



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS DE QUIXADÁ**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**PEDRO GABRIEL RODRIGUES LUNA TEMOTEO**

**UM PANORAMA DO CONHECIMENTO EM BLOCKCHAIN**  
**POR DISCENTES DESENVOLVEDORES**

**QUIXADÁ**

**2022**

PEDRO GABRIEL RODRIGUES LUNA TEMOTEO

UM PANORAMA DO CONHECIMENTO EM BLOCKCHAIN  
POR DISCENTES DESENVOLVEDORES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Sistemas de Informação do Campus de Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho

QUIXADÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

T278p Temoteo, Pedro Gabriel Rodrigues Luna.

Um panorama do conhecimento em blockchain por discentes desenvolvedores / Pedro Gabriel Rodrigues Luna Temoteo. – 2022.

55 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Sistemas de Informação, Quixadá, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho.

1. Blockchain (Base de Dados). 2. Conhecimento. 3. Alunos. I. Título.

CDD 005

---

PEDRO GABRIEL RODRIGUES LUNA TEMOTEO

UM PANORAMA DO CONHECIMENTO EM BLOCKCHAIN  
POR DISCENTES DESENVOLVEDORES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Sistemas de Informação do Campus de Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação.

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

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Emanuel Ferreira Coutinho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Jeferson Kenedy Morais Vieira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo de Tarso Guerra Oliveira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A minha família, por nunca terem medido esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo o meu período escolar.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos. Aos meus pais, por todo o apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho. A minha companheira, que sempre estiveram ao meu lado, pelo apoio carinho demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho. Ao meu orientador, que conduziu o trabalho com paciência e dedicação, sempre disponível a compartilhar todo o seu vasto conhecimento. É por fim, a meus amigos e todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

"A persistência é o caminho do êxito."

(Charles Chaplin )

## RESUMO

Com o emergente crescimento da tecnologia de Blockchain nos últimos anos, cada vez mais, é possível identificar suas relação com diversas áreas da sociedade, devido a sua característica de confiabilidade nas transações de dados. Entre estas áreas a da Educação vem ganhando seu destaque, desenvolvendo pesquisas e tecnologias de dentro das universidades. Diversos programas e projetos, relacionando instituições de ensino e tecnologia estão sendo desenvolvidas. Entretanto, a área da Educação não só pode ser um ambiente focado em desenvolvimento e pesquisa externa, deve ser também um ambiente de aprendizado e desenvolvimento por parte dos discentes, formando, profissionais qualificados, para esta nova área do mercado. Neste contexto, a pesquisa realizada neste trabalho visa através da aplicação de um questionário, analisar o que os discentes conhecem sobre a tecnologia de Blockchain, criando um perfil destes discentes e apontando possíveis melhorias na capacitação na tecnologia.

**Palavras-chave:** blockchain(base de dados); conhecimento; alunos.

## **ABSTRACT**

With the emerging growth of Blockchain technology in recent years, it is increasingly possible to identify its relationship with different areas of society, due to its characteristic of reliability in data transactions. Among these areas, Education has been gaining prominence, developing research and technologies from within universities. Several programs and projects, linking educational institutions and technology are being developed. However, the Education area can not only be an environment focused on development and external research, it should also be a learning and development environment for the students, forming qualified professionals for this new area of the market. In this context, the research carried out in this work aims, through the application of a questionnaire, to analyze what students know about Blockchain technology, creating a profile of these students and pointing out possible improvements in technology training.

**Keywords:** blockchain(databases); knowledge; students.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Estrutura básica . . . . .   | 16 |
| Figura 2 – Estrutura Cliente-servidor x P2P . . . . .   | 17 |
| Figura 3 – Recomendações de aplicações relacionadas a Blockchain . . . . .  | 24 |
| Figura 4 – Recomendações de aplicações relacionadas a Blockchain . . . . .  | 25 |
| Figura 5 – Arquitetura de confiança . . . . .   | 27 |
| Figura 6 – Arquitetura da aplicação . . . . .   | 28 |
| Figura 7 – Questões aplicadas . . . . .   | 31 |
| Figura 8 – Aplicações identificadas pela revisão dos artigos . . . . .  | 33 |
| Figura 9 – Diagrama de Fluxo dos Procedimentos Metodológicos. . . . .   | 34 |
| Figura 10 – Qual seu curso? . . . . .   | 38 |
| Figura 11 – Qual o seu semestre? . . . . .  | 39 |
| Figura 12 – Você sabe o que é Blockchain? . . . . .   | 40 |
| Figura 13 – Você já utilizou alguma tecnologia que envolvia Blockchain? Se sim, qual? .   | 40 |
| Figura 14 – Você já desenvolveu alguma aplicação com Blockchain? . . . . .  | 41 |
| Figura 15 – Você acha relevante o desenvolvimento de pesquisas/desenvolvimento de<br>tecnologias relacionadas a Blockchain nas universidades? . . . . . | 42 |
| Figura 16 – Você participaria de um curso, workshop ou mini-curso relacionado a Block-<br>chain? . . . . .  | 42 |
| Figura 17 – Como você julga que Blockchain poderia se relacionar com o seu curso? . .   | 43 |
| Figura 18 – Em que setores da sociedade você julga que a Blockchain poderia ser inserida?   | 44 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos . . . . .                                 | 33 |
| Tabela 2 – Respostas dos participantes do questionário piloto . . . . .            | 37 |
| Tabela 3 – Comparação do nível de conhecimento e estudo sobre Blockchain . . . . . | 46 |

## SUMÁRIO

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| <b>1</b>       | <b>INTRODUÇÃO</b>   | <b>12</b> |
| <b>1.1</b>     | <b>Objetivo</b>   | <b>14</b> |
| <b>1.1.1</b>   | <i>Objetivo Geral</i>   | <b>14</b> |
| <b>1.1.2</b>   | <i>Objetivos Específicos</i>  | <b>14</b> |
| <b>2</b>       | <b>REFERÊNCIAL TEÓRICO</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.1</b>     | <b>Blockchain</b>   | <b>15</b> |
| <b>2.1.1</b>   | <i>Surgimento e História</i>  | <b>15</b> |
| <b>2.1.2</b>   | <i>Estrutura básica</i>   | <b>15</b> |
| <b>2.1.2.1</b> | <i>Estrutura do bloco de informações</i>  | <b>16</b> |
| <b>2.1.3</b>   | <i>Rede peer-to-peer</i>  | <b>16</b> |
| <b>2.1.4</b>   | <i>Fundamentos</i>  | <b>17</b> |
| <b>2.1.5</b>   | <i>Tipos</i>  | <b>20</b> |
| <b>2.1.6</b>   | <i>Mecanismo de consenso</i>  | <b>20</b> |
| <b>2.1.6.1</b> | <i>Proof-of-Work (PoW)</i>  | <b>21</b> |
| <b>2.1.6.2</b> | <i>Proof-of-Stake (PoS)</i>   | <b>21</b> |
| <b>2.1.6.3</b> | <i>Delegate Proof-of-Stake (DPoS)</i>   | <b>21</b> |
| <b>2.1.7</b>   | <i>Hash</i>   | <b>22</b> |
| <b>2.1.8</b>   | <i>Smart Contracts</i>  | <b>22</b> |
| <b>2.2</b>     | <b>Aplicações de Blockchain</b>   | <b>23</b> |
| <b>2.2.1</b>   | <i>Oportunidades, desafios e aplicações</i>   | <b>23</b> |
| <b>2.2.2</b>   | <i>Saúde</i>  | <b>24</b> |
| <b>2.2.3</b>   | <i>IoT</i>  | <b>26</b> |
| <b>2.2.4</b>   | <i>Smart Contracts</i>  | <b>27</b> |
| <b>2.2.5</b>   | <i>Educação</i>   | <b>28</b> |
| <b>3</b>       | <b>TRABALHOS RELACIONADOS</b>   | <b>30</b> |
| <b>3.1</b>     | <b>Strategy of Training Blockchain Talents in Application-oriented Universities: A Case Study</b> | <b>30</b> |
| <b>3.2</b>     | <b>Uma Análise Inicial sobre a Aplicação de Blockchain na Sociedade</b>                           | <b>31</b> |
| <b>3.3</b>     | <b>Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review</b>                            | <b>32</b> |
| <b>3.4</b>     | <b>Análise comparativa</b>  | <b>32</b> |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>4</b>     | <b>METODOLOGIA</b>                              | <b>34</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Planejamento do questionário</b>             | <b>34</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>Aplicação do questionário</b>                | <b>35</b> |
| <b>4.2.1</b> | <i>Questionário piloto</i>                      | <b>35</b> |
| <b>4.2.2</b> | <i>Questionário validado</i>                    | <b>35</b> |
| <b>4.3</b>   | <b>Consolidação dos resultados</b>              | <b>36</b> |
| <b>4.4</b>   | <b>Análise dos dados</b>                        | <b>36</b> |
| <b>5</b>     | <b>RESULTADOS</b>                               | <b>37</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Resultado do Questionário Piloto</b>         | <b>37</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Resultados do Formulário</b>                 | <b>37</b> |
| <b>5.2.1</b> | <i>Questões Demográficas</i>                    | <b>38</b> |
| <b>5.2.2</b> | <i>Questões Técnicas</i>                        | <b>39</b> |
| <b>5.3</b>   | <b>Análises e Discussões</b>                    | <b>44</b> |
| <b>6</b>     | <b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>           | <b>47</b> |
| <b>6.1</b>   | <b>Conclusões Principais</b>                    | <b>47</b> |
| <b>6.2</b>   | <b>Contribuições e Dificuldades da Pesquisa</b> | <b>48</b> |
| <b>6.3</b>   | <b>Trabalhos Futuros</b>                        | <b>48</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b>                              | <b>49</b> |
|              | <b>APÊNDICES</b>                                | <b>52</b> |
|              | <b>APÊNDICE A – TCLE</b>                        | <b>52</b> |
|              | <b>APÊNDICE B – Questionário Piloto</b>         | <b>53</b> |
|              | <b>APÊNDICE C – Questionário Validado</b>       | <b>55</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Decorrente da quarta revolução industrial, a Blockchain é uma tecnologia emergente de armazenamento e acesso de banco de dados de forma descentralizada e distribuída para o registro de informações quaisquer, de forma online e imutável, sem a necessidade de um administrador ou órgão regulamentador, que vem ganhando grande destaque nas últimas décadas. Sua fama se deve principalmente ao mercado financeiro e de pagamento, sendo essas as principais aplicações atuais da tecnologia, através do desenvolvimento e mineração de criptomoedas, entre essas a mais conhecida a Bitcoin (TAPSCOTT; TAPSCOTT, 2018).

