a revisão qualitativa, seguida por uma seção onde os resultados da revisão são discutidos, para, por fim, apresentar uma conclusão [7].

## 2. Introdução a Blockchain

Entre os anos de 2008 a 2009 foi apresentado ao mundo por Nakamoto [8] a bitcoin, uma moeda digital baseada em criptografia, sem a necessidade de uma autoridade central. Para alcançar esse resultado, Nakamoto criou uma estrutura de dados chamada blockchain e escreveu um algoritmo de consenso para garantir que não fosse possível a uma pessoa gastar a mesma bitcoin mais de uma vez.

A blockchain é uma forma de armazenar informações, que no caso da bitcoin guarda os dados das transações entre os usuários. O nome blockchain advém das informações serem inseridas em blocos e por fazerem referência ao bloco anterior, formando uma cadeia. A Figura 1 ilustra esse conceito. Os blocos são comuns a toda a rede e possuem uma periodicidade. Todas as transações daquele período são armazenadas ali. Conforme a Figura 1, se ocorre uma transação no dia 13 de março de 2018 às 14h05, essa informação vai para o bloco 1303, que compreende todas as transações entre 14h00 e 14h10 desse dia. Como observado na Figura 1, os blocos sempre apontam para o bloco antecedente e esta referência faz com que não seja possível que a informação seja adulterada, pois o bloco sempre faz referência ao bloco anterior [7].

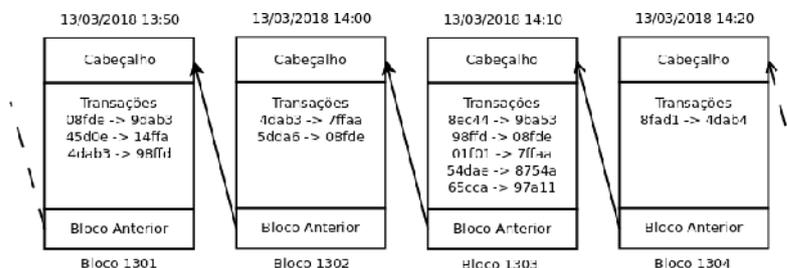


Figura 1: Blockchain com as transações feitas em cada um dos períodos.

Se uma pessoa maliciosamente reescrever um dos blocos, por exemplo o bloco 1302 e repetisse o conteúdo do bloco 1303 e 1304, seria impedido pelo algoritmo de consenso, pois pelo fato das informações serem propagadas em toda a rede, cada

membro da rede possui uma cópia integral desses blocos. Se alguém tentar adulterar essa informação, o algoritmo de consenso ao consultar a rede daria esse bloco malicioso como inválido [7].

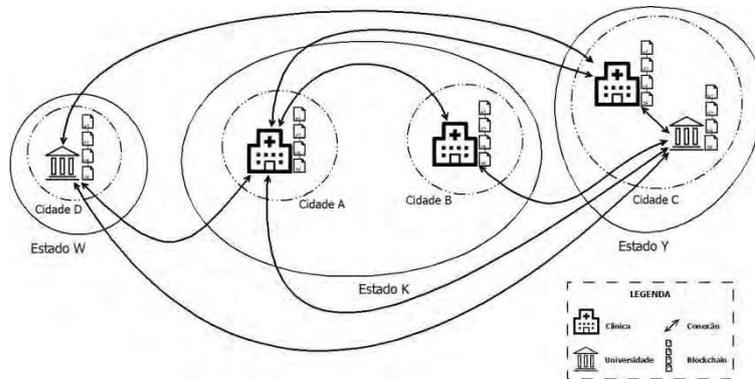


Figura 2: Rede de uma Blockchain mostrando os dados replicados pelos membros da rede.

No cenário da Figura 2 temos o que seria um grupo de clínicas e duas universidades, tendo uma distribuição geográfica em várias cidades e diferentes estados, que estariam compartilhando informações relativas a uma pesquisa. Nesse caso, todos os integrantes da pesquisa possuem os dados que lhe cabem à disposição, sem depender de uma central, nem precisam que tenham conexão constante com os outros membros para consultar os dados, pois os dados são propagados por esta rede [7].

Um dos recursos que garante esse funcionamento é a criptografia. O principal recurso usado pela blockchain são as assinaturas digitais, que são obtidas através das funções de hash. O trabalho feito por essas funções é fazer uma soma de todos os bytes e entregar um texto de tamanho fixo. Na Figura 3 estão mostradas duas palavras parecidas: "UFT" e "UFG". Pode-se notar que apesar de muito parecidas, sendo diferentes apenas no T" e G", os hashes resultantes são bem diferentes. Isso mostra a força de uma assinatura digital, pois se uma vírgula de um arquivo de texto, por exemplo, for alterada, a hash vai ser completamente diferente. Uma característica importante é que esse recurso criptográfico não é reversível. Com apenas o hash resultante não é possível saber o conteúdo que deu origem ao mesmo, porém é fácil conferir o hash de um texto, basta gerá-lo novamente e comparar o hash apresentado [7].

Conforme a Figura 4, para formar o bloco existe o cabeçalho, o conteúdo do

bloco e quem é o bloco anterior. Essa é a sequência de formação do bloco [7]:

- 1) é calculado o hash da informação que vai ser guardada no bloco, resultando no HCB, Hash do Conteúdo do Bloco;
- 2) é montado o cabeçalho, que possui sua numeração e data/hora daquele bloco, além do HCB;
- 3) e agregado ao final do bloco o hash do bloco anterior.

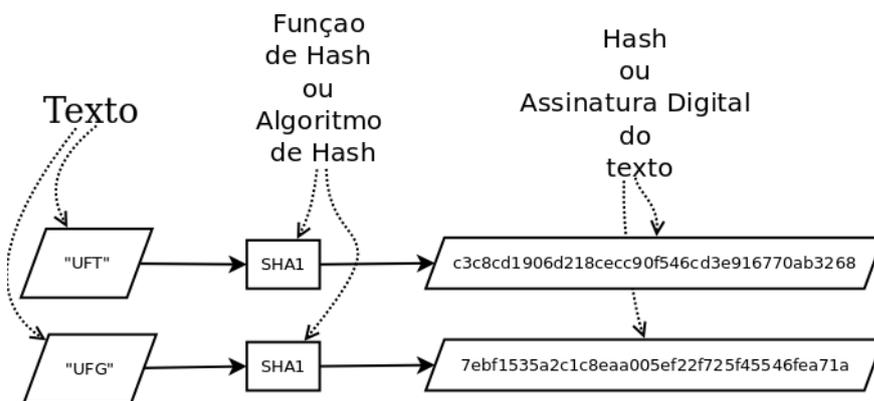


Figura 3: Os hashes de "UFT" e "UFG" sendo calculados pelo algoritmo SHA1, são palavras semelhantes, mas têm resultados completamente diferentes.

Depois de construído o bloco, ele vai ser propagado na rede e o algoritmo de consenso vai conferir se esse bloco foi montado corretamente, isso acontece em todos os computadores da rede blockchain. E com a concordância da maioria dos membros, o bloco é adicionado à blockchain, tendo cada membro sua cópia. Em suma, o algoritmo de consenso e as funções de hash são responsáveis por construir a blockchain, que são os blocos, que foram inseridos e avaliados por esses dois programas [7].

Conforme a rede bitcoin foi sendo usada pelas pessoas, foram notadas limitações como a quantidade de informações armazenável por bloco e seu desempenho. Com o intuito de contornar essas limitações foram criadas outras blockchains, sendo a Ethereum a mais encontrada nos estudos dessa revisão [4]. Esta possui o recurso dos smart contracts, que permite que um programa seja armazenado e executado dentro da blockchain. Até seu surgimento as blockchains somente armazenavam a informação crua, como num arquivo de texto. Esses programas (os smart contracts) são

executados, quando desejado, em cada um dos computadores que formam a rede. Isso é feito para garantir que o resultado do programa possa ser validado por toda a rede [7].

Os smart contracts são programas, escritos em uma linguagem de programação e executam operações dentro da blockchain. Para invocá-los se usa uma interface de programação<sup>8</sup>. Com essa capacidade, os programas podem ter as mesmas habilidades que os dados na blockchain têm, não sendo possível adulterá-los, permitindo a integração com sistemas de informação já existentes. Devido a essa capacidade de criar programas resistentes à adulteração surgiram várias iniciativas e estudos para testar essa tecnologia em áreas como a saúde e educação [5].

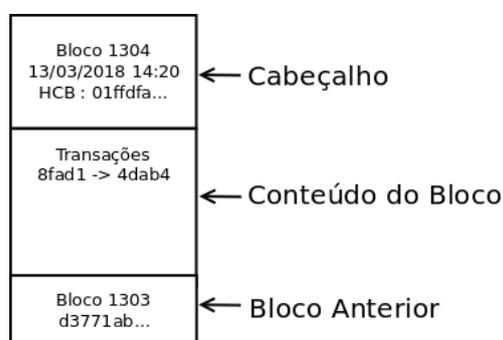


Figura 4: O Bloco e suas partes.

### 3. Métodos

Esta pesquisa tem como fundamento uma revisão qualitativa da literatura, ocupando-se em identificar os artigos que versam sobre as aplicações da blockchain na saúde. Para realizá-la, as seguintes etapas foram executadas: 1) a escolha do tema, a formulação da pergunta e a escrita do projeto de revisão qualitativa; 2) a definição de descritores, dos termos de busca, das bases de dados a serem pesquisadas e a realização da busca; 3 e 4) o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos encontrados; 5) o preenchimento de uma tabela de coleta de dados; 6) o agrupamento e a apresentação dos dados em reunião de consenso; e 7) a interpretação dos resultados. Os passos 2, 3, 4 e 5 descritos acima foram realizados por dois pesquisadores, trabalhando em paralelo e executando as mesmas ações, conforme a Figura 5. Os artigos científicos foram pesquisados, nas bases de dados: IEEE, Pubmed, Elsevier, ACM e Springer. Além dessas bases, o buscador Google Scholar também foi utilizado para o desenvolvimento do estudo, sendo empregados os

seguintes termos de busca: Blockchain, Blockchain AND Healthcare, Blockchain AND Healthcare AND Medical Records [7].

Quatro mil duzentos e noventa e seis estudos foram identificados a partir dos termos de busca nas bases de dados e no buscador. Todos os títulos desses estudos foram lidos. O estudo cujo título estava diretamente ou parcialmente relacionado com o tema desta revisão teve o seu resumo lido. Quando o resumo mostrava concordância com o tema da nossa pesquisa o estudo era baixado para leitura integral. Dessa forma, após uma reunião de consenso sobre a leitura dos estudos baixados, escolhemos vinte e três estudos para leitura integral. Após a leitura integral dos vinte e três estudos baixados, realizamos outra reunião de consenso, onde decidimos incluir um total de onze estudos nessa revisão [7].

Foram incluídos nessa revisão qualitativa da literatura científica, estudos que obedecessem a todos os critérios de inclusão e não satisfizessem nenhum critério de exclusão. Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos na íntegra, escritos em inglês, relevantes ao tema proposto, publicados em periódicos e publicações após 2012. Em consideração aos critérios de exclusão, foram refutados: as versões reduzidas de artigos duplicados, os artigos incompletos, os artigos retratados, os artigos pagos fora da abrangência dos periódicos da CAPES e aqueles que não se relacionavam diretamente com o tema de pesquisa. Dessa forma, dentre os vinte artigos selecionados para leitura integral, foram excluídos doze e incluídos onze artigos que atenderam a todos os critérios de inclusão e a nenhum critério de exclusão pré-estabelecido. Os artigos incluídos nessa revisão qualitativa da literatura científica constam nas referências deste trabalho (2,5,6,10,11,14-18,20) [7].

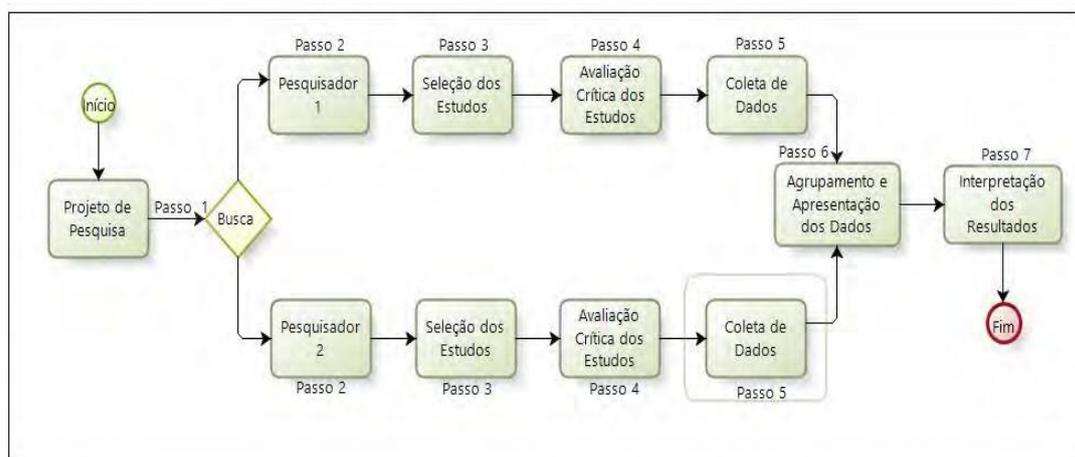


Figura 5: Etapas de elaboração da revisão sistemática adaptado do Cochrane Handbook (Clarke, 2001).

As informações extraídas de cada artigo selecionado foram transcritas para uma tabela de análise de dados. Essa tabela continha as seguintes informações sobre cada artigo: 1) título; 2) autores; 3) ano de publicação; 4) base de dados onde o artigo foi obtido; 5) instituição que desenvolveu o estudo; 6) periódico onde o estudo foi publicado; 7) resumo com aspectos gerais do estudo; 8) palavras-chave do estudo; 9) objetivo do estudo; 10) metodologia utilizada no estudo; 11) potencialidades; 12) limitações; 13) recomendações apresentadas pelo estudo; 14) resultados; 15) conclusão dos autores do estudo e 16) nossas impressões acerca do estudo [7].

#### **4. Resultados e Discussão**

Nos sistemas atuais de registros médicos eletrônicos, a obtenção de informações entre hospitais e consultórios é lenta e burocrática, dependendo de pedidos do médico e/ou paciente entre as instituições, e os sistemas geralmente não são interligados devido ao alto custo de integração de sistemas tradicionais, dificultando a obtenção do histórico médico do paciente<sup>9</sup>. Essa integração pode ser crucial, como em tratamentos oncológicos conforme apontado por Dubovitskaya et al. [11], pois é importante saber de forma ágil qual foi a exposição total à radiação à qual o paciente foi submetido durante a vida para calcular a dosagem para tratamento radioterápico. Ademais, geralmente existe uma única base de dados local centralizada em um servidor de uma clínica, onde ficam os dados dos pacientes. Nesses casos, se há um ataque como o que aconteceu em 2017 [12], [13], onde vários hospitais pelo mundo tiveram dados sequestrados, tanto a equipe médica quanto os pacientes podem ser prejudicados [14], pois perdem seus registros e podem ficar horas sem acesso até que os sistemas sejam reestabelecidos.

Em contraste, a blockchain funciona como uma base de dados distribuída, onde a informação inserida por um membro é propagada de forma segura e automática<sup>6</sup>. A própria rede se encarrega de assegurar a integridade das informações, e se os computadores de um dos hospitais ficar fora do ar, os demais conseguem acessar os dados daquele hospital, pois cada participante da rede possui uma cópia da informação [15]. Essa solução traz consigo o desafio do controle de acesso e autenticação desse participante, de modo que ele deva acessar, dentro da blockchain, apenas o que lhe é

devido. Esse controle de acesso e autenticação faz-se necessário porque dentro da blockchain muitos blocos poderão conter informações sigilosas não vinculadas a um dado participante da rede.

Azaria et al. [10] fez uso dos smart contracts da blockchain Ethereum para implementar mecanismos que garantissem o controle de acesso entre médico e paciente e a privacidade do paciente. Esses mecanismos estão sumarizados abaixo:

- RC – register contract. Nesse contrato o usuário, paciente ou médico, é registrado e passa a ter uma identidade na blockchain. São especificadas as políticas e regras tanto para o registro do usuário quanto como devem ser feitas as alterações no controle de acesso nesses registros. Esse contrato pode ser restringido às instituições certificadas para garantir a idoneidade do processo.
- PPR - patient-provider relationship contract. Este contrato é o que obtém as informações guardadas junto ao provedor e, através de uma tabela, relaciona as pessoas que o paciente permite o acesso a seus registros. No seu experimento, Azaria et al.9 disponibilizou uma interface gráfica de fácil uso onde o paciente escolhe os dados de seu prontuário que deseja compartilhar.
- SC - summary contract. Este é o contrato que relaciona todos os PPR's que o paciente tem, e também funciona na via inversa, relacionando todos os pacientes que um prestador de serviços tem, e quais os dados que terceiros disponibilizaram sobre os pacientes. Outro recurso desse contrato é que quando um provedor insere informação de um paciente, este é notificado, para que tome conhecimento e dê sua anuência, podendo escolher se aquela informação é ou não pertinente a ele.

Assim, é possível que médicos e pacientes definam permissões de acesso de forma granular, com datas de expiração. O foco é empoderar o paciente, dando controle a ele dos seus registros médicos e facilitando os trabalhos das equipes de saúde já que as informações de pacientes são de fácil compartilhamento e a privacidade garantida [16].

No sentido de prover uma forma segura de autenticação, o trabalho de Zhao et al. [17] propõe o uso de sinais vitais para a geração de chaves criptográficas. Segundo ele, essa seria uma forma de autenticação mais confiável pois, de certa forma, a própria pessoa seria a chave. Para alcançar esse objetivo o autor usou fotopletismografia e

fuzzy vaults.

Outro problema observado no uso de blockchain em maior escala, que poderia tornar impeditivo o seu uso como reservatório seguro de dados de saúde, relaciona-se ao aumento do consumo de memória e poder computacional observados quando tenta-se inserir grandes volumes de dados nessa cadeia [18]. Uma solução a esse sério problema foi apresentada nos trabalhos de Liu [18] e Dubovitskaya et al. [11].

Liu [18] apresenta como possível solução para esse problema de escala a segmentação da blockchain, passando a ter várias blockchains, divididas por algum parâmetro demográfico (idade, cidade, etc.), podendo chegar a um tempo de acesso razoável. Já Dubovitskaya et al. [11] elaborou um sistema para auxiliar a gerência das informações em tratamentos oncológicos, onde os profissionais precisam manter informações quanto à dosagem de radiação já recebida pelo paciente, para poder dosar corretamente as exposições futuras. Esse procedimento foi implementado combinando blockchain e cloud computing. A blockchain armazena as credenciais dos usuários e as chaves de acesso dos exames. Os exames, por sua vez, são armazenados de maneira tradicional, em serviços de armazenamento de arquivos usando criptografia (AES). A chave criptográfica fica armazenada na blockchain. Essa combinação permite juntar a robustez da blockchain com o baixo custo e confiabilidade dos serviços de armazenamento existentes.

Adicionalmente, a implementação usada na Estônia usa uma abordagem parecida, segundo Lemieux [18] o prontuário continua em bases tradicionais, e as consultas feitas nelas são registradas em arquivos de log. Após a geração desse arquivo é calculado o hash do mesmo, que é armazenado na blockchain Guardtime, garantindo que uma adulteração possa ser detectada e concomitantemente obtendo melhor escalabilidade na blockchain [7].

Uma solução alternativa a esse problema, sem o uso de blockchain, não obstante partindo do mesmo princípio, que são os sistemas peer-to-peer, foi apresentada por Roehrs et al. [2.] Seu estudo exhibe uma tecnologia similar a blockchain, desenvolvendo uma rede peer-to-peer para poder acessar os registros médicos de pacientes que estão distribuídos entre diversos locais e a chamou de OmniPHR. Seu objetivo é poder disponibilizar aos prestadores de serviços médicos um acesso unificado do paciente. Através de uma revisão dos formatos dos padrões de registros médicos, Roehrs decidiu

utilizar o openEHR por atender importantes requisitos de interoperabilidade. Em seu experimento, fez uma simulação testando os cenários e a escalabilidade do seu modelo, chegando a 3200 nós a um tempo de acesso médio entre 216 a 555 milisegundos [2], que comparado com o problema de escala da blockchain, apontado por Liu [18] é um valor satisfatório.

Além do uso como reservatório seguro e disponível para armazenamento de dados em saúde, a blockchain também pode ser utilizada para viabilizar estudos clínicos. Por exemplo, com base no advento dos smart contracts, Dubovitskaya et al. [11] e Benchoufi et al. [20] apresentam outras formas de uso permissionado das informações presentes na blockchain para pesquisas acadêmicas e ensaios clínicos. Nesses cenários é preciso o anonimato e consentimento do paciente. Benchoufi et al. [20] ainda vão além, usando os smart contracts para certificar se as etapas numa pesquisa clínica estão sendo cumpridas. Seu experimento envolveu a coleta do consentimento dos pacientes envolvidos em uma blockchain, pedindo-lhes a renovação desse consentimento em cada uma das revisões do protocolo, tornando impossível a adulteração desses registros.

Já Ichikawa et al. [14] fez outro uso da blockchain; seu trabalho voltou-se para o acompanhamento de pacientes em tratamento de insônia através da técnica comportamental-cognitiva. Usando um aplicativo de smartphone o paciente era avaliado duas vezes ao dia e na própria tela do dispositivo realizava operações com objetivo de medir a atenção e a resposta motora. O sono também era monitorado e os dados coletados eram armazenados em uma blockchain. A arquitetura usada foi a cliente- servidor, sendo o cliente o dispositivo do paciente e o servidor os computadores do estudo, e nesse cenário apenas os servidores tinham conexão com a blockchain. O objetivo de seu experimento foi garantir que os dados coletados não fossem adulterados, e que esse armazenamento fosse tolerante a falhas.

Vale notar que conforme o levantamento de Ojo e Adebayo em [5], as iniciativas com blockchain na saúde ainda são em sua maioria experimentais e em estágio inicial, sendo o único caso de uso em nível nacional o Guardtime, usado na Estônia.

## **5. Conclusão**

A crescente automação e informatização dos sistemas ligados à saúde fez

crescer a preocupação com a conformidade desses com as leis. É nesse cenário de mudanças que a tecnologia blockchain apresenta seu maior potencial, pois lida, de forma muito bem sucedida, com questões de segurança, disponibilidade de informação e as particularidades do seu uso através dos smart contracts [7].

Essa tecnologia sustenta-se apoiada sobre diversas outras ferramentas desenvolvidas ao longo das últimas décadas, tais como a criptografia e o peer-to-peer, além de criar suas próprias a fim de suprir lacunas ainda existentes, tais como os smart contracts. Por conta disso seu uso exige a contratação de grandes equipes multiprofissionais de desenvolvimento e manutenção desse sistema [7].

Além disso, apesar de trazer solução a diversas questões pertinentes ao armazenamento e uso de informações clínicas dos pacientes, a blockchain ainda não consegue lidar com grandes volumes de dados e não resolve o problema da interoperabilidade por si. Nesse sentido, nós recomendamos mais estudos com o intuito de encontrar formas de contornar as limitações atuais desta tecnologia, e para atender o desafio de consenso mundial em termos de interoperabilidade sintática e semântica, tal qual sugerido por Braga et al. [21].

## **Referências**

[1] GIBBONS et al. Chegar a um Acordo: Levando a Interoperabilidade até a Assistência Médica. Health Level Seven. Grupo de Trabalho de Interoperabilidade EHR, 2007.

[2] ROEHRS et al. OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records. Journal of Biomedical Informatics, 2017.

[3] DE FILIPPI, P.; WRIGHT, A. Decentralized Blockchain Technology and The Rise of Lex Cryptographia, 2017. Disponível em: <[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2580664](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2580664)> Acesso: 8/04/2018.

[4] WOOD, G. Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger. Ethereum Project Yellow Paper, 2018. Disponível: <<https://github.com/ethereum/yellowpaper>>. Acesso: 7/04/2018.

[5] OJO, A.; ADEBAYO, S. Blockchain as a Next Generation Government Information Infrastructure: A Review of Initiatives in D5 Countries, 2017. Public Administration and Information Technology.

[6] ANGRAAL et al. Blockchain Technology Applications in Health Care, 2017. Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes

[7] NAILSON, M. D. L.; DENISE, S. D. A.; PATRICK, L.; LEANDRO, G. G. Blockchain na Saúde: Uma Revisão Sistemática, XVI Congresso Brasileiro de

Informática em Saúde – CBIS, 2018.

[8] NAKAMOTO, S. Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System. Disponível em: <<https://bitcoin.org>>, Acesso: 6/04/2018.

[9] Ethereum - Json-Rpc Api. Disponível em: <<https://github.com/ethereum/wiki/wiki/JSONRPC>>, Acesso: 22/04/2018.

[10] AZARIA et al. Medrec: Using blockchain for medical data access and permission management. 2nd International Conference on Open and Big Data, 2016.

[11]. DUBOVITSKAYA et al. How blockchain could empower ehealth. University of Applied Sciences Western Switzerland, 2017. Disponível em: <<https://www.springerprofessional.de/en/how-blockchain-could-empower-ehealth-an-application-for-radiatio/14895386>>. Acesso: 14/04/2018.

[12] “windows search bug worth watching and squashing,” Disponível em: <<https://threatpost.com/windows-search-bug-worth-watching-and-squashing/127434/>>, Acesso: 22/04/2018.

[13] CVE-2017-8620. Disponível em: <<http://cve.mitre.org/cgi-bin/cvename.cgi?name=CVE-2017-8620>>. Acesso em: 22/04/2018.

[14] ICHIKAWA et al., “Tamper-resistant mobile health using blockchain technology,” JMIR MHEALTH AND UHEALTH, 2017.

[15] KUO, T.-T. Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. Journal of the American Medical Informatics Association, 2017.

[16] MCFARLANE et al. Patientory: A healthcare peer-to-peer emr storage network v1.0. Patientory Inc, 2017. Disponível em: <[https://patientory.com/patientory\\_whitepaper.pdf](https://patientory.com/patientory_whitepaper.pdf)>. Acesso: 04/04/2018.

[17] ZHAO et al. Lightweight backup and efficient recovery scheme for health blockchain. IEEE 13th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems, 2016.

[18] LIU, P. Medical record system using blockchain big data and tokenization. ICICS 2016.

[19] LEMIEUX, V. L. A Typology of Blockchain Recordkeeping Solutions and Some Reflections on their Implications for the Future of Archival Preservation. 2017 IEEE International Conference on Big Data.

[20] BENCHOUFI et al. Blockchain technology for improving clinical research quality. BioMed Central - Trials, 2017.

[21] BRAGA, R. D. et al. Registro Eletrônico em Saúde Interoperável: os desafios do padrão OpenEHR. J. Health Informatics, vol 8. n. 3, 2016.

## APÊNDICE 2

### **Um Mapeamento Sistemático do Uso do Processo de Hierarquia Analítica em Escolas de Ensino Fundamental, Médio e Universidades**

Denise Sampaio de Araújo, Rosivânia Rodrigues Batista, Patrícia Delmiro de Sousa Takahagassi, Patrick Letouze Moreira, Leandro Guimarães Garcia, Gentil Veloso Barbosa.

#### **RESUMO**

Neste artigo, apresentamos os resultados de um mapeamento sistemático do uso do método de apoio à decisão "Processo de Hierarquia Analítica" (AHP) em universidades e escolas primárias e secundárias. O método de pesquisa foi um tipo de revisão da literatura científica conhecida como mapeamento sistemático, onde a diferença é a ausência de uma pergunta de pesquisa para orientar a revisão, ou seja, a idéia do mapeamento é identificar e entender "Como" e "por que" O AHP foi aplicado no contexto do ensino universitário e nas escolas de ensino médio e fundamental. A pesquisa foi realizada no Google Scholar, ERIC, Elsevier e Scielo, utilizando os seguintes termos: (i) "Processo de Hierarquia Analítica" e "Gerenciamento da Educação"; (ii) "Processo de Hierarquia Analítica" e "Gestão Educacional"; (iii) "Processo de Hierarquia Analítica" e "Administração em Educação"; (iv) "Processo de Hierarquia Analítica" e "Política de Educação"; (v) "Processo de Hierarquia Analítica" e "Gestão em Educação"; e (vi) "Processo de Hierarquia Analítica" e "Aprendizado". Inicialmente, nosso objetivo era uma visão geral completa do AHP na Educação; porém, após a fase de seleção e inclusão do estudo, ficou claro que era necessária uma segmentação da pesquisa em relação ao nível educacional. Assim, apesar do sucesso a longo prazo do AHP em várias aplicações, foi identificado neste artigo que a maior parte do trabalho sobre a aplicação do AHP em escolas de ensino médio e fundamental é de experimentos de pesquisa realizados por universidades. Além disso, como resultado, vemos que há variabilidade no uso do AHP no ensino superior.

**Termos do Índice** - Administração em Educação, Processo de Hierarquia Analítica (AHP), Gerenciamento Educacional e Política educacional.

#### **1. Introdução**

Na educação, a necessidade de tomada de decisão aumentou dramaticamente. Esta afirmação encontra suas raízes na presença de problemas complexos que se espalharam em diferentes áreas [1]. Consequentemente, gerentes educacionais, professores, instrutores e tutores enfrentaram o desafio que traz à tona a complexidade dessas questões, mostrando que o processo de tomada de decisão não deve ser visto como

simples. Portanto, as técnicas de tomada de decisão desempenharam papéis importantes nessas situações. Um dos métodos utilizados para esse fim é o Processo de Hierarquia Analítica (AHP), que possui ampla aplicabilidade, é simples de operar e fornece resultados confiáveis [2,3].

O AHP foi criado na década de 1970 por Thomas Saaty, matemático e professor da época, na Universidade de Pittsburgh, Pensilvânia. Os princípios por trás do AHP são baseados em Matemática e Psicologia [3]. Sua função é verificar os critérios e as relações entre eles, a fim de identificar indicadores derivados desse processo para obter a resposta mais compatível à medida de desempenho [4].

O autor afirma [4] que a tomada de decisão é, na sua totalidade, um processo mental cognitivo, resultante do curso de ação mais apropriado, selecionado com base em critérios tangíveis e intangíveis. Consequentemente, é necessário primeiro usar esse processo para dividir o problema em uma hierarquia de subproblemas mais fácil de entender, onde cada problema deve ser verificado independentemente para posterior tomada de decisão.

Assim, o presente artigo é um mapeamento sistemático que difere de uma revisão sistemática devido à ausência de uma questão principal para orientar a revisão. Ou seja, a ideia desse mapeamento é identificar e entender “para que finalidade” e “como” o AHP foi aplicado no contexto das universidades, ensino médio e ensino fundamental.

Para a organização deste artigo, escolhemos a estrutura IMRAD [5]: introdução, metodologia, resultados e discussão. Os autores acreditam que a adoção dessa estrutura facilita o armazenamento e a recuperação de informações em bancos de dados internacionais pelos mecanismos de pesquisa para fins de pesquisa, como revisões sistemáticas e metanálises.

## **2. Metodologia**

O método baseia-se no mapeamento sistemático da literatura desenvolvida com o objetivo de identificar os artigos nos quais são discutidos o uso do AHP na educação para entender como e com que finalidade o AHP foi aplicado no contexto da educação universitária. O estudo foi realizado de acordo com as seguintes etapas: (1) escolha do tema e formulação de objetivos; (2) definição de descritores, termos e bases de dados de pesquisa; (3) estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; (4) processo de seleção dos estudos; (5) aquisição de dados dos estudos selecionados; (6) agrupamento e apresentação dos dados; e (7) análise de resultados.

Para a seleção da amostra foram utilizadas as seguintes bases de dados: Science Direct-Elsevier, ERIC e IEEE. Além desses bancos de dados, a pesquisa no Google Scholar também foi usada para o desenvolvimento do estudo. Utilizamos os seguintes termos de pesquisa: "Processo de hierarquia analítica" AND "Gerenciamento educacional"; "Processo de hierarquia analítica" AND "Gestão em educação"; "Processo de hierarquia analítica" E "Administração em educação"; "Processo de hierarquia analítica" E "Política educacional"; e "Processo de hierarquia analítica" E "Aprendizado". Os estudos que atenderam aos critérios de inclusão tiveram seus títulos e resumos lidos, e aqueles que estavam totalmente de acordo com os objetivos do estudo foram lidos na íntegra.

Após a leitura dos artigos selecionados, parte deles foi considerada irrelevante para o trabalho e, em seguida, excluída e a parte restante foi selecionada para o mapeamento. Os critérios de inclusão utilizados foram: estudos escritos em português e inglês, relevantes para o tema e publicados em periódicos a partir de 2011. Quanto aos critérios de exclusão: versões reduzidas de artigos duplicados; artigos incompletos; artigos sem acesso através do Portal CAPES Journal; além de todos os que não estavam diretamente relacionados aos objetivos da pesquisa. Entre os resultados (um total de 21.632), apenas 82 artigos atenderam a todos os critérios de inclusão e nenhum critério de exclusão predeterminado. A Tabela 1 mostra a lista de artigos por banco de dados, destacando os estudos identificados e incluídos.

Após uma leitura completa de 82 estudos selecionados e extração de dados, percebeu-se que, para uma melhor compreensão do uso do AHP na educação, seria necessário agrupar os estudos.

**Tabela 1 - Estudos obtidos em cada passo do Mapeamento Sistemático**

| Database       | Identified studies | Selected studies | Included studies |
|----------------|--------------------|------------------|------------------|
| Elsevier       | 4.964 articles     | 943              | 12               |
| Eric           | 60 articles        | 26               | 6                |
| IEEE           | 108 articles       | 43               | 15               |
| Google Scholar | 16.500 articles    | 886              | 49               |

Mais importante, ficou claro que os estudos deveriam ser agrupados de acordo com o nível de instrução em que foram aplicados às informações mapeadas neste trabalho, podendo ser úteis ao Ministério da Educação do Brasil, especificamente para os seguintes departamentos: Secretaria de Educação Básica (SEB) - Grupo de ensino fundamental e médio; Secretaria de Educação Superior (SESu) - Grupo de ensino universitário;

Secretário Executivo - grupo de outros processos formativos. Para o primeiro grupo, Ensino Fundamental e Médio, apenas nove estudos foram selecionados, Apêndice - [A1] a [A9]. Para o segundo grupo, Ensino Superior - Ensino universitário, apenas 26 estudos foram selecionados, Apêndice - [A10] a [A34].

### 3. Resultados

A partir da análise dos 9 estudos, observou-se que 3 deles utilizavam o AHP apenas no ensino fundamental, enquanto 6 usavam o AHP no ensino fundamental e médio e 26 eram aplicados nas universidades (Figura 1). Como o objetivo do estudo é identificar o uso do AHP no ensino, cada grupo foi discutido separadamente para examinar os resultados demonstrados em cada segmento de pesquisa, destacando a área de aplicação do AHP de acordo com o nível de escolaridade. Na figura 1, temos o seguinte: E = Educação; F = Ensino Fundamental; M = Ensino Médio; C = Universidades. Consequentemente:  $F \cap M = M$ ;  $F \cup M = F$ ;  $F \cup C = E$ .

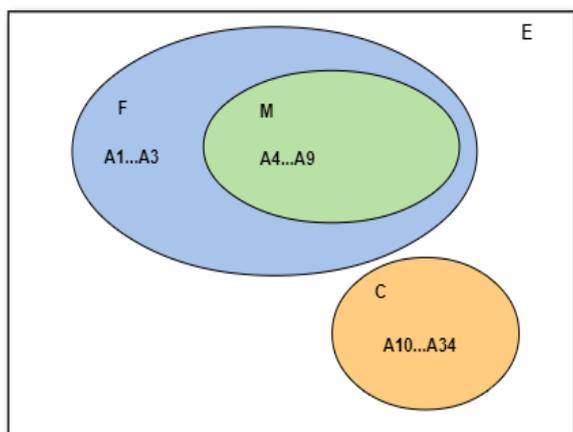


Figura 1: Diagrama de distribuição dos artigos.