Seu alto destaque se deve a sua confiabilidade em suas transações, uma vez que feita, um bloco de informações e criado junto de um registro de dados de armazenamento através de um código hash. O hash é uma função criptográfica, que tem como objetivo principal codificar dados para formar uma cadeia de caracteres exclusiva que serve para garantir a autenticidade dos dados (BIT2ME, 2022), compartilhado em uma rede de computadores.

Em consequência do seu avanço, observou-se que essa tecnologia poderia ser introduzida então em várias áreas da sociedade, entre elas encontram-se: Economia, Mercado, IOT, Governo, Justiça (CARDOSO *et al.*, ), Saúde (MENDONÇA *et al.*, 2021) e Educação (MORAIS; LINS, 2020).

Outra área que recentemente vem ganhando foco em pesquisas científicas são as instituições de ensino superior (CHANDLES, 2018), que não só vem desenvolvendo pesquisas relacionando a tecnologia com outras áreas, mas buscando através da tecnologia resolver problemas das próprias universidades. Como o combate a emissão de diplomas de graduação falsos através da emissão desses diplomas de forma digital (MANCINI, 2020), dando mais acesso à inclusão social, instaurando os históricos escolares na Blockchain, como no caso da Universidade do Norte do Texas Dallas (UNTD), (MANCINI, 2020), facilitando a busca dos históricos escolares, fora a segurança das informações, assim como para implicações do dia-a-dia, além de incentivar o desenvolvimento de aplicações.

Um exemplo desse crescente foco é o *The Center for Blockchain Research* (CBR), o centro da universidade de Stanford foi lançado em junho de 2018, que reuni, professores, alunos, entre outros, para trabalhar nos desafios na área. O CBR tem como principal missão “apoiar o ecossistema próspero, desenvolvendo novas tecnologias necessárias para o avanço do campo” (CHANDLES, 2018), também operando com programas de educação e extensão, o CBR também conta com uma conferência própria, o *Stanford Blockchain Conference*, que apresenta seminários

públicos sobre o tema, além contribuir com pesquisas, cursos, workshops, conferências entre outros.

No Brasil, a Ripple, uma das empresas mais consolidadas na área de Blockchain e criptomoedas, anunciou em 2019 parcerias com 29 universidades ao redor do mundo. Dentre as universidades selecionadas está a universidade brasileira está a USP (Universidade de São Paulo), através do projeto Iniciativa de Pesquisa em Blockchain nas Universidades (UBRI). O objetivo do projeto, assim como a CBR é expandir e inovar o ecossistema de Blockchain e criptomoedas, além de preparar os universitários para o novo mercado, através do desenvolvimento de materiais, pesquisas e conferências (YAMAMOTO, 2019).

A área acadêmica não só vem ganhando grande destaque como também precisa de incentivo para crescer e se equipara a grandes áreas que já estão consolidadas no desenvolvimento dessa tecnologia. Como, por exemplo, o mercado financeiro, assim, tornando-se um pilar para o desenvolvimento contínuo da tecnologia.

Entretanto, a área da educação não só pode crescer no desenvolvendo e auxílio a criação de pesquisas e projetos externos para fora da comunidade acadêmica, ele também precisa se desenvolver internamente, deixando de ser apenas um ambiente focado em pesquisas, mas também de capacitação de discentes para o novo mercado emergente, através de ferramentas de ensino minicursos, workshops ou integrar conceitos e assuntos relacionados ao desenvolvimento no currículo do programa de graduação, mestrado, etc. Com o objetivo de atrair atenção para o tema, o presente trabalho busca investigar os discentes de TI (Tecnologia da informação) incorporados na comunidade acadêmica do campus UFC de Quixadá, sobre o seu conhecimento em relação à tecnologia de Blockchain, e tenta fomentar o incentivo nas universidades. Para chamar a atenção para este tópico, o presente trabalho tem como motivação investigar os discentes desenvolvedores matriculados na academia sobre seus conhecimentos relacionados à tecnologia Blockchain.

Com isso o presente trabalho está dividido nos seguintes capítulos: O Capítulo 1, Introdução apresentado acima, Capítulo 2 referente ao Referencial Teórico, conceitos e temas relevantes, que serão esclarecidos e estão relacionados ao tema, Capítulo 3 Trabalhos Relacionados a esse texto, Capítulo 4, Metodologia deste trabalho e por fim o cronograma de referente às atividades realizadas para a conclusão deste trabalho.

## **1.1 Objetivo**

Nesta seção, serão apresentados, o objetivo geral deste trabalho, assim como os objetivos específicos.

### ***1.1.1 Objetivo Geral***

O objetivo geral desta trabalho é analisar o que a comunidade acadêmica conhece sobre a tecnologia Blockchain.

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

Para atender o objetivo geral, divididos em objetivos menores, esses são os objetivos específicos deste trabalho, considerados como subprodutos:

- Gerar um banco de dados do entendimento de Blockchain pela comunidade acadêmica;
- Esboçar um perfil do nível de conhecimento do discente desenvolvedor de Blockchain do campus;
- Apontar necessidades de capacitação em Blockchain.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste presente capítulo será demonstrado o referencial teórico utilizado para retirar os conceitos e terminologias aplicadas neste trabalho.

### 2.1 Blockchain

#### 2.1.1 *Surgimento e História*

Os primeiros passos da tecnologia de Blockchain se deu em 1979 através de David Chaum, em seu trabalho de um "Sistemas de cofres", Chaum utilizou elementos que estão presentes na atual estrutura de Blockchain que conhecemos (ESCOBAR, 2021). Posteriormente, Stuart Haber e W. Scott Stornetta desenvolveram uma rede de blocos protegidos por criptografia, onde não se podia alterar os registros de data e hora dos documentos (LAMOUNIER, 2018), os dois tiveram essas ideia utilizando os elementos usando o trabalho de Chaum para solucionar um grande escândalo de fraude (ESCOBAR, 2021).

Por consequência dos trabalhos de Chaum, Haber e Stornetta, a tecnologia de Blockchain começou a ganhar destaque através de Satoshi Nakamoto. Pouco se sabe sobre Nakamoto, não se tem conhecimento se ele é uma pessoa ou um grupo, mas seu trabalho desenvolvendo a tecnologia o colocaram como o cérebro por trás da tecnologia que conhecemos hoje, que realizou a primeira aplicação da tecnologia na área de contabilidade digital, por meio da moeda virtual Bitcoin.

Em 2009 Nakamoto disponibilizou para o público um *white paper* documentando informações mais a fundo. Em seu trabalho ele detalha como a tecnologia está totalmente equipada para melhorar a confiança digital, pois o aspecto descentralizado significa que ninguém está no controle de nada (LAMOUNIER, 2018). Após Nakamoto ter utilizado a Blockchain para conceitualizar o Bitcoin, com a evolução da tecnologia através da comunidade de desenvolvedores, outros caminhos surgiram para aplicação da tecnologia além da criptomoeda.

#### 2.1.2 *Estrutura básica*

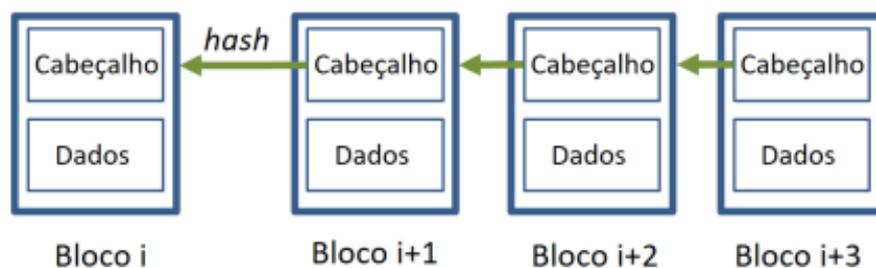
Blockchain consiste basicamente em uma cadeia ordenada e consistente de bloco, similar a um livro razão distribuído. Os tópicos a seguir são uma breve explicação do funcionamento geral da estrutura (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019).

### 2.1.2.1 Estrutura do bloco de informações

Um bloco de informações na Blockchain pode ser dividido, no geral, em duas partes. A primeira é o Cabeçalho possui as informações responsáveis por identificar o bloco. Dentre essas informações está o identificador, que consiste em um valor único e sequencial. Assim, para cada bloco que for inserido na cadeia um novo identificador e será atrelado a ele, assim como o identificador do bloco antecessor. O outro campo é o *TimeStamp*, que armazena as informações de data e hora que o bloco foi criado.

Já a segunda parte refere-se aos metadados que são os conteúdos contidos nos blocos. A Figura 01 demonstra como a estrutura está organizada. Nos metadados armazenadas nos blocos, contém as transações pertencentes aos blocos, podendo ser qualquer tipo de dado ou uma atividade realizada, por exemplo uma aplicação financeira.

Figura 1 – Estrutura básica



Fonte: (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019)

### 2.1.3 Rede peer-to-peer

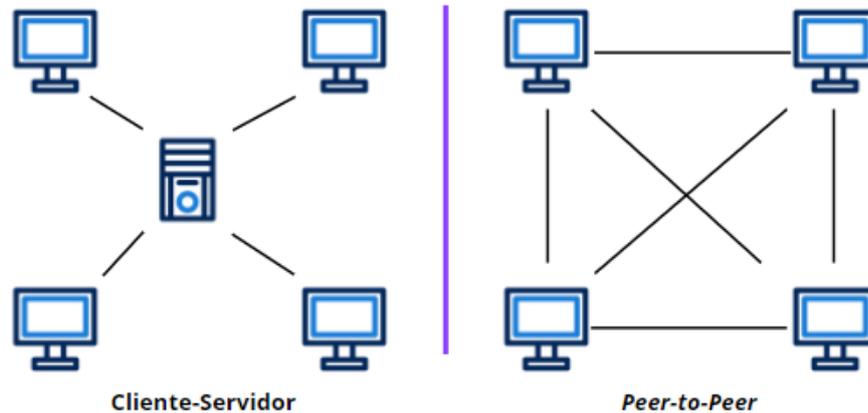
Uma rede *peer-to-peer* ou P2P pode ser descrita como uma rede conectada de computadores onde cada um, chamado de *peer*, pode realizar atividades tanto de cliente como de servidor. Essa rede é uma alternativa a arquitetura cliente-servidor, cujo objetivo principal é aumentar a disponibilidade de recursos e aumentar a largura de banda de *upload* do sistema. A Figura 02, desmostra a diferença estrutural entre as duas.