#### A. O uso do AHP nas escolas primárias

O primeiro passo foi analisar os três artigos que utilizavam o AHP apenas no ensino fundamental. Assim, teríamos uma melhor compreensão da distinção entre as áreas de aplicação dos outros 6 estudos:

- [A1] indica um estudo realizado em Taiwan usando o AHP no ensino fundamental com a aplicação de um questionário. Com base em testes de escolha de especialistas, análise, validade e confiabilidade, este estudo identificou as pontuações ponderadas de quatro comportamentos importantes de transferência de conhecimento, três

comportamentos de compartilhamento de conhecimento e quatro comportamentos de criação de conhecimento. Os comportamentos "artigos relacionados à loja", "relatório" e "resposta a outros artigos" obtiveram as pontuações mais altas, que foram usadas como critério para avaliar o conhecimento na plataforma de gerenciamento de rede. A função interativa dessa plataforma indica maior eficiência na transferência de conhecimento.

- [A2] apresenta um estudo realizado em Taiwan para aumentar a equidade social e a justiça na educação nas escolas indígenas para promover a competitividade desses estudantes. A importância da educação internacional em diferentes hierarquias (estudantes, escolas, grupos étnicos e níveis sociais) foi explorada para identificar os objetivos relativos e as relações comparativas de diferentes aspectos da educação internacional. Usando o AHP, foram aplicados questionários aos diretores da escola primária e pesos foram usados para determinar os pesos relativos dos objetivos da educação internacional. A análise de correspondência (CA) também explorou a relação entre metas e estratégias de educação. Os resultados mostraram que os diretores das escolas primárias indígenas consideram os alunos os principais beneficiários dessa educação, seguidos pelos grupos étnicos, instituto e sociedade, e os diretores das escolas primárias não indígenas de Taiwan classificaram essas dimensões na mesma ordem.

- [A3] o objetivo deste estudo é avaliar a importância do apoio às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino fundamental, aplicando o processo de hierarquia analítica (AHP), como proposta de modelo de decisão. Um estudo de caso é realizado envolvendo escolas particulares e estaduais na Região Metropolitana do Chile, com a aplicação do teste SIMCE. Os dados são coletados, compreendendo diferentes agentes envolvidos com educação, ensino fundamental e experiência acadêmica. O resultado indica que as escolas que priorizaram o apoio às TIC tiveram melhor desempenho no processo de ensino e aprendizagem e também propôs um exame dos aspectos críticos que precisam ser reformulados.

Os três trabalhos apresentados ([A1] a [A3]) mostram que a aplicação do AHP no ensino fundamental foi conduzida para: avaliar comportamentos de gestão do conhecimento, aspectos da educação internacional; promover a equidade social; e apoiar a tomada de decisão em TIC.

## **B. O uso do AHP nas escolas primárias e secundárias**

O segundo passo foi analisar os 6 artigos que utilizaram o AHP no ensino primário e secundário:

- [A4] apresenta um estudo para identificar o que afeta o sucesso do sistema de educação inteligente na Coreia, prioriza os indicadores de peso através do uso do AHP, com implicações na política educacional e na escola inteligente. A análise mostra que o comprometimento do professor tem a maior pontuação de peso, seguido pelas práticas de e-learning e TI, o que implica que o indivíduo envolvido nas atividades de inteligência escolar deve ser considerado mais importante do que qualquer outro indicador. Assim, os resultados da pesquisa indicam que o comprometimento do professor é importante para ajudar os alunos a obter conhecimento em informática. Isso também significa que os professores devem aprender design da web, gráficos, aplicativos de rede, bancos de dados e sistema operacional, incluindo conhecimento de hardware para facilitar a aquisição de conhecimento.

- [A5] discute um estudo em Taiwan que propõe um modelo de educação social para promover a economia de energia e a redução de carbono, levando em consideração a visão de acadêmicos de universidades e institutos de pesquisa. O AHP é aplicado para determinar indicadores, prioridades e pesos aplicando um questionário. Os resultados demonstram que medidas de responsabilidade pela sociedade sustentável, estilo de vida com baixo carbono e questões energéticas têm prioridade em ordem decrescente. Eles sugerem a importância de: ações governamentais positivas, implementação de atividades educacionais e de propaganda, apoio e integração de unidades com características sociais. Os resultados podem servir de referência para o governo promover a educação social no futuro.

- [A6] propõe um modelo de avaliação acústica em salas de aula na Universidade King Abdulaziz, na Arábia Saudita. Cinco critérios são atendidos: especificações da sala de aula, fontes de ruído dentro e fora da sala de aula, estilo de ensino e esforço vocal. A prioridade e o peso dos critérios do AHP, bem como suas alternativas, são identificados por estudantes, funcionários, consultores e especialistas por meio de questionários. Para um bom design acústico, o design deve ser feito nos estágios iniciais da construção da sala de aula ou no tratamento acústico das salas de aula existentes. Os profissionais indicados são engenheiros e arquitetos para desenvolver um estudo acústico adequado à sala de aula, com o objetivo de melhorar a inteligibilidade da fala e a qualidade da aprendizagem, aumentando a eficiência do ambiente educacional.

- [A7] apresenta estudo para avaliar o desenvolvimento da educação na Letônia por meio do uso de métodos de pesquisa quantitativos e qualitativos. O processo de hierarquia analítica (AHP) foi utilizado para a análise hierárquica das possibilidades de

desenvolvimento da educação profissional, levando à conclusão de que as escolas precisam de: um sistema padronizado de formação de interesses na implementação da educação profissional; informação e materiais metodológicos no ensino profissional; especialistas para implementar o ensino profissional nas escolas secundárias.

- [A8] desenvolve um estudo para estabelecer o gerenciamento de desempenho nas escolas primárias e secundárias de Taiwan, usando o Balanced Scorecard e o Fuzzy Analytical Hierarchy Process. O Balanced Scorecard é uma ferramenta de medição confiável para avaliar os sujeitos do estudo de acordo com suas estratégias e atribuições. O estudo pode ser dividido em quatro perspectivas: finanças, cliente, interdisciplinaridade, aprendizado e crescimento. Para escolher os critérios de avaliação e os respectivos pesos das quatro dimensões, o estudo combina a teoria da difusão e o método AHP com a aplicação de um questionário. Os resultados indicam que o modelo pode ser usado pelas escolas primárias e secundárias para construir estratégias de auto-avaliação e também fornecer informações para um investimento efetivo na educação.

- [A9] compara resultados de estudos empíricos sobre aspectos motivacionais dos diretores da escola em relação à administração, professores em relação ao trabalho escolar, alunos em relação às escolas em que estudam e pais em relação às escolas selecionadas pelos alunos. Os estudos foram realizados em quatro escolas secundárias na Polônia e duas escolas similares na Alemanha e Espanha.

### **C. O uso do AHP na universidade**

A terceira etapa foi analisar os 25 artigos que utilizavam o AHP nas universidades:

- [A10] propõe questionários para avaliar a qualidade e os resultados da educação bilíngue nos cursos da Universidade de Estudos Estrangeiros de Guangdong (GDUFS) na China em 2013. O objetivo é fornecer uma referência aos sistemas de educação bilíngue, especializados em negócios internacionais. Utiliza o modelo Fuzzy-AHP, uma avaliação difusa e abrangente com hierarquia analítica, apontando os índices de avaliação para o controle de qualidade e, em seguida, é determinado o peso desses indicadores. Também é realizado um estudo empírico do nível educacional desses cursos para determinar os padrões na matriz de avaliação e a relação difusa. Ele recomenda educação bilíngue e treinamento regular para aumentar a alfabetização em línguas estrangeiras e o número de professores com esse conhecimento. Após a reforma, a educação bilíngue do GDUFS alcançou resultados notáveis, além de um aumento de estudantes de graduação, universitários e emprego na graduação.

- [A11] aplicou um estudo baseado no processo de hierarquia analítica de múltiplas decisões em 2012 para desenvolver um instrumento qualificado em instituições de ensino superior na Malásia. O MOHE (Ministério do Ensino Superior) aplica cinco ferramentas de desempenho entre 1999 e 2011: 1) Critérios para atualizar o status da faculdade para faculdades universitárias e faculdades para universidades; 2) Sistema de classificação para instituições de ensino superior (MyRA); 3) Instrumento de Avaliação da Pesquisa da Malásia (SETARA); (4) Sistema de Avaliação da Qualidade da Malásia (APEX) e (5) Programa de Excelência Acelerado (MyQuest). Os resultados do AHP permitem que as partes interessadas participem da tomada de decisões e identifiquem a importância do treinamento do gerente e da remoção de riscos. O AHP é um instrumento genérico, flexível e aplicável a qualquer instituição, com os resultados de um procedimento sistemático e científico que permite aplicar pesos a cada critério, mostrando o que é eficaz na promoção da educação sustentável, permitindo que o MOHE reprojete o instrumento com a possibilidade de atualização.

- [A12] indica o estudo de caso na Universidade Autônoma de Querétaro (UAQ) no México em 2014 para medir a eficiência da universidade, mas existe controvérsia devido à complexidade do problema. Este estudo ocorre selecionando as combinações de caracteres que são entradas e visualizações, uma abordagem para medir o impacto institucional e a eficácia nas instituições de ensino superior, combinando os métodos do Processo de Hierarquia Analítica (AHP) e Análise de Envolvimento de Dados (DEA). O uso conjunto de duas metodologias de avaliação é novo e útil em estudos de eficiência institucional, onde já existem resultados, para obter e confirmar equivalências. O estudo indica uma oportunidade para os tomadores de decisão aprenderem mais sobre sistemas educacionais, para definir políticas que melhoram as decisões. Para planejar e desenvolver programas dentro das universidades, é necessário gerar e analisar indicadores de desempenho acadêmico para melhorar as habilidades acadêmicas, incentivar a inovação educacional e as habilidades educacionais em gestão. A combinação de AHP e DEA pode ser usada para facilitar esse processo.

- [A13] Um estudo realizado no Instituto de Educação e Assuntos Estudantis da Universidade Niigata, no Japão, em 2013, visa criar uma ferramenta adaptada ao contexto individual dos alunos para refletir sobre os recursos de mídia. Usando o AHP, uma técnica estruturada para organizar e analisar decisões complexas, 72 estudantes universitários definiram critérios e prioridades para o uso da mídia para obter uma visão dos assuntos atuais usando conjuntos de mídia: TV, livros, jornais e páginas da web, Twitter e

Facebook. Os alunos responderam a questionários e a análise de dados indica que o AHP nos permite ter um entendimento real da mídia e de suas características. Em relação às "fontes de informação e mídia", alguns estudantes indicaram que a fonte de informação era importante e não o tipo de mídia. Os resultados mostram que o IC (índice de consistência) foi examinado e apontou que há consistência suficiente nos dados da pesquisa. O mais importante nesse contexto é o aspecto da precisão (0,41), seguido pela facilidade de uso (0,18), função de busca (0,17), oportunidade (0,15) e prazer (0,08). O meio de comunicação mais importante é a web, a função de pesquisa, a facilidade de uso e os "prazos", todos dando uma contribuição importante.

- [A14] realiza estudos na Universidade Estadual de Yogyakarta, na Indonésia, em 2010, que enfrenta desafios que ameaçam a existência de algumas universidades. A crescente concorrência internacional exige a melhoria da qualidade da administração para atrair estudantes suficientes. O objetivo do estudo é um modelo híbrido para gerenciar e determinar aulas internacionais com base em muitos critérios de desempenho universitário. O modelo combina dois métodos para tomada de decisão, processo de hierarquia analítica (AHP) e modelo de ponderação linear, usando comparações de pares no AHP e a escala de medição para gerar os pesos para o critério. Os resultados mostram aceleração no planejamento e implementação, maior eficácia geral da metodologia subjacente e acadêmicos mais eficientes em educação.

- [A15] destacou a importância do empreendedorismo para a sociedade e as universidades da Universidade Islâmica de Azad (IAU), Irã, em 2013. Portanto, acadêmicos e gerentes devem reconhecer áreas que têm efeitos críticos sobre o empreendedorismo, pois estão ligadas à promoção das universidades. O Processo de Hierarquia Analítica Difusa (FAHP) é usado para priorizar os critérios das faculdades de negócios, as proporções de empresas, incluindo fatores ambientais e internos a serem avaliados separadamente. Com base nas opiniões de 17 especialistas, os resultados mostram que as medidas de apoio ao empreendedorismo (um fator ambiental) são o atributo mais importante e o status (um fator interno) é o menos importante da universidade empreendedora. Os índices efetivos da universidade empreendedora são comparados em pares com o AHP difuso para determinar os pesos de cada índice. Recomenda-se que a gerência da universidade preste atenção a mais fatores ambientais e que o ranking de empresas da universidade possa ser um guia para futuras pesquisas.

- [A16] Em 2013, um estudo no Xi Center for Modern Education Technology, uma universidade internacional da China, usou bons índices e métodos de avaliação científica

para desenvolver o edifício do Campus Digital. Este estudo construiu um modelo de avaliação do AHP (Analytical Hierarchy Process) com cinco índices de primeiro grau: criação de infraestrutura (A1), criação de banco de dados (A2), administração (A3), administração (A3), aplicação (A4) e garantia de operação (A5). Em seguida, a matriz de julgamento foi construída para o peso do índice. O resultado mostrou que a ordem decrescente de peso de cada fator que influenciava a qualidade do Campus Digital era A4 (0,43) > A1 (0,25) > A2 > (0,16) A5 (0,10) > A3 (0,06). Posteriormente, um modelo prático de avaliação em várias camadas foi construído para ajudar a avaliar a construção do campus digital de maneira mais rápida, precisa e científica. Este estudo também traz valores promocionais para avaliação multifatorial semelhante.

- [A17] apresenta o estudo no Instituto Politécnico de Langfang, na China, em 2009, usando o método AHP com abordagens quantitativas e qualitativas para analisar três tipos de educação básica que combinam produção com aprendizado e pesquisa, ou seja, instrução automatizada. O resultado previu que esse modo educacional era a maneira ideal de perceber o valor do ensino profissional superior. Portanto, o AHP é mais adequado para o domínio complexo das ciências sociais e pode refletir com mais precisão os problemas no domínio das ciências sociais.

- [A18] Um estudo realizado no Departamento de Administração da Universidade de Cankaya, na Turquia, em 2012, considerou o número de universidades e jovens no ensino superior e a necessidade de mais pesquisas sobre a marca da universidade. O objetivo é uma pesquisa exploratória sobre fatores e critérios específicos que os estudantes turcos consideram ao selecionar um programa de pós-graduação em uma universidade nos Estados Unidos. Há fatores a serem observados, como os principais temas para oportunidades de progressão na carreira na pós-graduação nos Estados Unidos. O principal critério foi relatado como perspectivas de carreira e oportunidades de emprego. O consenso é que as universidades reconhecidas internacionalmente forneceriam educação sólida e perspectivas de carreira competitivas para seus alunos. O processo de hierarquia analítica (AHP) foi utilizado para esta pesquisa e cada critério deve ser analisado em relação a uma universidade específica para tomada de decisão. Como resultado da análise, as três principais opções para estudantes que desejam cursar um MBA nos Estados Unidos são a Universidade do Texas (0,239), Universidade de Michigan (0,170) e Carnegie Mellon University (0,139). Os resultados deste estudo podem ser usados para apoiar aqueles que optam por frequentar uma grande universidade

e também contribuem para os estudantes que desejam cursar um MBA nos Estados Unidos.

- [A19] O objetivo do estudo na Universidade Nacional Chiayi, em Taiwan, em 2015, é comparar o desempenho das universidades de Taiwan e de outras universidades do mundo. Os métodos de pesquisa adotados foram DEA e AHP para medir o peso de cada elemento. O governo descobriu que as instituições de ensino superior de Taiwan são menos eficientes, enquanto muitos estudiosos atribuem a causa ao investimento insuficiente no sistema de ensino superior. Os resultados indicaram que as universidades de Taiwan eram eficientes em comparação com outras universidades do mundo e, se recebessem recursos adequados, poderiam ter os mesmos ou melhores resultados do que outras universidades. Os resultados do AHP mostraram que os acadêmicos de Taiwan perceberam que o elemento de entrada mais importante é a avaliação de eficiência da universidade, seguida de bolsas de pesquisa, número de estudantes de graduação e número de estudantes de pós-graduação. Os gastos anuais também foram classificados como o ponto mais importante, seguido pelo número de professores, patrimônio da escola e número de funcionários administrativos. Devido à dificuldade em coletar informações, foram utilizados apenas 8 elementos (4 elementos de entrada e 4 elementos de saída e 14 universidades para a medição do DEA), sugerindo que estudos futuros pudessem expandir o número de participantes e os elementos. nos cálculos da DEA.

- [A20] O artigo tem como objetivo revisar e examinar criticamente as aplicações do AHP na Malásia em 2015, abrangendo 33 estudos conceituais e empíricos publicados de 1992 a 2013. Atualmente, existe um interesse crescente em aplicar o processo de hierarquia analítica. (AHP) no setor da educação. No entanto, ainda existem poucas análises de suas aplicações no ensino superior. Os estudos são baseados em quatro dimensões específicas: ano de publicação, país de origem, técnicas integradas aplicadas simultaneamente ao AHP e também as áreas de ensino superior nas quais o AHP foi aplicado. A análise sistemática revela que o AHP foi aplicado na mensuração da qualidade do ensino superior, na avaliação dos membros do corpo docente, no desempenho, no planejamento estratégico, na seleção de universidades e na seleção da melhor universidade.

- [A21] O objetivo deste estudo na Universidade de Teerã, Irã, em 2011, é apresentar uma nova abordagem para o e-learning, com avaliação do sistema para identificar e priorizar fatores ou facilitadores de sucesso do e-learning que precisam ser focados em universidades e institutos educacionais. O e-learning surgiu como um

paradigma educacional moderno, com o objetivo de melhorar o conteúdo educacional, o compartilhamento de conhecimento e a interação social, além de ser usado para avaliação de desempenho. Este artigo propõe uma abordagem baseada no FAHP e no CSF (Critical Success Factors) para avaliar o desempenho do e-learning. O método utilizado é o Processo Analítico de Hierarquia (AHP) para tomada de decisão, sendo estruturado em sete itens principais: recursos do instrutor, recursos do aluno, qualidade do conteúdo do aluno, qualidade da tecnologia da informação, participação e interação, apoio às instituições de ensino e conhecimento em gestão e subcategorias. Uma avaliação de e-learning contribui para oferecer oportunidades para instituições e universidades de ensino, observando problemas e também fornecendo informações benéficas sobre questões estratégicas.

- [A22] O estudo da Universidade de Aston, no Reino Unido, em 2006, visa revisar uma literatura que se concentra em quatro questões de decisão educacional: alocação de recursos, uso de desempenho, orçamento e programação. Os artigos relacionados a problemas publicados em periódicos internacionais de 1996 a 2005 foram pesquisados para responder a três perguntas: Que tipo de decisão de problema recebeu mais atenção? Quais são os requisitos de tomada de decisão predominantemente adotados? e quais são os pontos fracos dessas abordagens? O ensino superior enfrentou o problema de cortes no orçamento nos últimos 30 anos. Gerenciar o sistema de ensino superior é, portanto, um elemento crucial e uma tarefa urgente para os tomadores de decisão da universidade melhorarem seu desempenho. Uma nova técnica de planejamento de metas que integra operações do processo de hierarquia analítica é proposta para abordar um modelo abrangente de alocação de recursos.

- [A23] O objetivo do estudo de 2015, realizado na Universidade Pingxiang, na China, fornece uma avaliação da Fuzzy AHP dos fatores que influenciam a qualidade da formação profissional em comércio eletrônico, incluindo a otimização do currículo de graduação e do conteúdo pedagógico. Um caso real é proposto para demonstrar a avaliação e a qualidade do treinamento de acordo com o sistema de índices, verificando a eficácia e operacionalidade do modelo. É importante que a educação em comércio eletrônico estabeleça um sistema apropriado de avaliação da qualidade para que esses profissionais atendam às necessidades do mercado. Isso destaca a necessidade de dominar as habilidades e conhecimentos de negociação on-line, além de entender como o gerenciamento de negócios funciona para o comércio eletrônico.

- [A24] Universidade de Zhengzhou, China, estudo em 2016, adota a abordagem de rede analítica - AHP, como um novo método de avaliação está sendo usado para o ensino universitário, EM-ANP, considerando: o sistema de índices de avaliação, o peso da avaliação do ensino e a aplicação de o sistema de índices de avaliação de ensino. Ele se compara às abordagens tradicionais de avaliação do ensino universitário, o ES-ANP, e inclui dois tipos de grupo de orientação e critérios de estudante, além da relação interdependente entre dois critérios. O resultado mostra que esse tipo de método de avaliação do ensino pode refletir o ensino mais eficaz e preciso, desempenhando um papel mais importante na avaliação do ensino universitário.

[A25] desenvolve um sistema inteligente no Cazaquistão em 2015 para executar o gerenciamento de decisões educacionais, com a implementação de um algoritmo de decisão no sistema de banco de dados de gerenciamento educacional no processo de hierarquia analítica. Essa técnica permite escolher as melhores alternativas; essas características são vetores de componentes heterogêneos, incluindo aqueles que não estão claramente definidos. Recomenda-se a decisão de tomar um sistema que implemente o algoritmo proposto e documente os resultados do estudo experimental. Os resultados mostram que o aumento observado de peso pertence a softwares projetados para aumentar investimentos financeiros e investimentos em apoio ao sistema educacional.

- [A26] O estudo de 2011 da Universidade de Nanchang, na China, descreveu a avaliação do conteúdo e da alfabetização das informações e depois analisou as relações entre eles. O processo de hierarquia analítica (AHP) foi adotado, estabelecendo o modelo abrangente do sistema de avaliação de índices de alfabetização e calculando vários fatores, incluindo questionários para eliminar possíveis subjetividades, a fim de obter a equação que pode descobrir de forma abrangente o nível de alfabetização e índice de alunos. Os resultados indicam que o nível de alfabetização dos estudantes universitários é geralmente baixo. Eles recomendam a construção de um macroambiente e um microambiente: o primeiro refere-se a decisões políticas que absorvem as práticas avançadas dos países desenvolvidos em educação, recursos humanos, financeiros e materiais, pois o ambiente da informação é um terreno fértil para promover a alfabetização de alto nível; o segundo indica maior conscientização do aluno para melhorar a aquisição de recursos e os níveis de informação, respeitar a ética da informação, usar tecnologias e ferramentas avançadas de informação para enriquecer o repositório e aprimorar as habilidades.

- [A27] realizaram um estudo na Universidade Nacional de Tecnologia de Defesa da China em 2012 para aplicar o método AHP chamado DELPHI-AHP modificado de acordo com o sistema de avaliação e a qualidade dos estudantes universitários, determinando uma avaliação de índice e pesos. A qualidade da educação oferecida aos estudantes das universidades afeta o nível de eficácia no futuro. O estudo estabeleceu uma avaliação científica e racional da qualidade do sistema de ensino geral como forma de avaliar o desenvolvimento geral dos alunos. Os resultados indicam que este documento resolve os principais problemas de avaliação de diferentes estudantes universitários, do ponto de vista quantitativo, identificando o peso dos indicadores de avaliação e o grau de importância dos Conselhos dos principais órgãos de avaliação. Assim, o autor cria o modelo abrangente de avaliação da qualidade para estudantes universitários e determina uma tabela de avaliação, que fornece uma base teórica para melhorar a qualidade do ensino, permitindo uma avaliação mais precisa e científica dos resultados.

- [A28] Universidade de Estudos de Palermo, Itália, em 2013, indica que a comunidade destacou a importância de uma educação de qualidade nos últimos anos, que exige excelência no planejamento de atividades e serviços e avaliação do desempenho dos serviços. No entanto, uma avaliação do desempenho do serviço é baseada nas partes que podem estar sujeitas à subjetividade e incerteza e, portanto, os resultados podem não ser exibidos. Neste estudo, foi utilizado um método baseado no modelo ServQual, além das teorias AHP e Fuzzy-AHP. A teoria Fuzzy-AHP é usada para lidar com a incerteza na análise de desempenho do serviço, enquanto o método AHP é adotado para estimar a importância dos atributos estratégicos do serviço. A análise de serviço permite que os fatores de desempenho sejam capturados e comentados. Os resultados mostram que a percepção dos professores sobre a qualidade do serviço influencia significativamente o nível de desempenho do serviço.

- [A29] realizaram o estudo na Universidade de Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, em 2015. A pesquisa tem como objetivo entender por que estudantes internacionais viajam para os Emirados Árabes Unidos para estudar. A teoria push-pull foi usada para determinar a escolha do destino internacional do aluno e o AHP para examinar a importância de fatores que influenciam a escolha do aluno. Como o mercado de ensino superior é competitivo, este estudo é importante para uma melhor compreensão das instituições de ensino superior, autoridades e ensino superior, em relação aos fatores envolvidos na tomada de decisões dos alunos, determinando estratégias de recrutamento

e marketing para atrair estudantes internacionais. Os resultados contribuem para uma melhor compreensão do mercado de ensino superior nos Emirados Árabes Unidos.

- [A30] conduziu o estudo na Universidade de Estudos Econômicos de Bucareste, Romênia, em 2011. A nova Lei da Educação promulgada na Romênia antecipa a aposentadoria de professores aos 65 anos, eliminando a vida acadêmica de um importante segmento de profissionais com conhecimento destacado. Isso mostra a importância do desenvolvimento de estratégias para aumentar a retenção de conhecimento nas universidades. O objetivo deste artigo é investigar as principais estratégias de transferência de conhecimento entre gerações, incentivando a cooperação por meio do trabalho em equipe ou incentivando a competição individual. A primeira estratégia enfatiza a transferência sincronizada de conhecimento, enquanto a segunda estratégia enfatiza o conhecimento não sincronizado, que pode ser implementado através de diferentes mecanismos da vida acadêmica. Três deles foram considerados na pesquisa: 1) bolsas de pesquisa; 2) redação de livros e 3) trabalhos de revistas científicas. A investigação é aplicada pelo Analytical Hierarchy Proc.

- [A31] realizaram o estudo na Universidade de Medicina Chinesa de Shaanxi, China, em 2014. Com o ritmo acelerado da vida, o conceito de "micro" tornou-se mais presente na percepção dos estudantes universitários, proporcionando mudanças essenciais no processo de ideologia e educação política. Portanto, o papel dos estudantes universitários torna-se objeto de pesquisa de acordo com suas atitudes expressas em microculturas, microblogs, microcanais e micropúblicos. A pesquisa utiliza o processo de hierarquia analítica para destacar cinco aspectos: impacto ideológico, intercâmbio de estudantes, influências sobre efeitos colaterais, publicidade da atividade e papel do aluno. Os resultados da pesquisa mostram que a micropública é o caminho de impacto mais profundo para universidades e estudantes universitários em processos relacionados à ideologia e à política.

- [A32] desenvolveu um modelo para determinar a qualidade da gestão do ensino superior privado usando o FAHP (Fuzzy Analytical Hierarchy Process) da Universidade de Informática e Gerenciamento de Computadores (STMIK) em Pringsewu, Indonésia em 2016. A utilidade da ferramenta foi investigada para melhorar a qualidade dos gerentes e graduados aplicando um sistema de apoio à decisão baseado na FAHP. O método foi desenvolvido para encontrar a melhor opção entre várias alternativas, com base em 6 critérios predeterminados: Recursos Humanos, Instalações e Infraestrutura, Organização, Liderança, Currículo e Graduados.

- [A33] realizaram um estudo na Universidade de Sharjah, Emirados Árabes Unidos, em 2013. A técnica de benchmarking foi implementada por quatro universidades nos Emirados Árabes Unidos para melhor desempenho. Os critérios de benchmarking dos alunos envolvidos de outubro de 2009 a maio de 2011 foram verificados para identificar prioridades e aplicar pesos a vários critérios de decisão no contexto de escolha de uma universidade. Técnicas de Benchmarking e Processo de Hierarquia Analítica tornam a implementação e a análise de estudos mais eficazes, mais fáceis e mais aplicáveis às universidades. Além disso, o AHP é usado para calcular os pesos relativos de cada critério e subcritério para selecionar o critério de benchmarking em cada uma das quatro universidades investigadas. As conclusões gerais sugerem que, dentro dessas quatro universidades, a reputação parece ser um critério mais prevalente do que seu desempenho em avaliações de qualidade.

- [A34] realizou um estudo sobre a importância do uso do processo de hierarquia analítica (AHP) em 2015, amplamente utilizado por tomadores de decisão e pesquisadores. A definição de critérios e o cálculo de seus pesos são fundamentais para esse método para avaliar alternativas. No entanto, existem poucos estudos que se concentram no uso dessa ferramenta. O objetivo deste estudo é desenvolver uma revisão sistemática da literatura dos casos reais que aplicaram o AHP para avaliar como os critérios foram definidos e medidos. Nos 33 casos selecionados, a literatura foi utilizada principalmente para construir os critérios, os pesos foram calculados pelo uso de AHP ou FAHP e para avaliar alternativas outras técnicas como TOPSIS, BUY e ELECTRE. O resultado da aplicação do AHP tratou apenas da adaptação do modelo e das técnicas utilizadas. Esses achados podem apoiar a recomendação de estudos futuros sobre as dificuldades na aplicação do AHP para escolher os melhores critérios para se chegar a um consenso e se os resultados atendem às expectativas do público.

#### **4. Discussão**

De acordo com os estudos selecionados neste mapeamento sistemático, 9 artigos científicos incluídos neste artigo propuseram o uso do AHP em escolas de ensino fundamental e médio, enquanto 26 artigos foram incluídos com aplicação em universidades para abordar decisões com múltiplos critérios. O artigo demonstra que o uso do método AHP é capaz de resolver problemas complexos de decisão em diferentes níveis de ensino por meio de raciocínio dedutivo para validar escolhas, sugerindo que existe potencial para ser amplamente aplicado.

Este artigo tem como objetivo fornecer uma visão geral das possíveis aplicações do AHP na Educação e pode ser útil para os Ministérios da Educação. Os termos de pesquisa utilizados foram: “Processo de Hierarquia Analítica” e “Gerenciamento Educacional”; “Processo de Hierarquia Analítica” e “Gestão Educacional”; “Processo de Hierarquia Analítica” e “Administração em Educação”; “Processo de hierarquia analítica” E “Política educacional”; e "Processo de hierarquia analítica" e "Aprendizado".

No Brasil, o Ministério da Educação [10] está organizado em três secretarias que podem se beneficiar dessa iniciativa: a Secretaria de Educação Básica [11]; Secretaria de Educação Superior [12]; e Secretaria Executiva [13].

O AHP foi usado para simular a tomada de decisão do aluno, que deve definir prioridades e critérios adequados à mídia. Assim, esperava-se que, através da reflexão dos alunos, eles entendessem as características dos diferentes tipos de mídia.

O objetivo do estudo foi identificar o equilíbrio ideal no uso de diferentes mídias, a fim de obter informações sobre questões de negócios atuais e estudos universitários. No entanto, a facilidade de uso do método foi um fator importante para a aplicação e alocação de recursos de mídia nas instituições de ensino superior.

Embora não seja possível ter uma aplicação completa do método nas universidades, o método AHP provou ser de grande aplicabilidade no ensino superior. Estudos focados na diversidade mostraram a necessidade de melhorar e supervisionar regularmente a supervisão bilíngue da gestão de cursos. Todo o processo de educação bilíngue deve ter mais controle no planejamento da aula, ensino, discussões interativas, tarefas e exames.

Mecanismos de incentivo à educação bilíngue são importantes na cadeia de gerenciamento do processo de ensino. O método AHP provou ser muito útil na determinação do grau de educação bilíngue em cursos de negócios na China.

Os resultados mostraram que a aplicação do sistema como suporte à decisão simplificou o processo de planejamento e implementação, aumentou a eficácia geral da metodologia subjacente e possibilitou uma gestão acadêmica mais eficiente.

No estudo realizado em Taiwan, o AHP foi utilizado no ensino fundamental, com a aplicação de um questionário e, após a seleção de critérios pelo método de avaliação de comportamentos de gestão do conhecimento, foi indicada maior eficiência na transferência de conhecimento.

Uma pesquisa foi realizada em Taiwan usando o AHP para aumentar a equidade social e a justiça na educação nas escolas indígenas para promover a competitividade

desses estudantes. O resultado do método considerou os alunos os principais beneficiários dessa educação, seguidos pelos grupos étnicos, instituto e sociedade.

Outro estudo avaliou, por meio do processo de hierarquia analítica (AHP), a importância do apoio às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em escolas de ensino fundamental de escolas chilenas, concluindo que as escolas que apoiam TIC tiveram melhor desempenho no processo de ensino e aprendizagem.

É apresentado um estudo para identificar a razão do sucesso do sistema educacional inteligente na Coreia, priorizando indicadores de peso por meio do uso do AHP. O resultado mostra que o comprometimento dos professores é importante para ajudar os alunos a adquirir conhecimentos em informática; também indica que os professores devem ter conhecimento de TI.

Em Taiwan, foi proposto um modelo de educação social para economia de energia e redução de carbono; o AHP aponta indicadores, prioridades e pesos aplicando um questionário.

Um estudo foi apresentado na Universidade de Sharjah, nos Emirados Árabes Unidos, com base no processo de hierarquia analítica em várias decisões, para desenvolver um instrumento que qualifique as instituições de ensino superior. Os resultados indicam que a reputação parece ser um critério mais prevalente do que as avaliações de qualidade nas quatro universidades.

## **5. Conclusão**

Os estudos mapeados neste artigo demonstram às autoridades governamentais da Secretaria de Educação Básica [11] que o uso do AHP pode afetar o sucesso do sistema escolar inteligente. Tudo isso seria uma oportunidade de aprender mais sobre os sistemas educacionais, a fim de definir políticas que permitam às autoridades acadêmicas tomar melhores decisões.

Na formulação de políticas, pode-se verificar se o AHP verifica os critérios de medição de desempenho, levando em consideração que a tomada de decisão é um processo mental que resulta da seleção mais apropriada para a ação, com base em fatores tangíveis e critérios intangíveis. Assim, as autoridades educacionais podem apoiar melhor alunos e professores, a fim de estabelecer um sistema inteligente de gestão escolar.

Em um sentido mais amplo, fica claro que o AHP é um método apropriado para a formulação de políticas, pois reúne a experiência de especialistas em tomada de decisão

e é confrontado, considerando a influência e os efeitos desses critérios e sua importância na escala dos julgamentos.

O método chamado AHP define o objetivo, as alternativas, os critérios, avalia suas alternativas e realiza uma avaliação geral. Os experimentos descritos obtiveram resultados positivos em relação aos problemas abordados.

De acordo com os dados obtidos na pesquisa, o uso do AHP pode ser proposto por instituições que enfrentam problemas com múltiplos critérios de decisão, evidenciando que os esforços teóricos sem o uso do AHP não foram suficientes para solucionar os problemas abordados.

O AHP é uma ferramenta matemática usada para uma decisão consensual e inclusiva, sem desconsiderar opiniões e julgamentos. O processo complexo de tomada de decisão é simplificado, tornando-o mais sistemático e transparente, reduzindo custos e recursos. O AHP adota camadas com diferentes critérios e indicadores com seus respectivos pesos para selecionar o critério de avaliação a ser implementado.

Portanto, o Processo de hierarquia analítica resulta na prática e na análise dos estudos mais eficazes, mais fáceis e mais aplicáveis a todas as instituições de ensino em seus diferentes níveis.

### **Apêndice**

[A1] LEE, C-P.; LOU, S.-J.; SHIH, R.-C.; AND TSENG, K.-H. An AHP-based weighted analysis of network knowledge management platforms for elementary school students. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology, v. 10, n. 4, 2011.

[A2] CHEN, S.-H. Promoting International Education for Indigenous Elementary Schools in Taiwan: School Principals' Perspectives. Asian Social Science, v. 11, n. 9, p. 21, 2015.

[A3] ODDERSHEDE, A.; DONOSO, J.; FARIAS, F.; AND JARUFE, P. ICT support assessment in primary school teaching and learning through AHP. Procedia Computer Science, Elsevier, v. 55, p. 149–158, 2015.

[A4] CHOI, Y.-C.; LEE, J.-H.; AND LEE, H.-J. Identifying Major Policy Issues Regarding the Smart Schooling System Using the Analytical Hierarchy Process Method, vol. 120, pp. 344-355, 2015.

[A5] CHEN, K.-L.; HUANG, S.-H.; AND LIU, S.-Y. Devising a framework for energy education in Taiwan using the analytic hierarchy process. Energy policy, v. 55, p. 396-403, 2013.

[A6] ATSAN, N. Measuring Educational Service Quality Using Analytic Hierarchy Process. International Journal of Education and Research, v. 3, n. 2, 2015.