A estrutura do P2P é dividida em dois pontos. O primeiro é que, assim que um *peer-A* requisitar um arquivo de um *peer-B*, o arquivo requisitado por A estará disponível para que outro *peer* possa requisitá-lo, assim repetindo o processo.

O segundo ponto se relaciona ao primeiro. Quando um arquivo é replicado ele estará disponível para todos os *peers* da rede podendo ser requisitado a qualquer momento. Diferen-

temente da arquitetura cliente-servidor, onde apenas o servidor é responsável por responder as requisições. Já a rede *peer-to-peer* cada *peer* se comporta como um servidor. Assim, quanto mais *peer* tenha uma réplica do arquivo, maior será a largura da banda de *upload*.

Figura 2 – Estrutura Cliente-servidor x P2P



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

#### 2.1.4 Fundamentos

A seguir serão referenciadas as principais características desta tecnologia (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019).

- **Descentralização**

A descentralização da informação na Blockchain refere-se à dispersão da informação, evitando que uma entidade central tenha controle sobre ela. A descentralização deve ser entendida por dois lados. O primeiro é quem detém o poder de realizar alguma ação em uma informação, ou seja se a informação está centralizada em uma pessoa, organização, etc, esta tem o poder de realizar qualquer ação sobre a informação, como por exemplo um banco, onde o dono da conta pode atualizar as informações cadastradas a qualquer momento, através de um gerente. Neste sentido, o banco detém o poder sobre a informação. O segundo é quem possui fisicamente a informação, onde a informação está armazenada somente nos computadores da pessoa, organização ou instituição, neste caso esta possui fisicamente a informação. A Blockchain visa que a informação não seja centralizada em nenhuma das duas perspectivas

- **Disponibilidade**

A disponibilidade da informação está relacionada à descentralização física. No momento

em que a informação se encontra armazenada nos computadores dos participantes da rede, ela se torna disponível para ser acessada independentemente se o participante está no sistema ou não. Ou seja, se 10 computadores compartilham da mesma informação, mesmo que 9 dos 10 participantes estejam ausentes a informação ainda continuará disponível, por outro lado, se a informação estiver centralizada, caso o participante sair da rede, a informação estará indisponível para o acesso.

O conceito usado para fornecer disponibilidade é a replicação de informações, nesse sentido, a mesma informação precisa ser copiada e distribuída em vários computadores. Para realizar essa replicação da informação a Blockchain utiliza a rede peer-to-peer. Além de replicar a informação é necessário que caso haja uma inserção de informação todas as réplicas devem estar sincronizadas para mantiverem a informação atualizada.

- **Privacidade**

A privacidade permite que as operações, chamadas de transações, que ocorrem na rede Blockchain, possam ser realizadas de forma anônima, assim, evitando que terceiros possam identificar quem as realizou. Para que essas transações anônimas ocorram são utilizadas técnicas de criptografia, permitindo que um participante da rede seja identificado apenas através de números. Neste sentido, mesmo que um terceiro tenha acesso a Blockchain, ele apenas irá identificar o número do usuário da rede, mas não saberá quem realmente é a pessoa que fez a transação.

Para a obtenção deste valor, correspondente ao usuário da rede, se dá através de duas formas. A primeira é por meio da autoridade certificadora, que irá validar se quem deseja entrar na rede é uma pessoa ou uma instituição que realmente existe no mundo real. Essa abordagem é feita em Blockchain do tipo privada, através do Hyperledger, onde apenas um pequeno grupo de usuários tem acesso. A segunda é por uma autoridade certificadora que não verifica se a pessoa ou instituição, realmente existe na vida real. Esse tipo de abordagem é comumente utilizada em redes públicas como a Ethereum, onde qualquer pessoa pode ter acesso ao sistema.

- **Integridade**

A integridade na Blockchain é um ponto bastante importante, visto que a informação é distribuída / replicada entre vários computadores, sendo assim é necessário confiar que essa informação é íntegra. Para verificar que a informação não foi alterada, levando em consideração a privacidade, já que em redes públicas não há uma verificação da existência

da pessoa na vida real, a Blockchain utiliza o conceito de cadeia, que permite criar um link de informações. Assim, se caso essa “corrente” de informações seja quebrada por outro usuário da rede, será possível identificar facilmente que houve uma quebra já que o elo das informações estará rompido, ou seja, o link de informações não está mais íntegro.

Na Blockchain cada elo da corrente de informações corresponde a um bloco de informação. Assim que esse bloco é criado, um identificador único é atrelado a ele e todos os outros blocos que já existem ou serão criados. Esse elo e entre blocos é realizado para que um dos blocos contendo o identificador do bloco anterior. As informações inseridas dentro dos blocos serão referentes a operações (transações) realizadas pelo usuário da rede.

- **Imutabilidade**

Na Blockchain a imutabilidade refere-se às informações que são inseridas, seja por transações que estejam vinculadas aos blocos ou ao cabeçalho de blocos, não podem ser alteradas, visto que já foram inseridas.

Para que ocorra uma alteração de informação na Blockchain é necessário criar um novo bloco inserindo a informação alterada. Ou seja, a informação original não será alterada, porém uma nova versão dela estará disponível, permitindo assim haver um histórico da informação.

Por exemplo, imagine que A e B irão realizar uma transação de unidades de ingresso. A envia para B 10 unidades, com isso, uma transação é criada, caso B envie 3 ingressos para A, outra transação será criada. Neste caso, todas as operações realizadas são inseridas na Blockchain, ao invés de ter apenas a informação final de que A teria 3 unidades ou B 7 unidades.

- **Auditabilidade**

A auditabilidade é uma atributo que faz uso de outras características, como, privacidade, integridade entre outras. A auditabilidade permite que um usuário da Blockchain possa verificar, qualquer cadeia que seja, se as informações que estão contidas nela são válidas. Para que isso ocorra, a verificação das informações, é necessário que tanto os blocos de informações quanto as transações sejam válidos.

No caso dos blocos, para validar a veracidade da informação é necessário percorrer todo o elo de informação, passando de bloco em bloco até chegar no primeiro bloco criado. Para o caso das transações é necessário verificar se todas as informações de um usuário da rede apresentam coerência no contexto que está sendo utilizado na Blockchain.

### 2.1.5 Tipos

Existem diferentes categorias de Blockchains. Esta subseção visa conceituar cada um deles mais detalhadamente. As três categorias de Blockchain são: público, privado e permissionado (MINGXIAO *et al.*, 2017) :

**Blockchain público:** Um Blockchain público significa que todos podem acessar. Na área pública, todos podem fazer parte do nó além de poder efetuar novas contribuições, assim obtendo recompensas após o cumprimento das regras. No tipo público não há relação de confiança entre nós, esse é um tipo completamente aberto e descentralizado as transações nunca serão alteradas ou refeitas. Os algoritmos de consenso mais comum para as Blockchain do tipo público são PoW (*proof-of-work*), PoS (*Proof-of-Stake*) e DPOS (*Delegated Proof of Stake*).

**Blockchain privada:** Blockchain do tipo privada significa que o proprietário da Blockchain tem mais autoridade para realizar as informações e os nós restantes terão acesso de leitura limitado. Se comparado com o blockchain público, essa categoria de Blockchain apresenta características de fácil modificação e baixo custo transacional. Os mecanismos de consenso mais comum para a Blockchain do tipo privada são PBFT (*Byzantine Fault Tolerance*) e RAFT, dependendo do tamanho da rede.

**Blockchain Permissionado:** Significa que essas Blockchain consiste em muitas partes e o nó primário é pré-designado pelos participantes. Nesta categoria de rede os participantes não têm confiança entre si, assim cada participante seleciona o seu próprio nó de consenso. Esse tipo de rede é construída para empresas diferentes, por isso o tipo de rede é semi-fechado. O tipo mais comum de mecanismo de consenso para esse tipo de Blockchain é o PBFT.

### 2.1.6 Mecanismo de consenso

O mecanismo de consenso é um algoritmo usado para criar um novo bloco entre nós de forma consensual em um ambiente descentralizado Rede P2P (ALIAGA; HENRIQUES, 2017).

Mecanismos de consenso são uma nova solução ao Problema de Generais Bizantinos (PGB). Esses problemas consistem em um dilema de atingir um consenso entre os usuários chamados de generais. Neste dilema, os generais traidores têm o propósito opostos a generais leais, atrapalhando o processo. A ideia deste mecanismo é que os generais leais atinjam seus objetivos sem serem interrompidos. Nos próximos subtópicos estão listados os tipos de

mecanismos.

#### 2.1.6.1 *Proof-of-Work (PoW)*

O PoW é um mecanismo de consenso no qual um nó busca uma solução para um empecilho matemático, assim poder criar um novo bloco. Esse mecanismo é utilizado na criptomoeda Bitcoin. A ideia por trás dele é encontrar o valor do hash do cabeçalho do bloco, para poder seguir os parâmetros definidos pelo parâmetro de dificuldade. Um ponto positivo de usar esse mecanismo é a sua robustez e estabilidade, que são controladas em partes pelo parâmetro de dificuldade, e assim, mesmo o poder computacional dos nós crescendo rapidamente ele mantém o tempo de criação de blocos constante. Em contrapartida, uma das desvantagens desse mecanismo é que ele requer um alto poder de computação, que como resultado, o poder de computação de mineração está concentrado naqueles que controlam grandes quantidades de hardware capaz de trabalhar em paralelo. Ademais, o alto consumo excessivo de energia elétrica para realizar as minerações.

#### 2.1.6.2 *Proof-of-Stake (PoS)*

O PoS é diferente do PoW. É um mecanismo de consenso em que o sistema faz a escolha do nó minerador, assim esse nó poderá criar um novo bloco. A forma de escolha do nó mais usual é feita através de um sorteio, cuja chance do nó ser sorteado é proporcional à quantidade de moedas que o nó já tenha. O ponto negativo desse mecanismo é que concentração de riqueza, já que quanto mais moedas, maior a chance de ganhar, assim nós cuja concentração de moedas seja alta tem mais chance de criar novos blocos e ganhar mais recompensas, ficando com ainda mais moedas. Em contrapartida, o ponto positivo é que diferente do PoW, esse mecanismo não depende do poder computacional, consequentemente gerando um menor consumo de energia.

#### 2.1.6.3 *Delegate Proof-of-Stake (DPoS)*

O DPoS é um mecanismo de consenso derivado do PoS, mas com a diferença que neste caso, as partes interessadas selecionam seus representantes para gerar e validar blocos. O número de nós verificados é muito menor. Além disso, a criação de bloco é mais rápida se a validação da transação for do mesmo formato.

### 2.1.7 Hash

Hash é um mecanismo utilizado na tecnologia para realizar a compactação de informações. Esse mecanismo permite transformar um texto de tamanho qualquer em outro com tamanho fixo. O mecanismo hash possui diversas implementações que realizam a compactação, entre elas estão, por exemplo, o MD5 e o SHA1 (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019).

O principal objetivo de uma função de hash é garantir a integridade dos dados, portanto, uma boa função de hash tem a propriedade de gerar uma distribuição uniforme e saída aleatória para uma grande quantidade de dados de entrada. A função hash criptográfica é a aplicação da função hash no campo da criptografia segurança da informação. O produto de um hash é chamado hashes. Hashes criptográficos são projetados para tornar a computação inviável. Pode-se descobrir que, dois objetos de dados quando aplicados à função hash produz o mesmo código hash, sem propriedades conflitantes ou um objeto de dados quando aplicado a uma função hash, um código hash predeterminado.

### 2.1.8 Smart Contracts

Apesar de não haver uma definição definitiva sobre o que são Smart Contracts, ele pode ser conceituado uma manifestação digital de um contrato, no sentido de que um acordo é feito entre duas partes, sendo transformando em um código auto executável, ou seja, sem a intervenção de terceiros e automatizada (SCHECHTMAN, 2019).

A tecnologia de Smart Contracts foi teorizada por Nick Szabo, em um artigo publicado em 1994. Através dessa tecnologia é possível atrelar uma transferência de uma quantia a uma verificação de uma condição específica ou modula a transferência de acordo com uma condição, sem a necessidade da ação das duas partes até que seja necessário.

Para realizar essa, auto execução, os Smart Contracts implementados por meio da Blockchain, realizam a validação das transações de modo descentralizado, que só consideram a transação completa após serem inseridas na cadeia de nós, seguindo as regras de consenso de mineração, dependendo de uma rede e não de uma entidade isolada.

## 2.2 Aplicações de Blockchain

### 2.2.1 Oportunidades, desafios e aplicações

De acordo com Chen *et al.* (2018), o Blockchain pode ser adotado em muitas aplicações e campos, incluindo métodos de computação descentralizados à prova de fraude sem uma autoridade confiável. Em seu trabalho, os autores demonstram novas áreas de aplicação de blockchain, incluindo criptomoedas, referentes ao setor financeiro, saúde, publicidade, seguros, proteção de direitos autorais e energia.

Cardoso *et al.* () acredita haver caminhos para a Blockchain além do meio de pagamento. Os autores apresentaram uma revisão com base em diversas contribuições, utilizando o método do ciclo de inovação de Mulgan, dividido em 6 etapas e representam se o processo de inovação ocorre de maneira sustentável. Os autores demonstram inovações atreladas ao processo de inovação social.

A Figura 03 apresenta quatro resultados das áreas de aplicação, com base na literatura de Swan, Mattila e Kim (CARDOSO *et al.*, ). O quadro apresenta também as áreas aplicação e solução que podem ser utilizadas para o processo de inovação.

Monrat *et al.* (2019) realizam um estudo de tecnologias que demonstram aplicações promissoras da tecnologia e delineiam áreas onde a tecnologia blockchain pode ser usada. A Figura 04 apresenta recomendações de vários especialistas em áreas que podem ser abordadas pelo estado atual de desenvolvimento do Blockchain em outros campos.

Os autores ainda realizam uma revisão da literatura apresentando várias propostas de aplicação citando algumas temas: saúde, rastreamento de medicamentos e gerenciamento de dados dos pacientes; Energia, *Microgrids* (conjunto localizado de fontes de energia e cargas integradas e gerenciadas com o objetivo de aumentar a produção e o consumo de energia eficientes e confiabilidades); , aplicada a sistemas que resolvam problemas com interoperabilidade, confiança e transparência e seguros, que pode ser usado para apoiar as transações de mercado.

Os autores também implementam uma série de desafios em seu trabalho, que o Blockchain, como outras tecnologias, enfrentam. Um desses desafios está relacionado ao desempenho e escalabilidade, o crescimento de mensagens enviadas pode se tornar um problema no futuro devido à popularidade da tecnologia, interferindo na escalabilidade relacionada ao número de réplicas na rede, e preocupações com desempenho, por exemplo, de taxa de transferência (transações por segundo) e latência (tempo que leva para adicionar um bloco de transação ao

Figura 3 – Recomendações de aplicações relacionadas a Blockchain

| Referência bibliográfica     | Área                                 | Aplicação  | Soluções apontadas  |
|------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Swan (2015) e Mattila (2016) | Contratos e cartórios                | Contratos; cadastros; certidões e notas fiscais.                                       | Registro e compartilhamento no blockchain de documentos, cadastros, notas fiscais e certidões; validação de contratos; cobrança de notas e duplicatas; registro de patente, marcas e ideias.  |
| Swan (2015) e Mattila (2016) | Economia e mercado                   | Levantamento de capitais; redução do risco e aumento de liquidez e capital disponível. | <i>Crowdfunding</i> via emissão de <i>tokens</i> (levantamento de recursos para iniciativas, projetos e negócios); redução de custo no levantamento de capital para empresas (mitigação de risco em novos negócios); criação de novas moedas e meios de pagamento alternativos. |
| Swan (2015) e Mattila (2016) | Governo e justiça                    | Eleições, inferências estatísticas e demográficas, registro de informações públicas.   | Contagem de votos em eleições, condução dos registros e publicações de processos civis e criminais emissão de documentos; registros médicos, levantamento de informações demográficas (censo); substituição de serviços notariais e cartoriais.                                 |
| Mattila (2016) Kim (2015)    | Negócios e <i>internet of things</i> | Interação entre sistemas diferentes, compartilhamentos de informações.                 | Comunicação outros dispositivos e meios de pagamentos; interação entre diferentes moedas e sistemas de transações.  |

Fonte: (CARDOSO *et al.*, )

Blockchain).

Zheng *et al.* (2018) acrescentam em seu trabalho outros desafios que precisam ser ultrapassados pela tecnologia. Apesar da segurança que a Blockchain pode trazer sobre a imutabilidade dos dados, ela ainda pode deixar que as informações de transação sejam expostas, deixando visíveis suas informações como, o pseudônimo e o endereço IP de um usuário. Outro desafio apresentado é o da mineração egoísta, onde moradores egoístas tiram proveito de redes privadas da blockchain para obter recompensas sem ocorrência dos moradores honestos que mineram em redes públicas.

## 2.2.2 Saúde

### Gerenciamento de prontuários eletrônicos

Ao decorrer dos tratamentos de um indivíduo, muitas vezes o paciente não possui por completo as informações de visitas médicas, o que pode impactar diretamente no acompa-

Figura 4 – Recomendações de aplicações relacionadas a Blockchain



Fonte: (MONRAT *et al.*, 2019)

nhamento do histórico médico, o que pode afetar no tratamento de doenças ou na qualidade de vida do paciente. Neste contexto, a Blockchain pode servir como um facilitador, ajudando na descentralização das informações de provedores de saúde para modelos mediados pelo paciente. Neste contexto, a Blockchain pode ser usada como base para o desenvolvimento de um sistema voltado para o co-gestão de prontuário eletrônico pelos pacientes, utilizando o *Ethereum* com o auxílio de *smart contracts* (VIANA *et al.*, 2020).

### Entrega de medicamentos

Com o uso da Blockchain auxiliada com o uso de *smart contracts*, a distribuição e renovação de receitas médicas entre profissionais da saúde, farmácias e pacientes, pode ser melhorada. Com o uso de um sistema de cadastro farmacêuticos podem acessar a Blockchain para buscar prescrições médicas. Auxiliadas pelos *smart contracts* essas podem ser periodicamente renovadas e novos pedidos podem ser enviados levando os medicamentos para os respectivos pacientes (THATCHER; ACHARYA, 2018).

## **Plano de saúde**

Os planos de saúde costumam usar serviços terceirizados (centralizados) que liquidam pagamentos e dividendos de seus clientes que podem ser médicos, pacientes e clínicas. No entanto, esses procedimentos são geralmente opacos, relativamente lentos, vulnerável a ataques e muitas vezes caro, não sendo adequado para pagamentos de baixo valor financeiro. Blockchain pode ser usado como uma plataforma habilitando micro-pagamentos no setor de telessaúde por transferências rápido, seguro, transparente, auditável e livre diretamente de *tokens* de criptomoeda, excluindo a necessidade de serviços de mediação (ALBEYATTI, 2018).

### **2.2.3 IoT**

#### ***E-Commerce***

O *E-Commerce* baseado em IoT é um modelo de negócios emergente com requisitos de transação seguros, autônomo, dentre outros. A proposta de valor é junta IoT e Blockchain voltado para o *E-Commerce*, assim desenvolvendo uma plataforma Blockchain leve para o gerenciamento de transações de *E-Commerce* usando um mecanismo chamado consenso Tolerância Prática a Falhas Bizantinas (PBFT). Nesta proposta, 3 redes Blockchain em camadas serão utilizadas para serem altamente escaláveis e eficientes, como também resistentes a ataques cibernéticos, assim obtendo um melhor desempenho em termos de redução de sobrecarga, implementando Blockchain com C++ em vez de usar uma estrutura de Blockchain padrão como o *Ethereum* (LIU *et al.*, 2018).

#### **Arquitetura de segurança**

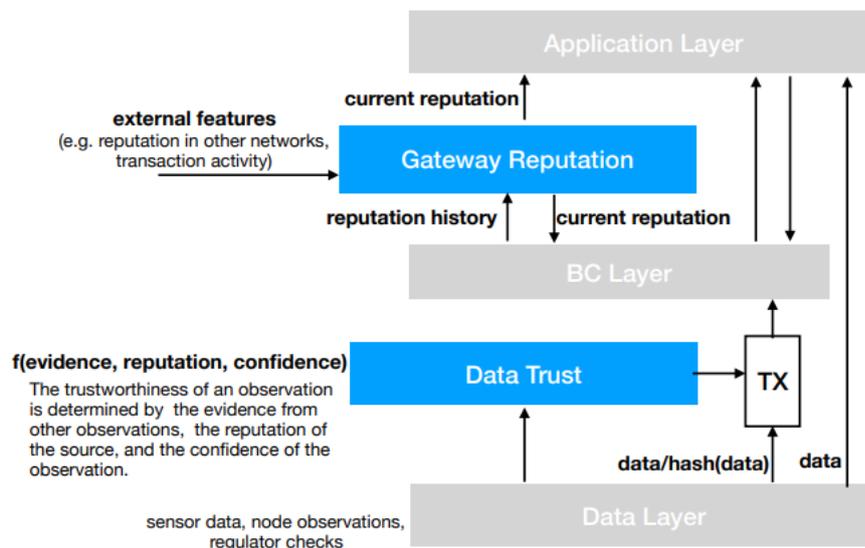
Nos últimos anos IoT atraiu grande interesse de pesquisadores e da indústria devido à ampla gama de aplicações potenciais, entretanto, essa tecnologia ainda detém uma carência relacionada à segurança. apresenta uma arquitetura de confiança, que une as características da alta segurança de Blockchain, os mecanismos de consensos, com os sensores de capturar necessários para o funcionamento da tecnologia. A Figura 05 exhibe o desenho da arquitetura, que é dividida em três camadas: a camada de dados, a camada blockchain e a camada de aplicação (DEDEOGLU *et al.*, 2019).