- [A7] BIKSE, V.; LIBKOVSKA, U.; RIVZA, P.; AND RIVZA, B. Using AHP for the Evaluation of the Development of Career Education in Latvia, Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, 2013.
- [A8] LIANG, Y. H. Performance management in the elementary and secondary schools' information unit in Taiwan: Using the balanced scorecard and the fuzzy analytic hierarchy process. In: Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2012. IEEE International Conference on IEEE, 2012. p. 1-5.
- [A9] ADAMUS, W. Motivational aspects in management of upper secondary schools. European Journal of Business and Social Sciences, v. 1, n. 11, p. 31-62, 2013.
- [A10] JIANG, Y. Evaluation on Degree and Result of Bilingual Education of Business Courses in GDUFS. English Language Teaching, v. 6, n. 8, p. 175-183, 2013.
- [A11] YUSOF, N. A. M.; SALLEH, S. H. Analytical Hierarchy Process in Multiple Decisions Making for Higher Education in Malaysia. 1st World Congress of Administrative and Political Sciences - ADPOL, 2012.
- [A12] ALTAMIRANO-CORRO, A.; PENICHE VERA, R. Measuring the institutional efficiency using dea and ahp: The case of a mexican university. Journal of applied research and technology, v. 12, n. 1, p. 63-71, 2014.
- [A13] GOTOH, Y. Visualization of Understanding of Media Characteristics Using Analytic Hierarchy Process. 2013.
- [A14] JATI, H. Decision Support System for Managing and Determining International Class Program: Ga and AHP Approach. Journal of Education, v. 3, n. 1, 2010.
- [A15] NIKFARJAM, A.; KIANI MAVI, R.; FAZLI, S. Prioritizing entrepreneurial university factors by fuzzy analytic hierarchy process. International Journal of Economy, Management and Social Sciences, v. 2, n. 10, p. 876-884, 2013.
- [A16] TONGKE, F. Digital Campus Synthetic Evaluation Based on Analytic Hierarchy Process. Journal Applied Sciences, v. 13, n. 8, p. 1265-1268, 2013.
- [A17] LI, Y.; LI, J.; ZHANG, X. Study on the Higher Vocational Mode Combining Production with Learning and Research Based on AHP. International Education Studies, v. 2, n. 3, p. 185-189, 2009.
- [A18] TAS, A.; ERGIN, E. A. Key factors for student recruitment: The issue of university branding. International Business Research, v. 5, n. 10, p. 146, 2012.
- [A19] HO, H.-F. Are universities in Taiwan less efficient than top universities in the world? Review of European Studies, v. 7, n. 3, p. 202, 2015.
- [A20] ANIS, A.; ISLAM, R. The application of analytic hierarchy process in higher learning institutions: a literature review. Journal of International Business and Entrepreneurship Development, v. 8, n. 2, p. 166-182, 2015.

- [A21] MEHREGAN, M. R. et al. Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process in Ranking Modern Educational Systems' Success Criteria. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, v. 1, n. 4, p. 299, 2011.
- [A22] HO, W.; DEY, P. K.; HIGSON, H. E. Multiple criteria decision-making techniques in higher education. *International journal of educational management*, v. 20, n. 5, p. 319-337, 2006.
- [A23] FEN-JUAN, L.; HAI-FENG, Y. Construction Research on Quality Evaluation System of Professional Training of e-Commerce Talents. In: 2015 Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications (ISDEA). IEEE. p. 235-238, 2015.
- [A24] LI, Y. et al. Research on the evaluation system for college teaching based on analytic network process. In: 2016 11th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). IEEE. p. 188-191, 2016.
- [A25] UVALIEVA, I. et al. Development of intelligent system to support management decision-making in education. In: 2015 6th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO). IEEE, p. 1-72015.
- [A26] QIAO, Z.; XUANHUI, Y. AHP-based evaluation index system of information literacy research and application. In: 2011 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. IEEE, p. 285-289, 2011.
- [A27] YONGHONG, A.; BOHAN, Y.; FAN, Y.; GANG, Z. The Application of Modified Delphi-AHP Method in the College Students' Comprehensive Quality Evaluation System. *International Journal of Information and Education Technology*, v. 2, n. 4, 2012.
- [A28] LUPO, Toni. A fuzzy ServQual based method for reliable measurements of education quality in Italian higher education area. *Expert systems with applications*, v. 40, n. 17, p. 7096-7110, 2013.
- [A29] AHMAD, S. Z.; HUSSAIN, M. An investigation of the factors determining student destination choice for higher education in the United Arab Emirates. *Studies in Higher Education*, v. 42, n. 7, p. 1324-1343, 2015.
- [A30] BRĂȚIANU, C.; AGAPIE, A.; ORZEA, I. Strategies for increasing knowledge retention in universities through intergenerational knowledge transfer. In: *Proceedings of the 12th European Conference on Knowledge Management*, p. 124-130, 2011.
- [A31] ZHANG, Y. Discuss micro-cultures impacts on university students' ideology. *Trade Science Inc. – INDIA. BioTechnology*. V. 10, Issue 5, 1262-1267, 2014.
- [A32] ABADI, SW S.; WIDYARTO, S. The Model of Determining Quality of Management Private Higher Education Using FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) Method. *ICESIA*, v. 1, p. 166-172, 2016.

[A33] SALEM, M. SM. A Benchmarking Analysis of University League Tables Using the AHP Based on Students' Perception: UAE Case. University of Sharjah Journal for Humanities and Social Sciences, v. 111, n. 1192, p. 1-62, 2013.

[A34] DE FSM RUSSO, R.; CAMANHO, R. Criteria in AHP: a systematic review of literature. Procedia Computer Science, v. 55, p. 1123-1132, 2015.

## Referências

[1] SOUZA, Â. R. "As relações entre os resultados da avaliação e os modelos de gestão escolar." InterMeio: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação-UFMS, 2016.

[2] VARGAS, R. V. Utilizando a programação Multicritério (Analytic Hierarchy Process –AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. PMI Global Congress 2010 – North America. Washington –DC – EUA- 2010.

[3] SAATY, T. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. North-Holland. European Journal of Operational Research 48, 1990.

[4] SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy Process. N. York, USA: McGraw-Hill, 1980.

[5] URM – “Uniform Requirements for Manuscripts”, International Committee of Medical Journals, 2008. [Online] <http://www.icmj.org>

[6] <https://www.sciencedirect.com>

[7] <https://eric.ed.gov>

[8] <https://ieeexplore.ieee.org>

[9] <https://scholar.google.com>

[10] <http://portal.mec.gov.br/index.php>

[11] <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>

[12] <http://portal.mec.gov.br/sesu-secretaria-de-educacao-superior>

[13] <http://portal.mec.gov.br/secretaria-executiva>

## APÊNDICE 3

### **Mapeamento Sistemático e o Uso de Processos de Hierarquia Analíticos na Gestão da Educação**

Denise Sampaio de Araújo, Rosivânia Rodrigues Batista, Patrícia Delmiro de Sousa Takahagassi, Patrick Letouze Moreira, Leandro Guimarães Garcia, Gentil Veloso Barbosa.

#### **RESUMO**

Neste artigo, apresentamos os resultados de um mapeamento sistemático do uso do método de suporte à decisão “Analytical Hierarchy Process” (AHP) em diferentes abordagens relacionadas ao gerenciamento de uma instituição educacional. O método de pesquisa foi um tipo de revisão de literatura conhecida como mapeamento sistemático, que difere de uma revisão sistemática basicamente pela ausência de uma pergunta de pesquisa para orientar a revisão. A idéia desse mapeamento sistemático é identificar e entender “como” e “para quê” o AHP foi aplicado no contexto da gestão da educação. A busca foi realizada no Google Scholar, ERIC, Elsevier e Scielo, com as seguintes expressões de pesquisa: (i) “Processo de Hierarquia Analítica” e “Gerenciamento da Educação”; (ii) “Processo de Hierarquia Analítica” e “Gestão em Educação”; (iii) “Processo de Hierarquia Analítica” e “Administração em Educação”; (iv) “Processo de Hierarquia Analítica” e “Política de Educação”; (v) “Processo de Hierarquia Analítica” e “Gestão em Educação”; e (vi) “Processo de Hierarquia Analítica” e “Aprendizado”. Inicialmente, o objetivo era um panorama completo da AHP em Educação; no entanto, após a fase de seleção e inclusão de artigos, ficou claro que era necessária uma segmentação da pesquisa em relação ao nível educacional e à gestão educacional. Portanto, apesar do sucesso a longo prazo do AHP em várias aplicações, foi possível identificar neste artigo que a maior parte do trabalho sobre o uso do AHP na gestão educacional visa identificar fatores que podem melhorar a qualidade e a eficiência das instituições de ensino.

**Descritores:** Administração em Educação, Processo de Hierarquia Analítica (AHP), Gestão Educacional e Política Educacional.

#### **1. Introdução**

No sistema educacional, a tomada de decisão mais eficiente tornou-se indispensável, dados os muitos problemas complexos observados em vários campos de atividade [A1]. De acordo com essa afirmação, gestores educacionais, professores, instrutores e tutores devem se posicionar de maneira compatível com as questões complexas para a tomada de decisões no caso específico. Dado o contexto, algumas técnicas de tomada de decisão são indispensáveis para evitar tais situações, e o método

Analytic Hierarchy Process (AHP) é utilizado para esse fim, com ampla aplicação, simples e produzindo resultados confiáveis [A2, A3].

Na década de 1970, Thomas Saaty, matemático e professor, criou o Processo de Hierarquia Analítica na Universidade de Pittsburgh, Pensilvânia. Os princípios subjacentes ao método são baseados em matemática e psicologia [A3]. O AHP tem a função de verificar os critérios e as interações nas relações entre eles. O objetivo deste processo é examinar indicadores derivados, a fim de identificar a resposta mais compatível com a medição de desempenho [A4].

A tomada de decisão é entendida por Saaty [A4] como um processo mental cognitivo, resultando na seleção da ação mais apropriada com base em critérios tangíveis e intangíveis. Assim, o uso do AHP ocorre inicialmente com a decomposição do problema em uma hierarquia de subproblemas para melhor compreensão, e cada um deve ser verificado independentemente para posterior tomada de decisão.

O presente trabalho é um mapeamento sistemático, que difere de uma revisão sistemática basicamente pela ausência de uma pergunta de pesquisa para orientar a revisão. Portanto, esse mapeamento sistemático visa identificar e entender o propósito e como o AHP será aplicado no contexto da Gestão Educacional.

A estrutura do IMRAD [A5] foi selecionada para organizar a elaboração deste artigo, sendo organizadas da seguinte forma: introdução, metodologia, resultados e discussão. Para os autores, a adoção dessa estrutura facilita o armazenamento e a recuperação de informações em bancos de dados internacionais pelos mecanismos de pesquisa para fins de pesquisa, como revisões sistemáticas e metanálises.

## **2. Metodologia**

O presente trabalho baseia-se em uma revisão sistemática da literatura científica, com o objetivo de indicar os artigos referentes ao uso do método AHP na educação, propondo compreender a importância e a finalidade do uso do AHP nesse contexto. A pesquisa foi desenvolvida respeitando a seguinte ordem: (1) escolha do tema e elaboração dos objetivos; (2) indicação de descritores, termos de pesquisa, bancos de dados a serem pesquisados e pesquisados; designar critérios de inclusão (3) e exclusão (4) para a seleção dos estudos que integrariam o mapeamento; (5) coleta de dados de estudos selecionados; (6) agrupamento e apresentação de dados; e (7) análise dos resultados.

Os trabalhos científicos foram selecionados utilizando os seguintes bancos de dados: ScienceDirect - Elsevier [6], ERIC [A7] e IEEE [A8]. O mecanismo de busca do

Google Scholar [A9] também foi utilizado para o desenvolvimento do estudo. Os termos de pesquisa empregados foram os seguintes: "Processo de Hierarquia Analítica" E "Gerenciamento da Educação"; "Processo de hierarquia analítica" AND "Gestão em educação"; "Processo de Hierarquia Analítica" E "Administração em Educação"; "Processo de hierarquia analítica" E "Política educacional"; e "Processo de hierarquia analítica" E "Aprendizado". Os artigos adequados para inclusão e os critérios tiveram seus títulos e resumos lidos, e aqueles que concordaram com os objetivos deste trabalho foram lidos na íntegra.

Logo após a leitura completa dos estudos selecionados, foram excluídos os considerados irrelevantes para o presente estudo e os demais foram selecionados para o mapeamento. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: estudos escritos em português e inglês; estudos relevantes para o tema proposto; publicado em periódicos após 2011. Os critérios de exclusão adotados foram: versões reduzidas de artigos duplicados; artigos incompletos; artigos não acessíveis por periódicos "CAPES"; e aqueles que não estavam diretamente relacionados ao tema da pesquisa. Com um total de 21.632 artigos, apenas 82 deles atenderam a todos os critérios de inclusão. A Tabela I apresenta a lista de artigos por banco de dados, destacando os estudos identificados e incluídos.

Tabela 1 - Estudos obtidos em cada passo do Mapeamento Sistemático

| Database       | Identified studies | Selected studies | Included studies |
|----------------|--------------------|------------------|------------------|
| Elsevier       | 4.964 articles     | 943              | 12               |
| Eric           | 60 articles        | 26               | 6                |
| IEEE           | 108 articles       | 43               | 15               |
| Google Scholar | 16.500 articles    | 886              | 49               |

Após a leitura dos 82 estudos selecionados, com a extração dos dados, foi necessário agrupar os estudos, para melhor compreensão do uso do AHP na educação. Os artigos foram agrupados de acordo com o nível educacional em que foram aplicados, considerando as informações mapeadas neste trabalho como possivelmente úteis ao Ministério da Educação do Brasil [A10], especificamente para: Secretaria de Educação Básica [A11] - Ensino Fundamental e Médio ; Secretário de Educação Superior [A12] - grupo de Educação Superior; e Secretário Executivo [A13] - grupo de outros pedidos de educação. Para o segundo grupo, Gestão da Educação, apenas 10 estudos foram selecionados [A14] a [A23].

### 3. Resultados

A partir da análise dos 10 estudos, identificamos como o AHP foi utilizado na gestão educacional, desde a seleção dos alunos, alocação de recursos até avaliação do ensino, destacando os fatores que influenciam a tomada de decisão, a fim de propor modelos que contribuam para maior qualidade e eficiência nas instituições de ensino.

- [A14] a Universidade de Ciência e Tecnologia da China, em 2016, realizou um estudo em Hong Kong, utilizando processo analítico hierárquico (AHP), multicritérios de decisão (MCDM) e processo analítico de rede (ANP). Neste estudo, propôs-se uma abordagem, considerando a correspondência da personalidade para facilitar a seleção de orientadores mais adequados aos alunos. Tal pesquisa supera a deficiência dos estudos já existentes porque estes somente se referem a critérios objetivos e não enfatizam a correspondência subjetiva da personalidade. Em segundo lugar, obtiveram-se diferentes percepções dos usuários, por meio de perguntas em um sistema online. Destaca-se que as diferentes preferências foram utilizadas por algoritmos projetados para consignar tais dados. Em terceiro lugar, apresenta-se a recomendação aluno-supervisor. O objetivo do estudo foi definir um quadro de análise de pesquisa (RAF), com base no perfil dos pesquisadores, em um site de pesquisa de rede social chamado Scholar Mate, sendo composta por três dimensões: relevância, conectividade e qualidade.

- [A15] em 2014, a Universidade de Ciência e Tecnologia do Irã desenvolveu uma pesquisa no Teerã, aplicando o método de ponderação (AHP). O presente trabalho recomendou uma avaliação na gestão do conhecimento, sendo este um fator importante para um aumento no desempenho das Organizações. Os resultados da pesquisa mostraram que a cultura organizacional tem importância maior do que a estrutura organizacional na gestão do conhecimento nas universidades. O objetivo do estudo foi classificar e ponderar os facilitadores de gerenciamento de conhecimento em Instituições educacionais, com base na opinião de membros acadêmicos, funcionários e estudantes em Escolas de gestão da província de Qom.

- [A16] a Universidade de Educação, em Taiwan, em 2013, produziu uma pesquisa com o objetivo de desenvolver um método de avaliação, o AHP de Classificação direta (DR-AHP) para ampliar a aplicabilidade do AHP tradicional, com o fim de ponderar e avaliar a criatividade em ciência e tecnologia dos estudantes. Para atender tal proposta, o estudo construiu um conjunto de critérios com dados coletados de professores e alunos. Os resultados do estudo destacam como o AHP e o DR-AHP são capazes de ajudar a criar

critérios de avaliação e/ou avaliar a criatividade na produção dos estudantes; também mostraram a superioridade do DR-AHP em objetividade e eficiência em relação ao uso do AHP tradicional.

- [A17] em 2013, a Universidade de Feng Chia, em Taiwan, implementou uma pesquisa para avaliar o desempenho com base nos Métodos Processo Analítico Difuso (AHP) e Avaliação Abrangente Difusa. Primeiro, determinou-se o sistema de índice de desempenho do ensino e, em seguida, o fator e o subfator. Os pesos foram calculados pelo Método Difuso do AHP e, como resultado, facilitou o consenso dos decisores e a redução de incertezas para a tomada de decisão. Após, a Avaliação Abrangente Difusa foi empregada para avaliar o desempenho do ensino. Este estudo também utilizou uma aplicação de caso, a fim de ilustrar a estrutura proposta. O objetivo do estudo é que o artigo sirva de ferramenta para os gestores de Instituições educacionais para melhorar a qualidade do desempenho do ensino.

- [A18] a Universidade Norte-Chiangmai, em 2014, realizou uma pesquisa na Tailândia, utilizando Processo Analítico Hierárquico Difuso (FAHP), com a utilização de múltiplos critérios, como fim de determinar prioridade entre os critérios, sendo 9 critérios principais e 44 subcritérios. O objetivo do estudo é a tomada de decisão de qualidade nas Instituições de ensino superior. O resultado demonstrou que a apuração foi a mesma, comparando os escores de prioridade de cada critério entre os métodos AHP e FAHP.

- [A19] apresentou um trabalho desenvolvido na Haerbin Engineering University, em 2011, que expõe o conceito de eficiência de equipamentos de educação e analisa os fatores de influência por meio de quatro aspectos: sua própria condição, regras de operação, tarefas realizadas e operador. O modelo de avaliação de fatores de eficiência de equipamentos de educação é construído e seu peso de índice quantitativo é dado com base no AHP (analytic hierarchy process). Este artigo apresenta problemas aos quais devemos prestar atenção na avaliação, e fornece algumas medidas para evitar a influência da subjetividade no peso do índice de desenho. Está provado pelo exemplo que o processo de hierarquia analítica é adequado ressoáveis na avaliação de fatores de efetividade de equipamentos de educação. Este artigo estabelece um modelo de avaliação da eficiência dos equipamentos de educação baseado no AHP. Este método pode tirar conclusões quantitativas do índice, que obtêm a comparação entre os elementos, mas mostram cada função e posição do índice de acordo com o peso na eficiência dos equipamentos de educação.

- [A20] apresenta um estudo desenvolvido na Griffith University, Austrália, em 2016, onde foi aplicado um questionário entre professoras especializadas na capital da Arábia Saudita, Riad. Os dados foram analisados usando o Analytical Hierarchy Process (AHP). Os resultados deste estudo revelaram 13 qualidades de professores efetivos da Arábia Saudita: Cuidar; Justiça e Respeito; Interação com os alunos; Entusiasmo e Motivação; Dedicção ao Ensino; Prática reflexiva; Gerenciamento de sala de aula; Organização de sala de aula; Disciplinar Alunos; Alocação de tempo; Expectativas dos professores; Planejamento para Instrucional; e, estratégias instrucionais. Os dados coletados foram analisados em duas etapas. A primeira fase foi o AHP, que forneceu uma lista ordenada das qualidades dos professores eficazes e a fase dois foi a implementação da análise da regra do princípio de Pareto na lista de classificação fornecida, que determinou os fatores de qualidade mais eficazes que contribuíram para melhorar o professor.

- [A21] destaca que avaliar a eficiência de universidades e melhorar a qualidade destas são metas importantes. Este artigo abordou a incorporação de uma hierarquia em camadas na estrutura da DEA e propôs o modelo conjunto MLDEA. Este novo modelo utilizou a estrutura hierárquica de indicadores para medir as eficiências dos departamentos acadêmicos com base nas atividades de ensino e pesquisa. Também para obter pesos realistas e aceitáveis, foi imposto restrições de peso a cada categoria de cada camada na estrutura hierárquica dos indicadores do departamento acadêmico e apresentou-se o modelo híbrido AHP-AR-Joint MLDEA. Além disso, para examinar o modelo recomendado, este modelo foi aplicado para avaliar o desempenho dos departamentos acadêmicos da Universidade Shahid Bahonar de Kerman em 2014. Utilizando os 6 indicadores hierárquicos como a entrada do modelo e os 18 resultados finais em camadas como o resultado baseado em suas atividades de ensino e pesquisa, foi feito o cálculo da melhor pontuação de eficiência para os 30 departamentos acadêmicos e analisou-se os pesos atribuídos a cada um deles. Os resultados de cada modelo foram comparados com o modelo CCR de uma camada, modelo Joint DEA e modelo MLDEA, por fim, a análise indicou a eficácia do modelo AHP-AR-Joint MLDEA em termos de poder de discriminação, atribuição de peso e possibilidade de implementar este modelo na avaliação da função de atividades que possuem muitos indicadores juntamente com a estrutura hierárquica.

- [A22] apresenta um trabalho na The University of Edinburgh, em 2016, onde destaca que a capacidade de prever o curso universitário que um aluno pode selecionar

umenta a precisão na alocação de recursos, incluindo currículo e apoio à aprendizagem e serviços de aconselhamento de carreira. Neste artigo, propôs-se uma abordagem para extrair as preferências dos estudantes disponíveis nos sistemas institucionais de informação dos estudantes. As preferências extraídas foram analisadas usando o AHP, para prever a seleção do curso do aluno. A abordagem baseada em AHP foi validada em um conjunto de dados coletados em um programa de graduação em uma universidade canadense. Os resultados demonstram que a precisão das previsões do curso estudantil foi alta e equivalente ao de abordagens de mineração de dados anteriores usando dados totalmente identificáveis. As descobertas sugerem que a média de notas dos alunos em relação às notas dos cursos que estão considerando para matrícula foi o mais importante fator na determinação da escolha do futuro curso. Este trabalho buscou enfatizar a importância de técnicas alternativas de modelagem preditiva em vez das abordagens mais tradicionais de mineração de dados. Considerando a legislação de privacidade e ética, que garantem o anonimato do estudante, o artigo destaca a capacidade de desenvolver um tal modelo preditivo, incluindo dados não identificáveis, o que não seria possível utilizando técnicas de mineração de dados.

- [A23] apresenta uma pesquisa desenvolvida na Universidade de Ciência e Tecnologia do Norte da China, em 2016, sobre o sistema de educação para inovação e empreendedorismo, através da construção do sistema de indexação de inovação e educação empreendedora para estudantes universitários. Com o apoio do processo de hierarquia analítica e teoria dos cinzas, foi estudada a avaliação quantitativa da inovação e educação para o empreendedorismo de estudantes universitários. Com base na conotação de inovação e educação para o empreendedorismo, este artigo construiu o sistema de avaliação de inovação dos estudantes universitários e educação empreendedora, que inclui os indicadores: educação para inovação e empreendedorismo.

#### **4. Discussão**

Apresentando os estudos selecionados neste mapeamento sistemático, 10 artigos científicos foram selecionados para inclusão neste artigo, com o objetivo de propor o uso do AHP para gestão educacional para tomada de decisão, considerando múltiplos critérios como uma ferramenta capaz de resolver problemas complexos de decisão.

No Brasil, o Ministério da Educação [10] está organizado em secretarias: a Secretaria de Educação Básica [11]; Secretaria de Educação Superior [12]; e Secretaria

Executiva [13]. Este trabalho deve ser útil ao Secretário da Secretaria Executiva [13], com ênfase na gestão educacional.

Nesse contexto, os formuladores de políticas podem verificar se o AHP fornece um método que permite a verificação de critérios para medir o desempenho, enquanto a tomada de decisão é um processo de análise que resulta na seleção mais apropriada para a ação. Assim, as autoridades educacionais podem oferecer um melhor apoio aos alunos e professores, a fim de estabelecer um sistema inteligente de gestão escolar.

Considerando a análise dos 10 estudos, identificamos como o AHP foi utilizado na gestão educacional, desde a seleção do aluno, alocação de recursos até a avaliação do professor, destacando os fatores que influenciam a tomada de decisão para propor modelos que contribuam para maior qualidade e eficiência nas instituições de ensino. Além disso, alguns estudos propuseram o uso de um modelo híbrido, combinando o AHP com outras técnicas de tomada de decisão.

## Referências

- [1] SOUZA, Â. R. "As relações entre os resultados da avaliação e os modelos de gestão escolar." *InterMeio: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação-UFMS*, 2016.
- [2] VARGAS, R. V. Utilizando a programação Multicritério (Analytic Hierarchy Process –AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. *PMI Global Congress 2010 – North America. Washington –DC – EUA- 2010.*
- [3] SAATY, T. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. North-Holland. *European Journal of Operational Research* 48, 1990.
- [4] SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. N. York, USA: McGraw-Hill, 1980.
- [5] URM – “Uniform Requirements for Manuscripts”, International Committee of Medical Journals, 2008. [Online] <http://www.icmj.org>
- [6] <https://www.sciencedirect.com>
- [7] <https://eric.ed.gov>
- [8] <https://ieeexplore.ieee.org>
- [9] <https://scholar.google.com>
- [10] <http://portal.mec.gov.br/index.php>
- [11] <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>

- [12] <http://portal.mec.gov.br/sesu-secretaria-de-educacao-superior>
- [13] <http://portal.mec.gov.br/secretaria-executiva>
- [14] ZHANG M.; SUN, J.; MA, J.; WU, T.; LIU, Z. A Personality Matching-aided Approach for Supervisor Recommendation research-in-progress, 49th Hawaii International Conference on System Sciences, 2016.
- [15] JANDAGHI, G.; IRANI, H. R.; JANDAGHI, E.; MOUSAVI, Z. S. AND DAVOODAVABI M. Ranking the knowledge management enablers based on University Academic Members, Staff and Students using AHP Method, International Letters of Social and Humanistic Sciences, v. 26, pp 7-13, 2014.
- [16] LU, Y.; LIAN, I.; LIEN, C. The Application of the Analytic Hierarchy Process for Evaluating Creative Products in Science Class and its Modification for Educational Evaluation, International Journal of Science and Mathematics Education, 2013.
- [17] DO Q. H.; CHEN J. An Evaluation of Teaching Performance: The Fuzzy AHP and Comprehensive Evaluation Approach, Wseas Transactions on Information Science and Applications, v. 10, 2013.
- [18] WONGSATHAN, R.; KHAOTHAWIRAT, A.; KHUANKAEW, W. The Prioritization for Higher Education Institutions Performance Criteria with Fuzzy Analytical Hierarchy Process, International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2014.
- [19] XIAODI, W.; XIUYAN, P. Application of Analytic Hierarchy Process in Evaluating Education Equipment Efficiency Factors, IEEE, 2011.
- [20] ALQAHTANI, N.; KANASA, H.; GARRICK, B. AND GROOTENBOER, P. Saudi Teachers' Perceptions of the Qualities of Effective Teachers, Australian Journal of Sustainable Business and Society, v. 2, n. 1, 2016.
- [21] PAKZAD, A.; NADERI, A. Presenting an Analytic Hierarchy Process- Assurance Region- Joint Multiple Layer Data Envelopment Analysis Model for Evaluating the Performance of an Educational System: A Case Study, International Journal of Research in Industrial Engineering, v. 3, n.4, pp 21-40, 2014.
- [22] OGNJANOVIC, I.; GASEVIC, D.; DAWSON, S. Using Institutional Data to Predict Student Course Selections in Higher Education, The Internet and Higher Education, 2016.
- [23] JING, L.; LI, J.; ZHANG, X.; LI, M. Research on the Innovation and Entrepreneurship of College Students' Education Evaluation based on Analytic Hierarchy Process, International Journal of Hybrid Information Technology, v.9, pp. 291-300, n.1, 2016.

## APÊNDICE 4

### **Um Sistema Internacional de Acreditação para Profissionais de Saúde Baseado em Blockchain**

Patrick Letouze Moreira, Jose Itamar M. de Souza Junior, Gentil Veloso Barbosa, Denise Sampaio de Araújo.

#### **RESUMO**

Para os profissionais de saúde, as sociedades profissionais e seus processos de credenciamento são necessários para o desenvolvimento de suas carreiras. A importância não se restringe a atestar competências e habilidades; pode até atestar que um determinado profissional é legalmente capaz e autorizado a realizar um procedimento complexo específico, como o transplante renal. Por esse motivo, propomos um cenário para exemplificar e elucidar o problema, ou seja, consideremos que um grupo de sociedades nacionais de biologia e medicina de transplantes decide criar um Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde. Nesse caso, o sistema seria uma instituição descentralizada composta por várias organizações. Além disso, o credenciamento é sobre confiabilidade. A combinação de descentralização com confiabilidade sugere o uso da tecnologia blockchain. Consequentemente, este trabalho propõe o uso de conceitos de blockchain, design de serviços na área da saúde e credenciamento de profissionais de saúde como fundamentos para a proposição de um sistema internacional de acreditação para profissionais de saúde. Ao mesmo tempo, este trabalho pode ser entendido como uma estratégia para modelar, projetar e desenvolver sistemas de saúde baseados na tecnologia blockchain.

**Descritores** - acreditação, blockchain, serviço de saúde, sociedade profissional, design de serviços

#### **1. Introdução**

Toda e qualquer sociedade profissional possui seu próprio processo de afiliação e seu próprio processo de credenciamento. Sua importância no serviço de saúde é bem demonstrada por Casanova em seu artigo de 2009 intitulado "Acreditação cirúrgica no transplante de fígado" [1]. Ele nos diz que o primeiro transplante de fígado foi realizado na Espanha há 35 anos; e que em 2009, 25 grupos realizaram mais de 1000 atividades de

transplante. Casanova argumentou que, apesar de um número tão significativo, é necessário iniciar o credenciamento de programas e cirurgiões. Ele explica que, na assistência médica, a definição de competência profissional é a capacidade de integrar e aplicar os conhecimentos, habilidades e atitudes associadas às melhores práticas de sua profissão. Portanto, o processo pelo qual um profissional atinge ou satisfaz um nível de competência e qualidade é denominada acreditação, enquanto certificação é o reconhecimento de uma instituição em que um indivíduo foi credenciado.

Em 2007, a Seção de Cirurgia da “Union Europeane” des Medecins Specialistes” (UEMS) [2] e o Conselho Europeu de Cirurgia (EBS) [3] criaram a Divisão de Transplantes [4] para garantir o melhor padrão de atendimento em transplante de órgãos na Europa. Isso seria conseguido ao garantir que o treinamento em cirurgia de transplante fosse mantido no mais alto nível; conseqüentemente, a divisão opera em estreita colaboração com a Sociedade Europeia de Transplante de Órgãos (ESOT) [5]. Em particular, a certificação pode ser obtida em módulos, como recuperação de múltiplos órgãos, transplante de rim, transplante de pâncreas e transplante de fígado; e o Diploma do European Board of Surgery Qualification (Transplantation) é concedido com a aprovação de duas partes, a primeira elegibilidade e a segunda, o exame [6].

Se considerarmos que a globalização diminuiu as fronteiras da prática profissional e que a União Européia promoveu a integração entre seus membros, incluindo atividades trabalhistas e profissionais, um Sistema Internacional de Credenciamento (SAI) para profissionais da saúde ampliaria o leque de operações. e validação de acreditação e certificação em serviço de saúde, apoiando o objetivo principal da Divisão de Transplante e da ESOT. Esse sistema não deve se restringir às sociedades de transplante; pode ser usado para incluir progressivamente outros campos da medicina e da saúde [7].

Por exemplo, vamos considerar o seguinte cenário: um grupo de sociedades profissionais em biologia e medicina de transplantes decide criar um Sistema Internacional de Credenciamento (SAI). Uma possibilidade seria considerar as sociedades afiliadas à revista "Transplantation Proceedings" [8]. Essa escolha é consequência de uma experiência anterior com este periódico, daí o motivo de conhecer o caso e suas possibilidades [9]. Para ilustrar quanto um SAI promovido pela UEMS, EBS, ESOT e as sociedades mencionadas anteriormente afiliada à revista “Transplantation Proceedings” pode expandir o escopo geográfico de acreditação e certificação, mencionamos aqui as seguintes sociedades: Sociedade Americana de Transplante Reconstutivo, Sociedade Asiática de Transplantes, Sociedade Andaluz de Transplantes, Sociedade Andaluz de

Transplantes, Sociedade Brasileira de Transplantes, Sociedade Belga de Transplantes, Catalão Sociedade de Transplante, Sociedade Chilena de Transplante, Sociedade Helênica de Transplantação, Sociedade Húngara de Transplante, Sociedade Internacional de Alotransplante de Tecidos e Compostos, Sociedade Internacional de Transplante de Pâncreas e Ilhotas, Associação Internacional de Transplante de Pâncreas e Ilhotas, Sociedade Internacional de Doação e Aquisição de Órgãos, Sociedade Internacional de Pequenas Transplante de intestino, Sociedade Italiana de Transplantes, Fórum da Sociedade de Transplantes do Japão / Coréia, Sociedade de Transplantes da América Latina e Caribe, Sociedade do Oriente Médio para Transplante de Órgãos, Sociedade Polonesa de Transplantes, Sociedade Portuguesa de Transplantes, Sociedade Portuguesa de Transplantes, Transplante Escandinavo Sociedade Espanhola de Transplante, Sociedade Espanhola de Transplante de Fígado, Associação de Coordenação Turca de Centros de Transplante e Sociedade de Transplante Turco-ish [8].

Nosso estudo de caso é a proposta de um Sistema Internacional de Credenciamento (IAS), para um grupo de sociedades profissionais em biologia e medicina de transplantes. É um exemplo de organização autônoma descentralizada, possivelmente uma organização sem fins lucrativos, e até onde sabemos, essa seria uma nova área de aplicação para blockchain. Além disso, o IAS seria um sistema da web com uma estrutura de rede social que pretende fornecer um serviço a profissionais e pacientes de saúde [7].

Portanto, este artigo começa com a seção Introdução, onde é apresentada a relevância do credenciamento para profissionais de saúde, o que motiva o desenvolvimento de um Sistema Internacional de Credenciamento, que é um sistema web estruturado em uma rede social baseada em blockchain. Em seguida, apresentamos uma subseção sobre trabalhos relacionados, seguida por uma subseção na qual explicamos o funcionamento básico do SAI. Na segunda seção, temos a parte metodológica deste trabalho, onde mostramos os conceitos, estratégias e tecnologias propostas em nosso trabalho, ou seja, a proposição de como desenvolver o SAI. Depois disso, os resultados de nossa proposição são mostrados em uma seção específica, e a discussão deste trabalho é realizada na última seção [7].

## **2. Trabalho Relacionado**

Iniciamos a avaliação do problema com uma pesquisa na internet, para a qual utilizamos a expressão “rede de credenciamento” com o Google (01/06/2018). A pesquisa resultou em sistemas de acreditação centralizados. O resultado mais interessante em nosso

ponto de vista foi a “Rede Européia de Credenciamento” (EAN) [10], porque, até onde sabemos, é a única plataforma de Tecnologia da Informação (TI) relacionada ao problema como “credenciamento”. rede”. Segundo eles, são uma rede de organização profissional para fornecer credenciamento para atividades educacionais na Europa. Eles visam melhorar a qualidade das atividades de Desenvolvimento Profissional Contínuo (DPC) na Europa, fornecendo um controle externo de qualidade. Ou seja, a EAN afirma ser “um sistema de credenciamento por profissionais para profissionais”, apoiado por uma plataforma de TI, o portal EAN, que “fornece credenciamento para atividades educacionais para profissionais de saúde” [10].

A EAN foi criada pela Qualeetys sprl, uma start-up que pretende fornecer uma visão estratégica sobre CPD na Europa. A EAN afirma ter iniciado em novembro de 2014, mas formalmente lançada em novembro de 2015. Eles afirmam que, no início de 2016, começaram a credenciar atividades educacionais para enfermeiros especializados. Além disso, a Qualeetys sprl declara que desenvolveu o procedimento e os critérios de acreditação em estreita cooperação com seus parceiros. Basicamente, a Qualeetys sprl é uma empresa que pretende centralizar o credenciamento da educação em saúde na Europa [7].