#### **Logística de abastecimento**

Hoje, a grande maioria dos sistemas tradicionais de informação logística nas cadeias

de abastecimento apenas realizam a atividade de rastrear e armazenar pedidos e entregas, sem fornecer funcionalidades como transparência, rastreabilidade e auditabilidade. Essas características certamente melhorariam a qualidade e a segurança dos alimentos, No entanto, a maioria das soluções de IoT atuais ainda dependem de infraestruturas de nuvem fortemente centralizadas. (CARO *et al.*, 2018), propõem e desenvolvem um sistema baseado em Blockchain solução descentralizada chamada *AgriBlockIoT* para rastreabilidade de alimentos na cadeia de suprimentos agrícolas. Esta solução integra perfeitamente dados digitais produzidos pelos sensores IoT juntamente com a Blockchain. Sendo uma solução independente de plataforma, podendo funcionar tanto na *Ethereum* quanto na plataforma *Hyperledger*.

Figura 5 – Arquitetura de confiança



Fonte: (DEDEOGLU *et al.*, 2019)

## 2.2.4 Smart Contracts

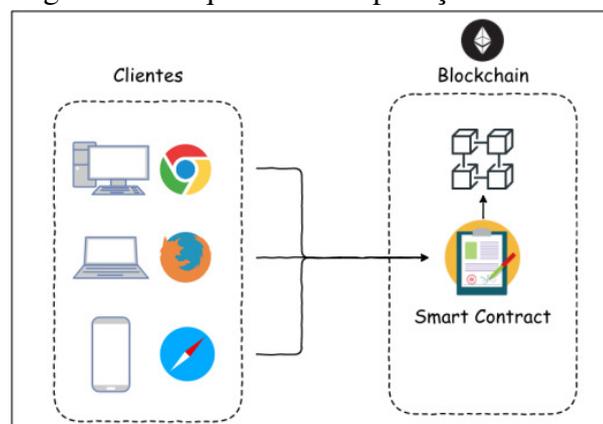
### Cadeia de custódia

A cadeia de custódia em processos judiciais é usada para manter um histórico cronológico da evidência digital, sendo de base a importância do trabalho dos peritos judiciais na averiguação dos fatos. Neste contexto, a segurança desses dados é de alta importância para a direção segura de um caso judicial. (PETRONI; GONÇALVES, 2018), propõe o desenvolvimento de uma arquitetura, utilizando *smarts contracts* baseadas em Blockchain. Essa arquitetura pode armazenar quaisquer evidências coletadas, gerando uma segurança nos elementos como integridade, confiança, além da própria segurança das informações inseridas neste livro-razão.

## Sistema de votação

Mesmo com a urna eletrônica, segundo uma pesquisa realizada pela Avast, 91,84% (AVAST, 2018) dos brasileiros acreditam que o sistema de votação brasileiro pode ser violado, pois, tem receio da veracidade dos resultados. Neste contexto, a referência propõe a implementação de um sistema WEB online de votação utilizando a arquitetura de Blockchain, *Ethereum*, com *Smart Contracts*. A Figura 06 demonstra a arquitetura do sistema. A ideia é criar um *token* para cada votação que seria enviado para os participantes.

Figura 6 – Arquitetura da aplicação



Fonte: (DEDEOGLU *et al.*, 2019)

## 2.2.5 Educação

### Incentivo escolar

No contexto acadêmico, alunos com notas altas em determinadas matérias têm dificuldades para se manterem motivados a realizarem as atividades extras. Neste sentido falta um incentivo das academias para que esses alunos não deixem de realizar suas atividades. com isso, uma forma de incentivar esses alunos poderiam ser através da utilização de *token*, ganhos a partir dessas atividades extras, que poderia ser utilizada, (I) para matérias nas quais o aluno não fosse tão bem ou (II) como forma de moeda como um elemento de ludificação. Utilizando o provedor API Web3.js, com o auxílio da plataforma *Ethereum*, para a criação de um sistema WEB de incentivo ao aluno, o único desafio desse novo método de incentivo seria a resistência e aceitação dos professores (OLIVEIRA, 2019).

### Certificação

É de conhecimento que, ao menos no Brasil, a falsificação de diplomas e certificados não é um problema recente e neste contexto, instituições de ensino, organizações, entre outros, tem ganhando interesse na resolução desta problemática. Com isso, Souza *et al.* (2021) apresenta uma aplicação que irá validar os diplomas digitais, utilizando a rede Ethereum para a geração de *non-fungible tokens* (NFT's) que serão armazenados e distribuídos globalmente através do protocolo *interPlanetary File System* (IPFS).

Palma *et al.* (2019) demonstra que a validação de certificados acadêmicos no Brasil ocorre de forma semi ou totalmente não informatizada, levando a maior burocracia para realizar a validação. A proposta dos autores é a implementação para a digitalização de certificados, propondo um modelo transparente baseado em Blockchain, confiando a responsabilidade de emissão para os *Smart Contracts*, onde as instituições de ensino iriam cadastrar os eventos realizados dos alunos na rede Blockchain *Ethereum*.

### **Documentos Acadêmicos**

Além de diplomas e certificados, existe uma gama de documentos da academia que necessitam ser armazenados com segurança, como, por exemplo, provas, históricos, declarações, entre outros. Na proposta de Srivastava *et al.* (2018), cada instituição integrante do sistema identificaria seu aluno, que possuiria uma carteira digital onde essas informações seriam registradas, mediante a uma verificação de autenticidade dos documentos do aluno. A ideia principal é reduzir a burocracia envolvendo nesse processo, através de registros baseados em Blockchain, por *tokens*, aumentando a autenticidade dos dados e a segurança dos dados.

Bore *et al.* (2017) fala que atualmente grande parte dos documentos acadêmicos ainda são compartilhados e armazenados de forma impressa. Neste contexto, os autores, citam não haver uma base de dados educacionais acessíveis. Isso não só dificulta a transferência de alunos como também a gerenciamento das informações. Bore *et al.* (2017) apresenta uma proposta de uma implementação de *Hub* de informações escolares ligados à Blockchain. Nessa proposta todas as atividades seriam registradas na plataforma com a intenção de descentralizar a informação, levando mais segurança e acessibilidade.

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção serão apresentados alguns trabalhos relacionados ao tema, incorporada de uma descrição de cada um, por último, será apresentada uma comparação entre os trabalhos e o presente trabalho, de modo a demonstrar a correlação entre estes.

#### 3.1 Strategy of Training Blockchain Talents in Application-oriented Universities: A Case Study

Chen *et al.* (2019) demonstra em seu trabalho que o impacto do desenvolvimento social e econômico tem produzido significativa formação de talentos nas faculdades e universidades, e essas instituições devem reconhecer essas características desse desenvolvimento e atender às crescentes necessidades que surgiram, deste novo mercado crescente. Neste caso, cabe às instituições o dever de atuar como intermediárias entre as indústrias emergentes que precisam de novos talentos, fornecendo-lhes o treinamento necessário para atender à demanda. Sendo que a tecnologia de Blockchain é uma dessas áreas. Nesta conjuntura, o objetivo do trabalho é contribuir para o desenvolvimento, nutrindo talentos de Blockchain, desenvolvendo uma estratégia de treinamento em Blockchain.

Nesse contexto, a metodologia deste trabalho é auxiliar a formação dos alunos, mostrando uma estratégia de treinamento, e aplicar essa estratégia aos cursos de formação da Escola de Engenharia de Computação da Universidade de *Weifang*. As estratégias apresentadas pelos autores estão agrupadas em 3 temas, (I) conhecimento básico, onde é construindo os fundamentos do treinamento, os autores identificaram as fraquezas dos alunos e aplicaram a linguagem Python e atividades básicas para consolidação dos conhecimentos em Blockchain, (II) ambiente suave, onde é construindo um ambiente favorável à indústria e (III) Treinamento do projeto, onde os alunos realizam atividades de treinamento por meio de projetos reais.

Após aplicar essa estratégia, os autores chegam às seguintes conclusões: (I) Apesar do grande valor da tecnologia Blockchain em aplicações, ainda há falta de talento na área; (II) A tecnologia Blockchain possui alto grau de complexidade para alunos de graduação, para as quais as estratégias devem ser adaptadas ao nível de conhecimento dos alunos; (III) Como o Blockchain requer um alto nível de conhecimento teórico, percebeu-se que isso pode facilmente desmotivar os alunos, para que isso não aconteça e tenha um efeito de treinamento, foi utilizado um framework para treinamento, focar em entender e dominar funções e desenvolver código de

framework.

### 3.2 Uma Análise Inicial sobre a Aplicação de Blockchain na Sociedade

Coutinho *et al.* (2021) destaca que no contexto atual da quarta revolução industrial, se caracteriza pela fusão de tecnologias, misturando ambientes físicos e cibernéticos, tendo a Blockchain um amplo papel ao lado de outras tecnologias emergentes, que podem ter impacto em vários setores de negócio e sociedade. O objetivo dos escritores é apresentar um estudo sobre as relações e impactos existentes da Blockchain e Sociedade, através de características ou aplicações que possam se relacionar.

Neste contexto, o procedimento metodológico do trabalho foi dividido em 7 etapas: (i) Definição de perguntas de partida; (ii) Análise preliminar da literatura; (iii) Questionário *online* (iv) Consolidação dos dados; (v) Análise das questões abertas com literatura; (vi) Análise qualitativa; (vii) Obtenção dos direcionamentos futuros. Para atingir o objetivo da pesquisa, os autores elaboraram um questionário online. O questionário elaborado segundo os autores é composto por dois grupos de questões, questões demográficas, para identificar o perfil do participante, e questões de opiniões abertas. Os escritores também dividiram as perguntas em abertas e fechadas, classificadas em: QD1 para perguntas com opções de respostas entre nada, pouco, razoável e alto, QD2 para perguntas com opções de respostas de: sim ou não, e QA para as demais perguntas com respostas abertas (Figura 07).

Figura 7 – Questões aplicadas

|     |   |
|-----|---|
| QD1 | Qual seu nível de conhecimento dos impactos da utilização da blockchain na sociedade? |
| QD2 | Você acha relevante pesquisas relacionadas a blockchain e sociedade?                  |
| QA1 | Onde blockchain pode ser aplicada?  |
| QA2 | Como blockchain pode melhorar a vida das pessoas?                                     |
| QA3 | Qual o impacto da utilização da blockchain sobre aplicações tradicionais?             |

Fonte: (COUTINHO *et al.*, 2021)

Após o fim do tempo de aplicação do questionário, os autores, apesar de não obterem um número elevado de respostas, tiveram um ótimo *feedback*, conseguindo diversos resultados das respostas delas. Um exemplo é a QD1, onde eles analisaram que os participantes têm um conhecimento razoável do impacto da Blockchain e sociedade. Os autores também fizeram uma discussão comparando os resultados com os obtidos, com outros trabalhos, bem como uma análise qualitativa.

Por fim, os autores concluíram que a Blockchain está ampliando sua área de influên-

cia, tendo saúde e finanças com as mais citadas, porém seus benefícios estão sendo notados pela sociedade.

### **3.3 Blockchain-Based Applications in Education: A Systematic Review**

Alammary *et al.* (2019) realiza uma revisão sistemática da literatura aplicada à educação Blockchain em seu trabalho. Segundo os autores, Blockchain e educação ainda estão em seus estágios iniciais e poucas instituições estão usando a tecnologia em seu ambiente. Os autores argumentam que, de acordo com Nespor (2019), o Blockchain pode minar o papel central das instituições educacionais como agentes de credenciamento e fornecer aos alunos mais, oportunidades de aprender, revolucionar o campo e usar a tecnologia com mais eficiência. O objetivo deste trabalho é fornecer uma visão geral do estado atual do assunto por meio da prática baseada em evidências em um crescente corpo de trabalho relacionado a aplicações de Blockchain na educação.

A metodologia deste trabalho é realizada em 8 etapas e 5 subseções para objetivar o que será buscado na literatura, coletar dados, analisar, incluir e excluir trabalhos que agreguem valor à revisão.

Ao aplicar essa metodologia os autores encontraram 2.489 artigos, dos quais só restaram apenas 42 artigos que os autores consideram adequados. A Figura 08 mostra as aplicações e artigos que os autores consideram adequados para este estudo. Os artigos também são classificados por aplicação, entre os quais os de maior destaque são avaliando a capacidade profissional dos estudantes e protegendo um ambiente de aprendizagem colaborativa.

Os autores concluíram que o Blockchain pode trazer benefícios significativos para a educação, incluindo alta segurança, baixo custo e avaliação aprimorada dos alunos. Eles também encontraram trabalho para garantir o gerenciamento de competências e os resultados de aprendizado e a cobertura de aplicativos relacionados à garantia de um ambiente de aprendizado colaborativo.

### **3.4 Análise comparativa**

Os trabalhos apresentados nesta seção apresentam diferentes abordagens relacionadas ao tema deste trabalho. O trabalho de Coutinho *et al.* (2021) e o que mais se aproxima deste trabalho tanto na temática, como na metodologia, entretanto esse trabalho tende a ser mais

Figura 8 – Aplicações identificadas pela revisão dos artigos

| Application Category *                         | Articles   |
|--|--|
| Certificates management                        | Nespor [7] <sup>3</sup> , Han, et al. [10] <sup>2</sup> , Arenas and Fernandez [11] <sup>3</sup> , Xu, et al. [12] <sup>3</sup> , Sharples and Domingue [13] <sup>2</sup> , Bandara, et al. [14] <sup>3</sup> , Srivastava, et al. [15] <sup>1</sup> , Cheng, et al. [16] <sup>3</sup> , Palma, et al. [17] <sup>2</sup> , Gresch, et al. [18] <sup>2</sup> , Funk, et al. [19] <sup>1</sup> , Lizcano, et al. [20] <sup>1</sup> , Hori and Ohashi [21] <sup>3</sup> |
| Competencies and learning outcomes management  | Farah, et al. [22] <sup>2</sup> , Williams [23] <sup>1</sup> , Duan, et al. [24] <sup>2</sup> , Zhao, et al. [25] <sup>3</sup> , Liu, et al. [26] <sup>2</sup> , Shen and Xiao [27] <sup>3</sup> , Mikroyannidis, et al. [28] <sup>2</sup> , Srivastava, Bhattacharya, Singh, Mathur, Prakash and Pradhan [15] <sup>1</sup> , Lizcano, Lara, White and Aljawarneh [20] <sup>1</sup>  |
| Evaluating students' professional ability      | Wu and Li [29] <sup>2</sup> , Zhao, Liu and Ma [25] <sup>3</sup> , Liu, Guan, Yang, Zhu, Green and Yin [26] <sup>2</sup> , Shen and Xiao [27] <sup>3</sup> , Mikroyannidis, Domingue, Bachler and Quick [28] <sup>2</sup> , Lizcano, Lara, White and Aljawarneh [20] <sup>1</sup>  |
| Securing collaborative learning environment    | Bdiwi, et al. [30] <sup>2</sup> , Bore, et al. [31] <sup>2</sup> , Zhong, et al. [32] <sup>2</sup>   |
| Protecting learning objects                    | Riddell [19] <sup>1</sup> , Sychov and Chirtsov [33] <sup>3</sup>  |
| Fees and credits transfer                      | Hölbl, et al. [34] <sup>3</sup> , Wu and Li [29] <sup>2</sup> , Turkanović, et al. [35] <sup>2</sup>   |
| Obtaining digital guardianship consent         | Gilda and Mehrotra [36] <sup>2</sup>   |
| Competitions management                        | Wu and Li [29] <sup>2</sup>  |
| Copyrights management                          | Hori, et al. [37] <sup>2</sup>   |
| Enhancing students' interactions in e-learning | Zhong, Xie, Zou and Chui [32] <sup>2</sup>   |
| Examination review                             | Mitchell, et al. [38] <sup>2</sup>   |
| Supporting lifelong learning                   | Mikroyannidis, et al. [39] <sup>2</sup>  |

\* Some articles fall under more than one category. <sup>1</sup> Application has been developed and is now being used. <sup>2</sup> A prototype of the application is developed and evaluated but not yet used by real users. <sup>3</sup> The application is proposed. Its features are described but no implementation has been made.

Fonte: (ALAMMARY *et al.*, 2019)

aprofundado nas relações com o aluno, investigando mais aspectos relacionados a ele.

Chen et al. (2019) e Alammarty et al. (2019) apresentam duas abordagens diferentes, entretanto, não se diferem da temática. Chen *et al.* (2019), apesar de ter um foco maior em apresentar estratégias de treinamento, demonstra pontos de fraqueza no ensino, em outras palavras, necessidade de capacitação dos alunos. Já Alammarty *et al.* (2019), apresenta um grande estudo, revisando a literatura e apresentando vários conceitos relacionados à educação e Blockchain, sendo mais amplos, enquanto esse trabalho tem um público alvo mais definido e nichado.

A Tabela 1 exibe um comparativo entre os quatro trabalhos, abordando quatro critérios, elaborados com base nas características identificadas nos três trabalhos relacionados com o trabalho proposto, sendo elas: A - Utilização de questionário; B - Traça um perfil do aluno; C - Apresenta necessidade de capacitação do aluno; D - Apresenta o nível de conhecimento do aluno sobre a tecnologia.

Tabela 1 – Comparação entre os trabalhos

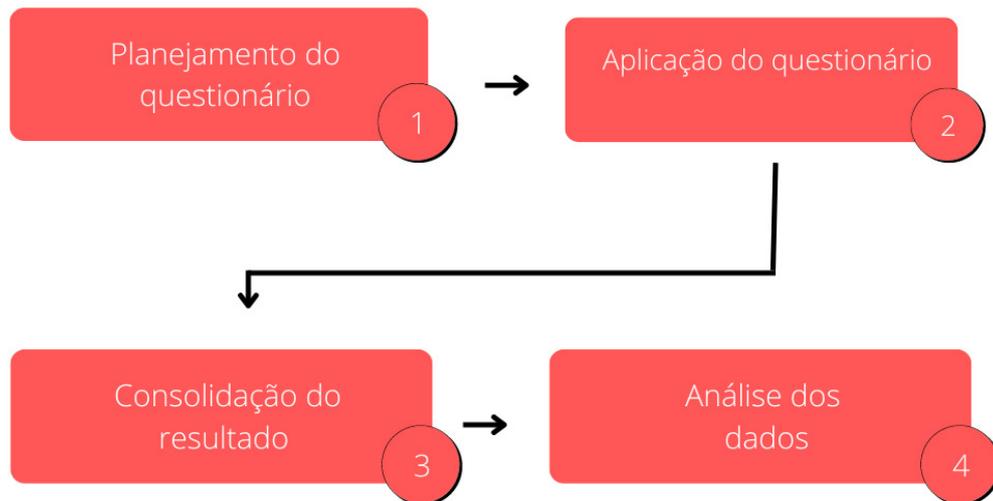
| Trabalhos                       | A   | B   | C   | D   |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| (CHEN <i>et al.</i> , 2019)     | Não | Não | Sim | Não |
| (COUTINHO <i>et al.</i> , 2021) | Sim | Sim | Não | Sim |
| (ALAMMARY <i>et al.</i> , 2019) | Não | Não | Não | Sim |
| Trabalho proposto               | Sim | Sim | Sim | Sim |

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4 METODOLOGIA

Com a finalidade de executar o que foi proposto neste trabalho e atingir o objetivo do mesmo, a Figura 09 apresenta as atividades planejadas.

Figura 9 – Diagrama de Fluxo dos Procedimentos Metodológicos.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

### 4.1 Planejamento do questionário

Nesta etapa será desenvolvido um questionário online para obtenção de dados. A ideia é ter um questionário inspirado na ideia de um *survey*. Num *survey*, por exemplo, o analista tem a sua frente somente os dados obtidos por meio do formulário, e sabe que não pode captar as experiências dos vários entrevistadores ou respondentes (GIL, 2008).