Nesse sentido, a Qualeetys assinou um acordo de cooperação com a ESNO, Organização Europeia de Enfermeiros Especializados [11], para iniciar o credenciamento de atividades educacionais para enfermeiros especializados na Europa. A Qualeetys está buscando outras organizações profissionais europeias que desejam ingressar na EAN e credenciar atividades educacionais para outras profissões. A EAN é essencialmente européia e interprofissional. Ela visa ser a organização guarda-chuva para o credenciamento europeu de atividades educacionais e afirmam que a EAN foi projetada para ser flexível, compatível com o sistema existente e adaptável às novas atividades de DPC.

A princípio, a EAN parece semelhante ao problema proposto, mas não é uma rede de sociedades profissionais, está centralizada, está focada no credenciamento de provedores de educação em saúde. Isso significa que o Sistema Internacional de Credenciamento possui um concorrente centralizado, com fins lucrativos, que pretende prestar um serviço de credenciamento em saúde educacional. Portanto, a principal diferença entre eles é que o primeiro é uma organização autônoma descentralizada sem fins lucrativos, enquanto o segundo é uma empresa centralizada com fins lucrativos. Portanto, o IAS não interferindo nos assuntos da sociedade, forneceria a um sistema web

os benefícios do blockchain e uma estrutura de rede social, o que é uma grande diferença, ou seja, o IAS fornece descentralização com confiabilidade [7].

Em seguida, realizamos outra pesquisa com o Google, mas desta vez com a consulta "acreditação de várias sociedades" (01/06/2018). Ele retornou "Sem resultados" e mostrou os resultados para credenciar várias sociedades (sem aspas). Analogamente, o mesmo aconteceu com a pesquisa "acreditação de várias sociedades" [7].

### **3. Sistema Internacional de Credenciamento**

O primeiro objetivo do Sistema Internacional de Acreditação (IAS) proposto para profissionais de saúde, como o nome indica claramente, é fornecer uma plataforma baseada na Web para apoiar o processo de credenciamento e certificação. Isso satisfaz a parte do sistema de acreditação, mas a parte internacional sugere que, é um sistema que fornece um serviço em todo o mundo [7].

Anteriormente, na Introdução, mencionamos que “a globalização tornou as fronteiras mais finas para a prática profissional”, a parte internacional do sistema está relacionada a essa afirmação. Entendemos que um coletivo de sociedades profissionais em assistência médica usa a mesma plataforma baseada na Web para conceder credenciamento e manter todos os processos independentes para cada sociedade é um sistema novo e desejável, tanto quanto sabemos, em outras palavras, uma organização autônoma descentralizada baseada na Web. Isso é profundamente diferente do EAN, já que o Qualeetys sprl, como mencionado na Subseção A da Seção I, “declara que desenvolveu o procedimento e os critérios de credenciamento em estreita cooperação com seus parceiros”, o que não garante a independência de processos, nem autonomia. Portanto, acreditamos que o SAI deve ser um sistema e uma organização sem fins lucrativos criada e gerenciada por esse coletivo de sociedades profissionais [7].

Propomos apoiar essa organização autônoma descentralizada com um sistema baseado na Web usando a tecnologia blockchain. Além disso, naturalmente fornece confiabilidade e outras qualidades herdadas da estrutura da blockchain, Subseção-A da Seção II. Basicamente, o SIA funcionaria da seguinte maneira [7]:

- 1) Uma nova sociedade profissional solicitaria fazer parte do IAS: com sua aceitação, essa sociedade definiria seus processos de credenciamento e certificação dentro do sistema.

2) Todos os membros desta nova sociedade seriam membros do IAS: um membro pode estar associado a qualquer número de sociedades, profissionais e instituições podem ser membros.

a) As instituições podem solicitar certificação e conceder credibilidade a membros profissionais.

b) O profissional pode solicitar o credenciamento.

Novas perspectivas podem vir do Sistema Internacional de Credenciamento para profissionais de saúde com base na tecnologia blockchain. Além de compartilhar processos de acreditação, as sociedades poderiam compartilhar conhecimento. O SAI poderia ser uma rede social / profissional. Os pacientes podem ter acesso ao histórico de acreditação dos profissionais de saúde e ao histórico de certificações das instituições. Uma acreditação pessoal entre colegas poderia ser implementada, ou seja, os profissionais de saúde poderiam credenciar interações profissionais da prática clínica. Na verdade, o credenciamento pode ocorrer entre todos os elementos da rede, o que parece interessante como referência para pacientes, profissionais e instituições, para selecionar profissionais e instituições de saúde. No entanto, é necessária uma avaliação mais aprofundada dessas possibilidades e deve ser realizada pelo coletivo das sociedades [7].

#### **4. Metodologia**

Nesta seção, começamos com uma breve explicação e algumas observações sobre blockchain. Em seguida, apresentamos o Design do sistema de serviços de saúde usado neste trabalho. Em seguida, apresentamos a estratégia de desenvolvimento do sistema sugerida para gerar o IAS - o “Gerenciamento Interdisciplinar de Projetos de Pesquisa em Aquisição Evolutiva” [12], e finalizamos a parte da metodologia deste trabalho apresentando o sistema web RGM, que ser o sistema / rede social que poderia ser a base para o desenvolvimento do SAI, por meio de uma estratégia evolutiva de aquisição.

##### **A. Blockchain**

Blockchain é uma tecnologia emergente útil para redes ponto a ponto (P2P). Está em um estágio de busca de aplicativos em potencial, desde suas origens em criptomoedas [13] até sistemas de saúde, como registros pessoais de saúde [14].

Uma possível aplicação da tecnologia blockchain são os sistemas de serviço, pois facilita a cocriação de valor, garantindo a disponibilidade de informações e oferecendo

mecanismos de coordenação. Além disso, o estabelecimento de um ambiente para interações confiáveis e a formação de uma rede descentralizada podem ser aspectos importantes de um sistema de serviço e são o núcleo da tecnologia Blockchain [15].

No entanto, os sistemas de serviço devem considerar a qualidade do serviço. Para esse fim, os processos independentes de acreditação profissional podem oferecer suporte à qualidade e ao padrão dos serviços oferecidos, o que, para os clientes, significa confiabilidade associada ao provedor de serviços. Particularmente, um foco na qualidade intrínseca pode fechar a lacuna entre o design de serviços e os padrões [16]. Portanto, a combinação de tecnologia blockchain e sistema de serviço deve considerar a qualidade do serviço.

Um blockchain é essencialmente um banco de dados distribuído de registros, ou razão pública, de todas as transações ou eventos digitais que foram executados e compartilhados entre as partes participantes. Cada transação no livro público é verificada por consenso da maioria dos participantes no sistema. Uma vez inseridas, as informações nunca podem ser apagadas. O blockchain contém um registro certo e verificável de cada transação já feita. Em outras palavras, os cinco princípios básicos do blockchain explicados por Iansiti e Lakhani em [17] são:

1) Banco de dados distribuído: cada parte em uma blockchain tem acesso a todo o banco de dados e seu histórico completo. Nenhuma parte controla os dados ou as informações. Todas as partes podem verificar os registros de seus parceiros de transação diretamente, sem um intermediário.

2) Transmissão ponto a ponto: a comunicação ocorre diretamente entre pares e não através de um nó central. Cada nó armazena e encaminha informações para todos os outros nós.

3) Transparência com pseudônimo: toda transação e seu valor associado são visíveis para qualquer pessoa com acesso ao sistema. Cada nó, ou usuário, em uma blockchain possui um endereço alfanumérico exclusivo de mais de 30 caracteres que o identifica. Os usuários podem optar por permanecer anônimos ou fornecer prova de sua identidade a outras pessoas. As transações ocorrem entre endereços de blockchain.

4) Irreversibilidade dos registros: uma vez que uma transação é inserida no banco de dados e as contas são atualizadas, os registros não podem ser alterados porque estão vinculados a todos os registros de transações que vieram antes deles.

5) Lógica computacional: as transações de blockchain podem ser vinculadas à lógica computacional e, em essência, programadas.

Para fins de implementação [7], vale mencionar algumas plataformas de blockchain, como: Ethereum, Hyperledger (dente de serra, tecido, Indy, Burrow e Iroha), Multichain, Hy-drachain, Open Chain, IBM Bluemix Blockchain, Chain, IOTA, BitcoinJ, Web3j. Além disso, algumas orientações para a implementação são úteis. Para esse fim, sugerimos três maneiras de como desenvolver um aplicativo blockchain:

1) Os 8 passos em [18]:

- a) Identifique o problema e a meta.
- b) Identifique o mecanismo de consenso mais adequado.
- c) Identifique a plataforma mais adequada.
- d) Projete a arquitetura.
- e) Configurando o aplicativo.
- f) Construindo as APIs.
- g) Projete a interface do administrador e do usuário.
- h) Dimensionar o POC e identificar problemas.

2) sugestão da IBM em [19]:

a) Construa uma rede blockchain:

- (i) Instale o Network De-pendências: cryptogen, configtxgen, configtxlator, ponto;
- (ii) Configurar a rede: Gere os artefatos da rede; e inicie a rede.

b) Crie contratos inteligentes de blockchain:

- (i) Instale e instale o código de código;
- (ii) Consultar e chamar o código de código;
- (iii) Exibir transações e logs de códigos de código.

3) Os 5 passos em [20]:

- a) Clone o repositório e instale dependências.
- b) Execute a CLI do Ganache.
- c) Compilar o contrato.
- d) Implantar o contrato.
- e) Interaja com o contrato.

## **B. Projeto do Sistema de Serviços de Saúde**

Wang et al. em [21], sobre os novos desafios para o design de serviços sistêmicos, observou que: os designers de serviços devem reconhecer as especificações dos clientes-alvo, que incluem conveniência, pontualidade e outros recursos perceptíveis, e ajustar seus projetos de forma correspondente para maximizar esses atributos.

Uma estratégia centrada no usuário é primordial, o que significa um design ajustável para cada sociedade membro. Por isso, somos inspirados pelo design do sistema de serviços em [22]: “Sistemas de serviços de saúde centrados no paciente: medicina baseada em evidências como requisito arquiteturalmente significativo” ou EBM-Ready-HSS. É baseado no IRPM e é uma estratégia que sistematiza o design de Sistemas de Serviços de Saúde, com foco na engenharia de software Figura 1, que é uma característica desejável para aplicativos de blockchain. É uma abordagem de Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) centrada no usuário e um design de serviço sistemático que considera as diretrizes e recomendações de Medicina Baseada em Evidências como requisitos significativos de arquitetura no design de Sistemas de Serviços de Saúde, que dariam foco à qualidade da evidência e força da recomendação.

A consideração das diretrizes ou recomendações médicas / de saúde é apropriada para a acreditação dos profissionais de saúde. Em seguida, devemos identificar um conjunto mínimo de diretrizes e recomendações como atributos essenciais na análise de requisitos para configurar os processos de acreditação e certificação de cada sociedade profissional. Normalmente, essas diretrizes ou recomendações não são funcionais, portanto, são requisitos significativos da arquitetura, ou seja, “os requisitos que desempenham um papel crucial na determinação do software dos sistemas corporativos”. Portanto, a estrutura da blockchain com o contrato inteligente estabelece uma estrutura comum para cada processo de acreditação e certificação, cada sociedade precisa apenas solicitar ao conselho de administração do IAS que os configure no sistema [7].

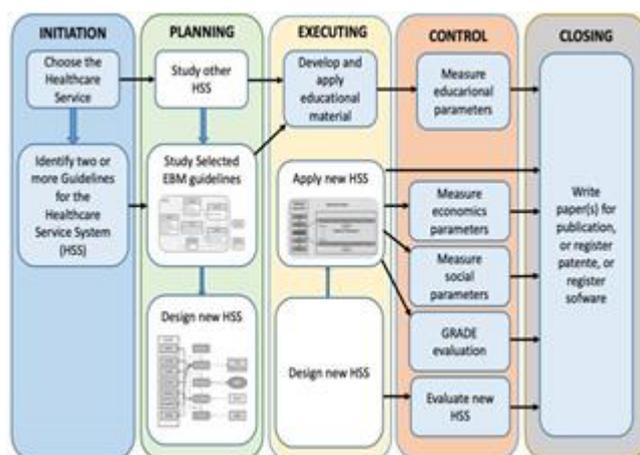


Fig. 1. EBM-Ready-HSS, adaptado de [22].

### C. Gerenciamento Interdisciplinar de Projetos de Pesquisa em Aquisição Evolutiva

Para o desenvolvimento do Sistema Internacional de Acreditação, sugerimos o uso do "Gerenciamento Interdisciplinar de Projetos de Pesquisa em Aquisição Evolutiva" (EA-IRPM) [12], que é uma combinação do IRPM [23] com a estratégia "Aquisição Evolucionária" [24].

No IRPM, começamos escolhendo um problema, no estágio Iniciação, o estágio azul na Figura 2. O problema é como desenvolver o serviço baseado em blockchain IAS. Para abordar o problema de maneira interdisciplinar, escolhemos três campos: desenvolvimento de sistemas blockchain, design de serviços e credenciamento de profissionais de saúde. É discutível a necessidade de uma abordagem interdisciplinar, no entanto, aplicativos novos para a tecnologia blockchain são potencialmente interdisciplinares e os serviços de saúde provavelmente são, conseqüentemente, uma abordagem interdisciplinar pode ser uma vantagem [7].

Então começamos a etapa de planejamento, a etapa verde na Figura 2. No nosso caso, estudamos o verdadeiro problema com o uso da internet. Analisamos sites sobre tecnologias relacionadas ao IAS, blockchain e documentos científicos. O objetivo é gerar um novo fundamento ou metodologia. Especificamente, o objetivo é propor uma estratégia conceitual para apoiar o desenvolvimento de novos serviços baseados em blockchain. Como aplicação prática, optamos pela criação de um Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de saúde. Vale ressaltar que, se formos bem-sucedidos no estágio de Planejamento, desenvolveremos uma nova metodologia [7].

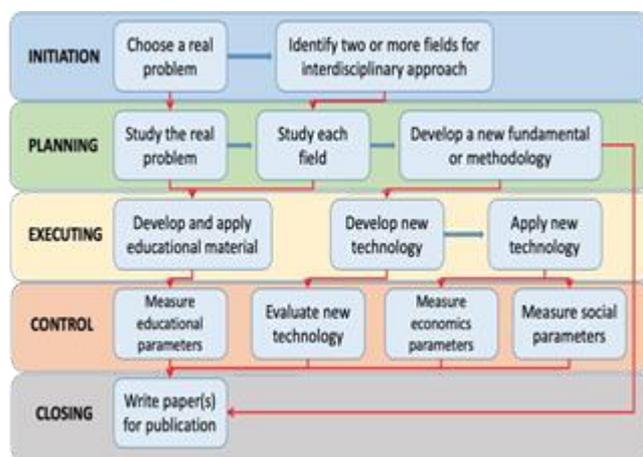


Fig. 2. Gerenciamento interdisciplinar de projetos de pesquisa, adaptado de [23].

Depois de desenvolver um novo fundamento ou metodologia, iniciamos o estágio Executing, o estágio amarelo na Figura 2. Aqui, para uma aula de Aprendizagem Baseada em Problemas, um material educacional pode ser preparado. Paralelamente, uma nova tecnologia pode ser desenvolvida e usada. No nosso caso, o desenvolvimento do aplicativo blockchain para o sistema internacional de acreditação para profissionais de saúde faria parte do estágio Executing, então seu uso na vida real seria a última parte do estágio Executing, e isso não depende de nós. O estágio controle existe, o estágio laranja na Figura 2, se no estágio Planejamento foram estabelecidos controles e, em seguida, parâmetros educacionais, tecnológicos, econômicos e sociais podem ter sido definidos e podem estar disponíveis para medição. Portanto, de acordo com os resultados, os trabalhos podem ser escritos, e esse é o estágio de fechamento, o estágio cinza na Figura 2 [7].

A Aquisição Evolutiva (EA) começa com a análise de requisitos, que é a definição dos requisitos "gerais" para o sistema e os requisitos "específicos" para o núcleo, e então geramos um conceito de operações, Figura 3. Projetamos a partir de uma análise de requisitos de feedback do usuário, oportunidades tecnológicas e avaliação de ameaças, uma arquitetura preliminar do sistema, para então desenvolvermos o primeiro núcleo do sistema. Assim, novas definições e desenvolvimentos com testes operacionais podem resultar em uma nova versão do núcleo. A experiência e o uso levam a novos aprimoramentos e atualizações de requisitos, o que pode induzir um novo núcleo [7].

A incorporação do EA no IRPM resultante no EA-IRPM é mostrada na Figura 4 e RA significa Análise de Requisitos. No estágio de Planejamento, particularmente na tentativa de desenvolver um novo fundamento ou metodologia, inserimos o RA Inicial é a análise de requisitos gerais do sistema e específica de seu núcleo, seguida pela elaboração do conceito de operações para projetar o sistema preliminar. arquitetura. Se disponível, o RA Contínuo deve ser considerado, trata-se de feedback do usuário, oportunidades tecnológicas e ameaças em evolução [7].

O estágio de execução é sobre o desenvolvimento de uma nova tecnologia e para colocá-la em operação. O estágio de controle é sobre refinar e atualizar requisitos, ou seja, juntamente com a RA Contínua, a avaliação dos parâmetros: tecnológico, social e econômico [7].

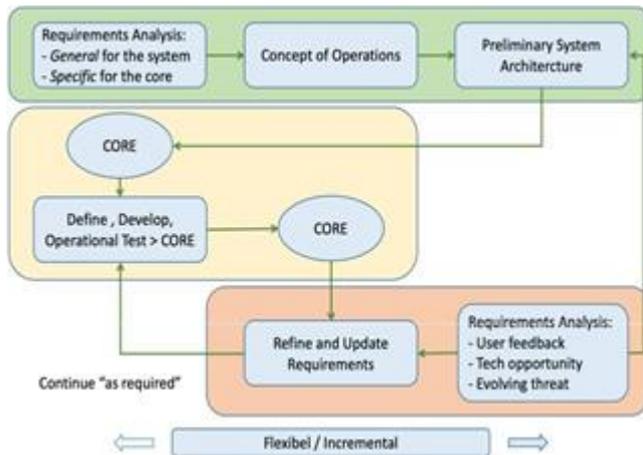


Fig. 3. Aquisição evolutiva, adaptada de [24].

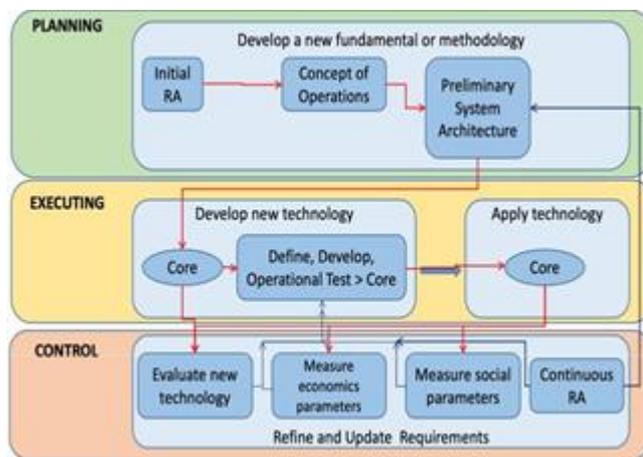


Fig. 4. EA-IRPM, adaptado de [12].

#### D. O Sistema da Web RGM

A importância das diretrizes em medicina é bem estabelecida, e geralmente elas são estabelecidas por sociedades / associações profissionais de medicina / saúde. Além disso, as Diretrizes para Relato em Medicina podem evitar pesquisas mal relatadas, o que pode induzir má interpretação e práticas clínicas inadequadas [25]. Por isso, Letouze et al. in [25] desenvolveu um sistema chamado RGM Reporting Guidelines in Medicine, uma estratégia que é um sistema web. É um sistema web para a criação, desenvolvimento e gerenciamento de diretrizes em saúde. Este software foi recentemente patentado como um sistema para gerenciar normas e diretrizes [26].

A versão patenteada do RGM possui uma estrutura hierárquica de rede social. Permite que os membros sejam profissionais e instituições. Ele fornece funções de gerenciamento de projetos com medições, para gerar e desenvolver diretrizes. A interação entre os desenvolvedores das diretrizes é registrada e os documentos são gravados, o modo como as diretrizes são desenvolvidas é registrado no sistema, permitindo rastrear seu histórico. Como o sistema permite que a definição dos parâmetros de medição seja mostrada graficamente, é possível avaliar o desenvolvimento de diretrizes [7].

## **5. Resultados**

De acordo com o EA-IRPM, subseção C da Seção II, Figura 4, esta seção começa com o resultado da etapa de planejamento em termos gerais para a arquitetura do sistema preliminar, ou seja, a análise de requisitos gerais. Depois disso, a Análise de Requisitos Específicos é apresentada, aqui o foco está na tecnologia blockchain baseada em outros sistemas blockchain [14], [27], em que o mapeamento de elementos equivalentes mostra a possível reutilização desses sistemas. Em seguida, esta seção termina com a proposição do sistema web RGM como a base natural para desenvolver a solução blockchain para o IAS [7].

### **A. Análise de Requisitos Gerais**

O SAI deve ser composto por sociedades e profissionais, mas também composto por divisões dentro das sociedades, conforme explicado por Casanova em [1]. As divisões são responsáveis pelo processo de credenciamento, definindo as regras para certificação, como critérios de elegibilidade e exame. No que diz respeito aos elementos de rede e suas conexões, as sociedades não precisam estar conectadas a todas as sociedades. Profissionais podem estar conectados a mais de uma sociedade, mas a pelo menos uma. Uma divisão pertence a uma sociedade.

Agora, temos alguns novos conceitos que podem ou não ser aplicados: um profissional pode estar conectado a outro profissional e as divisões podem estar conectadas a outras divisões e sociedades. Isso significa que os profissionais podem credenciar outros profissionais, ou seja, digamos que dois profissionais tenham trabalhado juntos, então eles podem registrar isso e isso funcionaria como um credenciamento pessoal. Apenas avançando um pouco, dois profissionais só seriam capazes de realizar uma transação se os dois concordassem com isso, e isso funcionaria

como uma aprovação recíproca entre profissionais ou como um credenciamento pessoal. As divisões podem trabalhar juntas para o credenciamento combinado [7].

Portanto, após uma breve análise, podemos considerar os seguintes elementos como RA geral do SAI [7]:

- 1) Organização autônoma descentralizada.
- 2) Confiabilidade.
- 3) Elementos da rede: sociedades, divisões e profissionais.
- 4) Possibilidade de credenciamento entre qualquer nó da rede.

O quarto elemento revela que as sociedades, divisões e profissionais podem realizar credenciações entre si. Essa propriedade pode ser muito interessante e requer uma análise mais completa [7].

## B. Análise de Requisitos Específicos

No nosso caso [7], por razões de simplificação, consideremos apenas o cenário de credenciamento explicado por Casanova em [1] Então, o RA específico para o núcleo do sistema é a própria tecnologia blockchain. Em outras palavras, um mapeamento entre aplicativos ou serviços, conforme apresentado na Tabela I, é o RA Específico:

Table I  
Mapping Between Bitcoin and IAS.

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| Bitcoin     | International Accreditation System |
| Spender     | Professionals and Divisions        |
| Wallet      | Accreditation Log                  |
| Miner       | Professional society               |
| Transaction | Transaction                        |
| Block       | Accreditation data                 |

Os registros pessoais de saúde, como apresentados em [27], podem usar blockchain para registrar dados com uma chave privada que concede acesso apenas a determinados indivíduos. Além disso, o blockchain armazenaria recibos de cirurgia que seriam enviados automaticamente aos provedores de seguros como prova de entrega. A gestão geral da saúde seria possível com a razão.

Roehrs et al. em [14] nomearam sua solução OmniPHR e seu modelo é baseado nas seguintes tecnologias: Blockchain, Overlay de roteamento, padrão openEHR, Chord algorithm e sistema Public-Subscribe. Seu modelo propõe um PHR hierárquico criptografado e distribuído em blockchains. Em seu modelo, temos pacientes, profissionais de saúde, hospitais (clínicas ou postos de primeiros socorros). Portanto, na

Tabela II, temos o mapeamento entre OmniPHR e IAS e, devido à semelhança, podemos considerar o modelo OmniPHR, após mapear, o conceito de operação do IAS.

Table II  
Mapping Between OmniphR and IAS.

| OmniPHR          | International Accreditation System |
|------------------|------------------------------------|
| Patients         | Professionals                      |
| Professionals    | Divisions                          |
| PHR              | Accreditation Log                  |
| Hospital         | Professional society               |
| Message          | Transaction                        |
| Data block       | Data block                         |
| Health record    | Accreditation record               |
| Nodes publishers | Professional societies             |

Ainda assim, como resultado da similaridade, após o mapeamento, a Arquitetura Preliminar do Sistema IAS seria a mesma proposta por Roehrs et al. em [14], por seu modelo OmniPURE.

### C. Criando o IAS no sistema da web RGM

O sistema web RGM possui uma estrutura hierárquica de rede social, contemplando instituições, profissionais e pacientes desejados. Portanto, ele pode fornecer uma arquitetura completa centrada no usuário com as funções gerais de um sistema da Web, que satisfaz os Requisitos Gerais do IAS, fornecendo recursos e possibilidades adicionais [7].

Resumidamente, o RGM foi implementado com ferramentas e softwares gratuitos, herdados de [28], como: arquitetura de software (MVC), linguagem de programação (JavaServer Faces), suíte de componentes (Prime Faces), servidor de aplicativos (Glassfish), IDE (Netbeans), mapeamento relacional de objetos (Hibernate), estrutura de aplicação (Spring: Security Framework 3), ferramenta de automação de construção (Maven), filtro de reescrita de URL (Pretty Faces), frontend (HTML5) e banco de dados (PostgreSQL).

No entanto, a razão pela qual o RGM é uma base natural para o IAS é que ele é um sistema para apoiar a geração e desenvolvimento de diretrizes médicas e de saúde e diretrizes de relatórios. Ou seja, é um sistema projetado para auxiliar as sociedades (ou associações) de médicos e profissionais de saúde no desenvolvimento de suas diretrizes, resolvendo os problemas apresentados por Moher et al. em [29] sobre relatar diretrizes em medicina, que são claramente aplicáveis a diretrizes clínicas. Além disso, a RGM implementou em si a estratégia EA-IRPM [25], que é adequada para integrar a tecnologia

blockchain com contratos inteligentes, para fornecer flexibilidade e configurabilidade aos processos de credenciamento das sociedades.

## **6. Discussão**

O Sistema Internacional de Credenciamento (IAS) para profissionais de saúde pretende fornecer um serviço da Web para sociedades médicas e de saúde no que diz respeito aos processos de credenciamento e certificação. Particularmente, para fins motivacionais, nosso estudo de caso é um IAS para um grupo de sociedades profissionais em biologia e medicina de transplantação, com a sugestão da criação de uma organização autônoma descentralizada, possivelmente uma organização sem fins lucrativos que hospedaria e gerenciaria o IAS. O IAS teria uma estrutura de rede social com a tecnologia blockchain, o que garantiria descentralização, autonomia e confiabilidade [7].

Nosso principal resultado é a proposição do SAI para os profissionais de saúde até o estágio de planejamento do IRPM e a arquitetura de sistemas preliminares do EA [12], [22], [23], [25], com base em requisitos gerais e específicos apresentado na Seção III. Os Requisitos Gerais podem ser implementados de maneira direta usando outro sistema chamado RGM [25], [26], e os Requisitos Específicos podem usar como modelos, duas outras aplicações de blockchain na área da saúde [14], [27].

Se considerarmos que o credenciamento depende de diretrizes médicas ou de saúde, o RGM é um candidato natural a ser usado como base para o desenvolvimento do SAI para profissionais de saúde. O RGM foi desenvolvido para apoiar a geração, desenvolvimento e gerenciamento de tais diretrizes e, em sua implementação, levou em consideração o design dos Sistemas de Serviços de Saúde (HSS) com Medicina Baseada em Evidências (EBM), ou seja, um EBS Pronto para EBM [22]. O EBM-Ready-HSS considera a medicina baseada em evidências e as diretrizes médicas como requisitos arquiteturalmente significativos. Como consequência, pode ser uma abordagem adequada para um estudo ou desenvolvimento mais profundo do SAI, como um trabalho futuro.

A adoção da tecnologia blockchain pode evocar algumas preocupações. Se considerarmos os perigos da adoção de criptomoedas, alguns problemas podem ser preocupantes. Para promover o debate, apresentamos alguns possíveis abusos de Bitcoins expostos em [30] e os comentamos com relação ao IAS:

- 1) O atraso técnico do tempo de fraqueza na confirmação, não é um problema para um SAI.
- 2) A possibilidade de gastos duplos não faz sentido para um SAI.

3) Os organizadores humanos de grupos de desonestidade que tomam fatias injustas de ações também não fazem sentido em um IAS.

4) Trocas incorretas de gerenciamento humano on-line pelo cenário derivado do trabalho de Casanova em [1], as sociedades são responsáveis pelas trocas e sua verificação, o que deve reduzir esse problema.

A implementação completa do IAS para profissionais de saúde com base em blockchain para várias sociedades exige um debate entre essas sociedades para garantir um sistema autônomo descentralizado e, desejavelmente, a criação de uma organização sem fins lucrativos que hospeda o IAS. Acreditamos que essa nova organização promoveria o compartilhamento de conhecimento sem esforço e, com o tempo, a interação dentro do sistema não apenas disseminaria o conhecimento, mas também induziria a padronização das melhores práticas e o aprimoramento das diretrizes clínicas médicas e de saúde, espalhando-o mundo e, com ele, promovendo a melhoria da saúde pública em geral [7].

## Referências

[1] D. CASANOVA, “Surgical Accreditation in Liver Transplantation”, Trans-plantation Proceedings, vol. 41, no.3, April 2009, pp. 998-1000.

[2] <https://www.uems.eu/> [Accessed in]: 02/02/2019.

[3] <https://www.uemssurg.org/> [Accessed in]: 02/02/2019.

[4] <https://www.uemssurg.org/divisions/transplantation> [Accessed in]: 02/02/2019.

[5] <https://www.esot.org/> [Accessed in]: 02/02/2019.

[6] <https://www.uemssurg.org/divisions/transplantation/transplant-surgery> [Accessed in]: 02/02/2019.

[7] P. LETOUZE, J. I. M. DE SOUZA JUNIOR, GENTIL VELOSO BARBOSA AND DENISE SAMPAIO DE ARAUJO, “An International Accreditation System for Healthcare Professionals Based on Blockchain”, International Journal of Information and Education Technology (IJJET), April 2019.

[8] <https://www.journals.elsevier.com/transplantation-proceedings> [Accessed in]: 06/15/2018.

[9] P. LETOUZE, AND M. M. TEIXEIRA, “Project-Based Transplant Management as a Research Statistical Support”, Transplantation Proceedings, vol. 41, no. 3, April 2009, pp. 852-854.

- [10] <https://www.ean-portal.eu/webean/service/public/home> [Accessed in]: 06/15/2018.
- [11] <http://http://www.esno.org/> [Accessed in]: 02/02/2019.
- [12] P. LETOUZE, “Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management”, International Proceedings of Economics Development and Research, vol. 30, 2012, pp. 231235.
- [13] S. NAKAMOTO, “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, 2009. Archived from the original on 20 March 2014. Retrieved 14 June 2018. <https://web.archive.org/web/20140320135003/https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [14] A. ROEHRS, C. A. DA COSTA, AND R. R. RIGHI, “OmniPHR: A distributed architecture model to integrate personal health records”, Journal of Biomedical Informatics, vol. 71, 2017, pp. 70-81. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2017.05.012>.
- [15] S. SEEBACHER, AND R. SCHRITZ, “Blockchain Technology as an Enabler of Service Systems: A Structured Literature Review”. In: Za S., Drgoicea M., Cavallari M. (eds) Exploring Services Science. IESS 2017. Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 279. Springer, Cham, pp. 12-23. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56925-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56925-3_2).
- [16] R. H. WALKER, AND L. W. JOHNSON, “Signaling intrinsic service quality and value via accreditation and certification”, Managing Service Quality: An International Journal, vol. 19, no. 1, 2009, pp. 85-105. <https://doi.org/10.1108/09604520910926827>.
- [17] M. IANSITI, AND K. R. LAKHANI, “The Truth about Blockchain”, Harvard Business Review, Harvard, USA, 2017, pp. 3-11.
- [18] <https://www.newgenapps.com/blog/8-steps-how-to-start-blockchain-development-dapp> [Accessed in: 06/15/2018].
- [19] <https://developer.ibm.com/code/patterns/build-your-first-blockchain-application/> [Accessed in: 06/15/2018].
- [20] <https://itnext.io/build-your-first-blockchain-application-in-5-quick-steps-89ebb96adbfe> [Accessed in: 06/15/2018].
- [21] S. WANG, L. LI, AND J. D. JONES, “Systemic thinking on services science, management and engineering: applications and challenges in services systems research”, Systems Journal, IEEE, vol. 8, no. 3, 2014, pp. 803820.
- [22] P. LETOUZE, V. M. DA SILVA AND J. I. M. DE SOUZA JUNIOR, “Patient-Centric Healthcare Service Systems: Evidence-Based Medicine as Architecturally Significant Requirement,” 2016 IEEE/ACM International Workshop on Software Engineering in Healthcare Systems (SEHS), Austin, TX, 2016, pp. 26-32. <https://doi.org/10.1109/SEHS.2016.013>.
- [23] P. LETOUZE. “Interdisciplinary Research Project Management”, International Proceedings of Economics Development and Research, 2011, 14:338342.

- [24] Systems Engineering Fundamentals, Supplement 2-B Evolutionary Acquisition Considerations, The Defense Acquisition University Press, Fort Belvoir, Virginia, Jan 2001.
- [25] LETOUZE, PATRICK, J. I. M. DE SOUZA JUNIOR, VALERIA MARTINS SILVA, GLAUBOS CLIMACO, F. B. CHAGAS, AND JOAO Y. ISHIHARA. "Applying the MVC EA-IRPM to Reporting-Guidelines in Medicine: a strategy that is a web system." In Biomedical & Health Informatics (BHI), 2017 IEEE EMBS International Conference on, pp. 97-100. IEEE, 2017.
- [26] P. LETOUZE, J. I. M. DE SOUZA JUNIOR, V. M. DA SILVA, Sistema de Gerencia de Normas e Diretrizes. BR512018052224-6. Institute National of Proprietary Industrial. Retrieved from: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/ProgramaServletController?Action=NextRegister&CodPedido=24831>.
- [27] <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/> [Accessed in]: 06/15/2018.
- [28] LETOUZE, PATRICK, J. I. M. DE SOUZA JUNIOR, AND VALERIA MARTINS DA SILVA. "Generating software engineers by developing web systems: a project-based learning case study." In Software Engineering Education and Training (CSEET), 2016 IEEE 29th International Conference on, pp. 194-203. IEEE, 2016.
- [29] D. MOHER, L. WEEKS, M. OCAMPO, D. SEELY, M. SAMPSON, D. G. ALTMAN, K. F. SCHULZ, D. MILLER, I. SIMERA, J. GRIMSHAW, AND OTHERS, Describing reporting guidelines for health research: a systematic review, Journal of Clinical Epidemiology, vol. 64, no. 7, pp. 718742, 2011.
- [30] <https://www.lifewire.com/what-are-bitcoins-2483146> [Accessed in]: 06/15/2018.
- [31] URM "Uniform Requirements for Manuscripts", International Committee of Medical Journals, 2008. [Online] <http://www.icmj.org>.
- [32] M. CROSBY, NACHIAPPAN, P. PATTANAYAK, S. VERMA, V. KALYANARA-MAN, "Blockchain Technology: beyond bitcoin", Air Innovation Review, Berkeley, USA, no.2, 2016, pp.5-19.
- [33] K. HELDMAN, PMP - Project Management Professional, Exam Study Guide, Sybex, 2009.
- [34] J. R. SAVERY, "Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions", The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning. 2006, vol. 1, no. 1, pp. 9-20.
- [35] N. NIU, L. DA XU, J.-R. C. CHENG, AND Z. NIU, "Analysis of architecturally significant requirements for enterprise systems", Systems Journal, IEEE, vol. 8, no. 3, 2014, pp. 850857.