O questionário abordará alguns critérios, quais sejam: (I) Dados Pessoais - Neste critério, serão levantados os dados pessoais dos respondentes; (ii) Capacitação e Conhecimento – Nesta forma serão formuladas questões referentes ao conhecimento dos respondentes sobre a tecnologia blockchain; (iii) Sociedade – neste critério será relevante o conhecimento técnico dos respondentes e sua aplicação na sociedade; (iv) Desenvolvimento – neste critério, serão abordados os conhecimentos dos respondentes relacionados ao desenvolvimento de aplicativos

blockchain; (v) Relação Curricular - Este critério diz respeito à tecnologia e sua relação com o curso/área de atuação do respondente.

Esses critérios são a base para a criação do questionário e contribuem para a formulação das questões, ou seja, são apenas diretrizes para as questões.

## **4.2 Aplicação do questionário**

### **4.2.1 Questionário piloto**

Antes da aplicação do questionário, será realizado a validação do mesmo por um questionário piloto, que será distribuído por um período de uma semana e ao seu término será avaliada a resposta, buscando melhorias nas questões e feedback dos participantes. O questionário piloto será desenvolvido e distribuído na plataforma de criação de questionários do *Google Forms*. Após os participantes responderem o questionário, eles também serão submetidos a um questionamento, onde poderão apontar se observaram alguns pontos de melhoria no questionário.

### **4.2.2 Questionário validado**

Após o feedback dado pelos participantes do questionário piloto será reavaliado, e os pontos levantados pelos participantes serão considerados para sua melhoria, de modo a alcançar o melhor entendimento sobre o assunto. Em seguida ao questionário reavaliado, será distribuído de forma online nos grupos de estudantes do campus, nas plataformas de comunicação WhatsApp, Telegram e Discord.

Após a distribuição do questionário, haverá um período de espera de 1 mês, que pode ser estendido por mais 2 semanas caso o número de respostas inicialmente obtidas não seja satisfatório. Após esse período, o período de coleta de dados será encerrado e as próximas etapas continuarão.

Com a finalidade de validar as respostas dos participantes, ao término do questionário, será avaliada resposta por resposta de forma manual, em busca de entradas que não tenham conexão com o que se pede.

### **4.3 Consolidação dos resultados**

Nesta etapa serão apresentados todos os resultados obtidos com o questionário. Os resultados serão apresentados em gráficos, tabelas ou quadros, sendo o formato que melhor se adéque a cada resposta do questionário, para melhor visualização e entendimento dos dados. Os dados serão apresentados de duas formas, questões demográficas e questões Técnicas.

### **4.4 Análise dos dados**

A análise dos dados ocorrerá de maneira quantitativa, baseada nas respostas do questionário. Os dados serão analisados por meio de gráficos, tabelas ou quadros que consolidaram as respostas, permitindo que se possa tirar conclusões sobre as respostas. Algumas respostas foram de texto livre, então haverá também uma análise mais qualitativa, sendo que estas apoiarão mais alguma justificativa para as respostas.

## 5 RESULTADOS

Nesta seção, será apresentado os resultados obtidos com a divulgação e coleta do questionário.

### 5.1 Resultado do Questionário Piloto

De modo apresentado na seção anterior sobre o questionário piloto, após a sua distribuição algumas melhorias foram obtidas. A Tabela 2 mostra como foi o *feedback* dos participantes em relação à aplicação do questionário piloto.

Tabela 2 – Respostas dos participantes do questionário piloto

| Questão | Resposta   |
|---------|--|
| 1º      | "Acho que ficou bom"   |
| 2º      | "A 2, 3 e 4 pergunta estão meio parecidas"   |
| 3º      | "Não sei, acredito que esteja bom desse jeito"   |
| 4º      | "Eu não entendo muito de blockchain mas as perguntas estão compreensíveis"   |
| 5º      | "As perguntas estão bem compreensíveis mas as perguntas 2 e 3, estão com sentidos parecidos"                         |
| 6º      | "Está bem feito, só a 2, 3 e 4, que estão parecidas"   |
| 7º      | "Não acho que necessite de mudanças, está bom desse jeito"   |
| 8º      | "Tirando a 2, 3 e 4, que estão um pouco parecidas no sentido de pergunta resposta, as demais perguntas estão ótimas" |
| 9º      | "Acho que ficou bom, só mudaria as ordem das primeiras perguntas até a 4, para fica mais organizada"                 |

Fonte: elaborada pelo autor.

Assim, como se pode observar nos *feedbacks* dos participantes, 8 dos 9 participantes concordaram que o questionário estava compreensível, ótimo ou bom, validando a aplicação do questionário. Entretanto, alguns pontos de melhoria foram levantados como: 4 dos 9 participantes afirmaram que as perguntas 2, 3 e 4 possuem sentidos iguais em relação à pergunta; e 1 dos 9 participantes afirmou que as primeiras 4 perguntas do questionário deveriam ser reorganizadas.

Posteriormente à análise feita, as melhorias apontadas foram aplicadas ao questionário (Apêndice B). Deste modo, com a validação do questionário, a distribuição nos meios já citados se deu início.

### 5.2 Resultados do Formulário

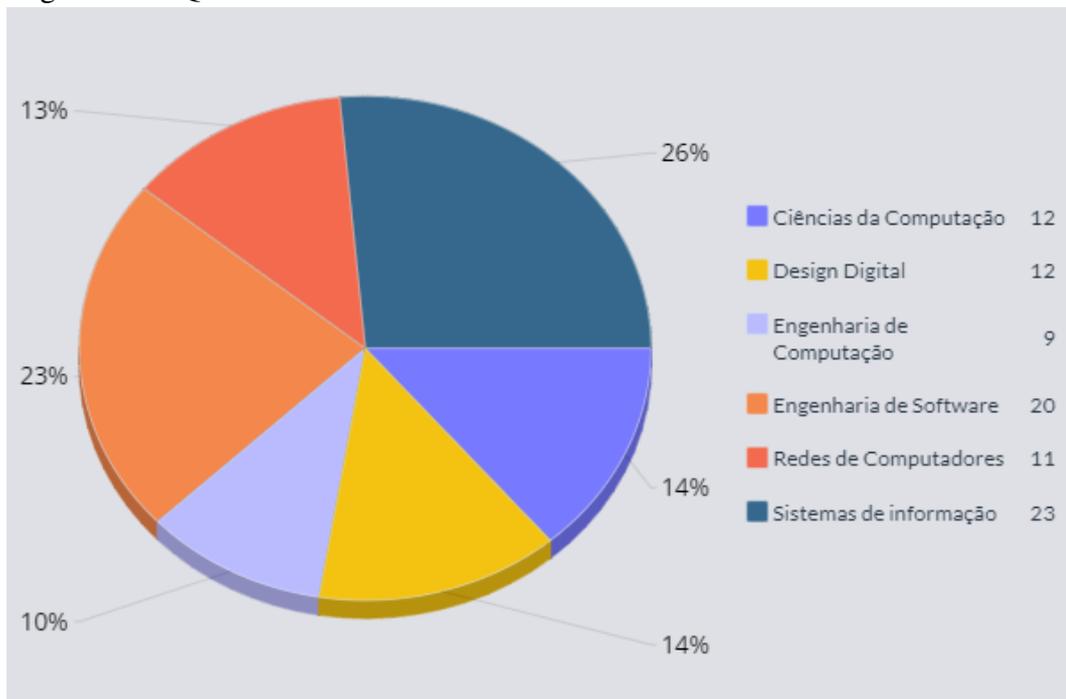
A distribuição do formulário pelas plataformas de mídias digitais (WhatsApp, Telegram e Discord) retornou 87 respostas válidas entre 1.º de setembro até 14 de outubro (1 mês e 2 semanas). Todas as respostas foram obtidas de dentro do público alvo desta pesquisa, ou seja,

alunos do campus UFC Quixadá que aceitaram participar desta pesquisa aceitando os termos descritos através do TCLE (Termo de Consentimento livre e esclarecido) (Apêndice A).

### 5.2.1 Questões Demográficas

As Figuras 10 e 11 apresentam os perfis de participantes, que de forma livre concordaram em participar desta pesquisa.

Figura 10 – Qual seu curso?



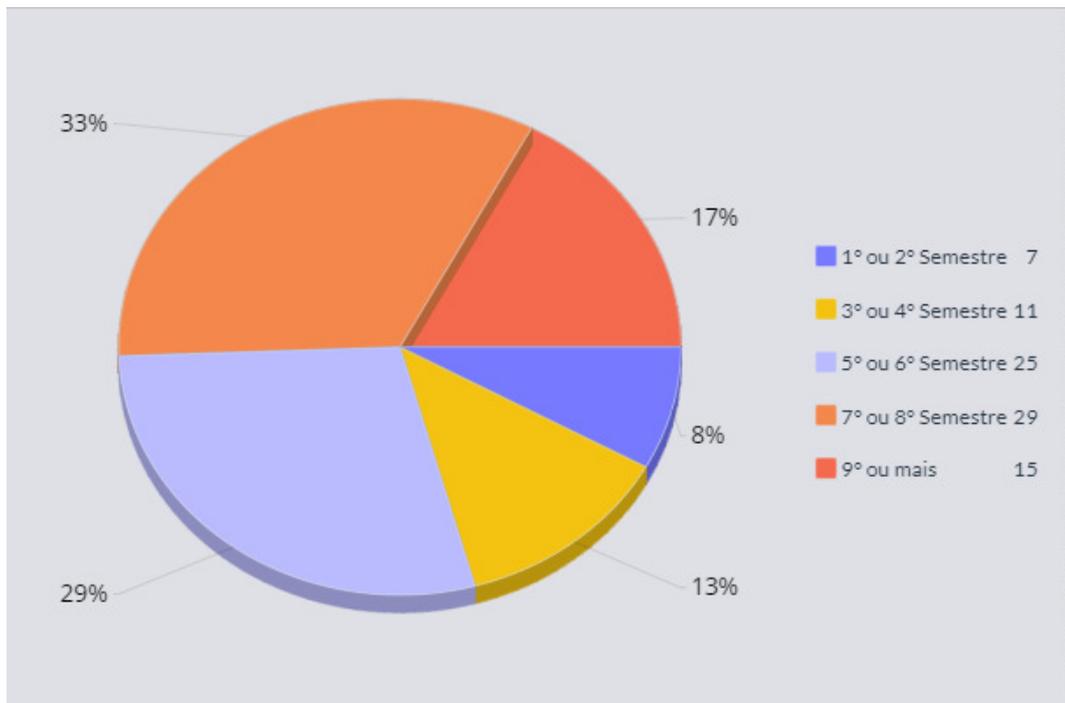
Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Conforme a Figura 10, percebe-se que não há uma variação discrepante acentuada entre a relação curso x participante. Apesar de haver um maior percentual de participantes nos cursos de Sistemas de Informação (26,4%) e Engenharia de Software (23%), correspondendo a 49,4% das respostas, a participação dos outros cursos corrobora para um perfil geral dos discentes do campus.

Ao analisamos a Figura 11, observa-se que mais participantes dos 5º e 6º (33,4%) e 7º e 8º (28,8%) semestre representa juntos 62,2% das respostas, contra 37,8% das outras 3 opções existentes. Assim, pode-se respaldar que o perfil dos participante desta pesquisa encontram-se, mais ao término dos cursos, estando entre o 5 a 8 semestre.

Ao analisar os dados obtidos relacionados aos níveis de conhecimento de cada participante da pesquisa, pode-se perceber que muito do público alvo se considera como conhe-

Figura 11 – Qual o seu semestre?



Fonte: Elaborado pelo proprio autor

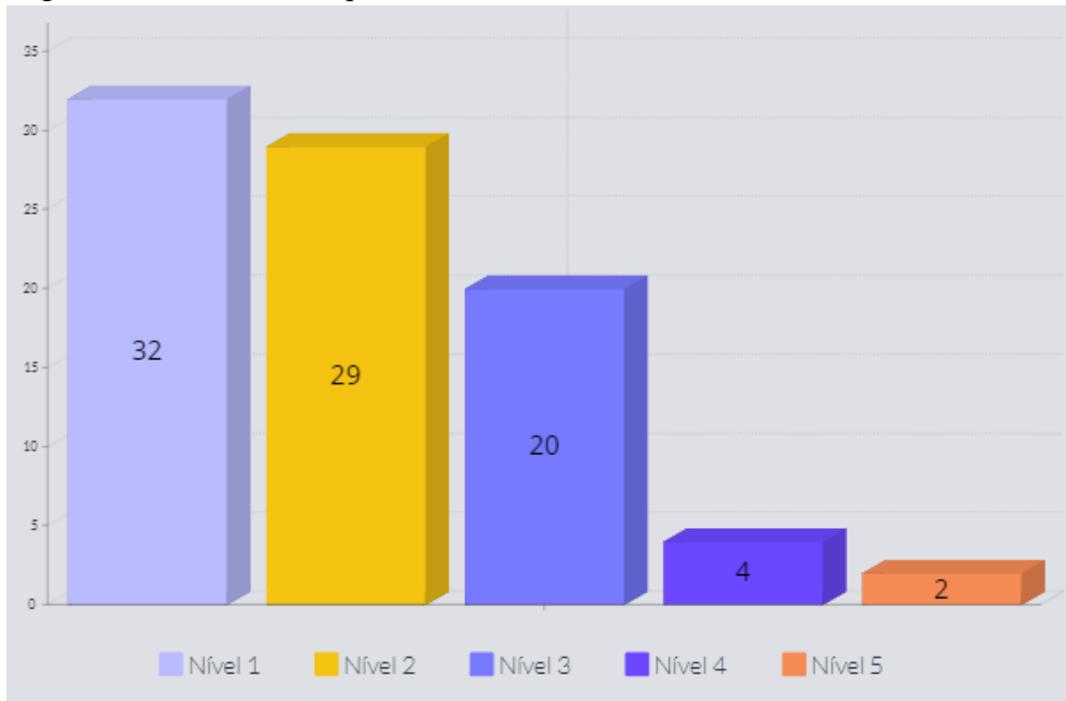
cimento ao nível 1 sobre Blockchain (Figura 12), ou seja, muitos dos que participaram desta pesquisa não sabem nada sobre Blockchain, ou já ouviram falar, mas não entendem o que é. Em contra-partida, uma pequena porção de 2,3% se considera com nível de conhecimento 5, o que pode ser observado como tendo um conhecimento elevado sobre Blockchain ou tecnologias que a utilizam.

### 5.2.2 Questões Técnicas

A Figura 13 apresenta como estão divididas as principais tecnologias utilizadas pelos participantes desta pesquisa, que se relacionam com a Blockchain. Percebe-se, que uma maioria expressiva dos participantes nunca utilizou a Blockchain ou uma tecnologia relacionada.

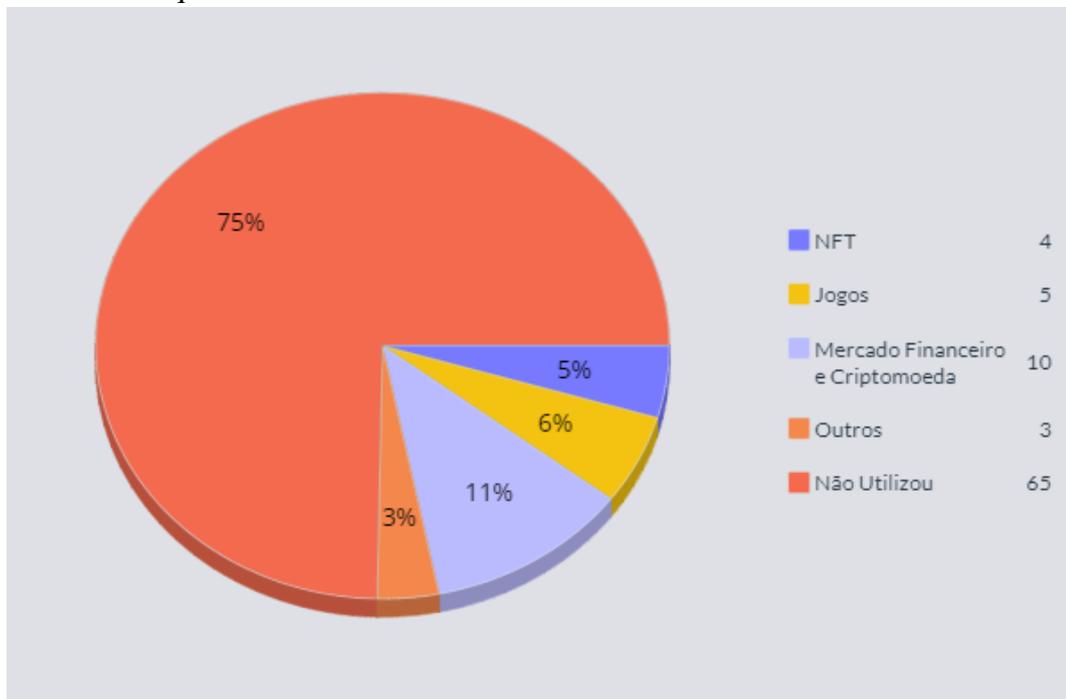
Observando os conjuntos seguintes, identifica-se 4 conjuntos de tecnologias que os participantes utilizam relacionada a Blockchain, entre elas estão: Mercado Financeiro e Criptomoeda (11%), que engloba respostas como criptomoeda, carteiras digitais e aplicações como MetaMask; Jogos(6%); NFT(5%), englobando, aplicações de compra e venda de arte digital; e outros(3%), correspondendo a aplicações que não se enquadram nas outras categorias como, o Framework Hyperledger e o Solidy.

Figura 12 – Você sabe o que é Blockchain?



Fonte: Elaborado pelo proprio autor

Figura 13 – Você já utilizou alguma tecnologia que envolvia Blockchain? Se sim, qual?



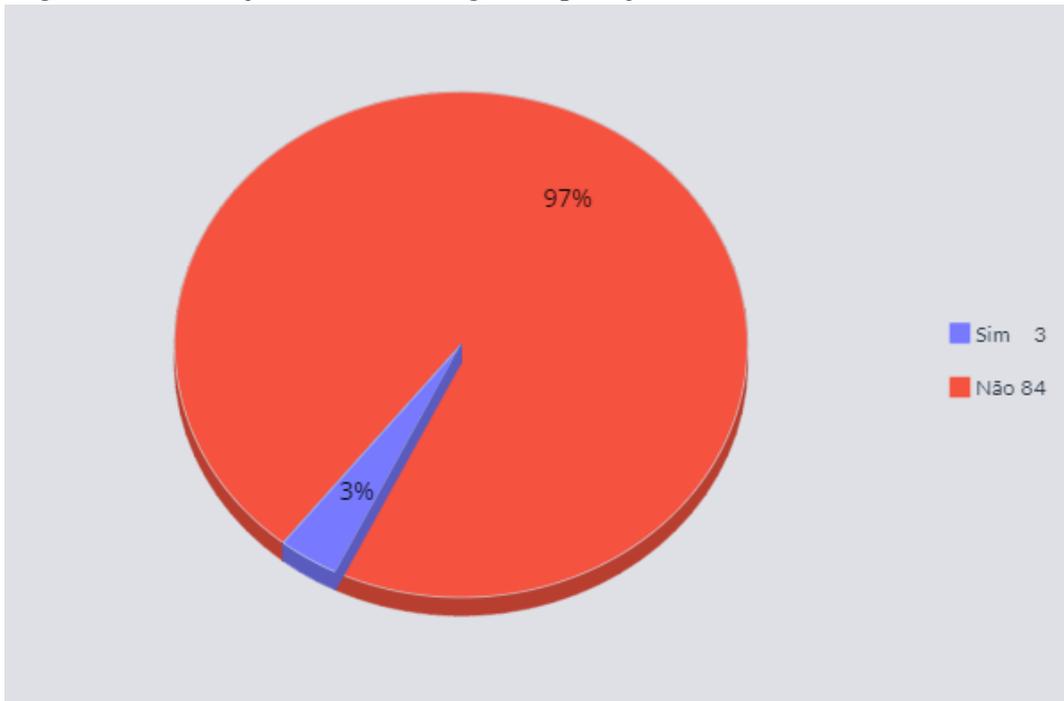
Fonte: Elaborado pelo proprio autor

Apesar da falta de usuários da tecnologia por parte dos participantes desta pesquisa, e possível nota, ainda que pouca diferença entre relação das respostas daqueles que usam a tecnologia, ferramentas que utilizam a Blockchain para aplicações financeiras, apresenta um

maior interesse por parte dos participantes.

Ao observar a Figura 14, se aponta para um cenário onde, apenas 3% dos participantes que responderam a esta pesquisa trabalharam com a tecnologia, enquanto que 97% nunca entrou em contato com o desenvolvimento da tecnologia.

Figura 14 – Você já desenvolveu alguma aplicação com Blockchain?



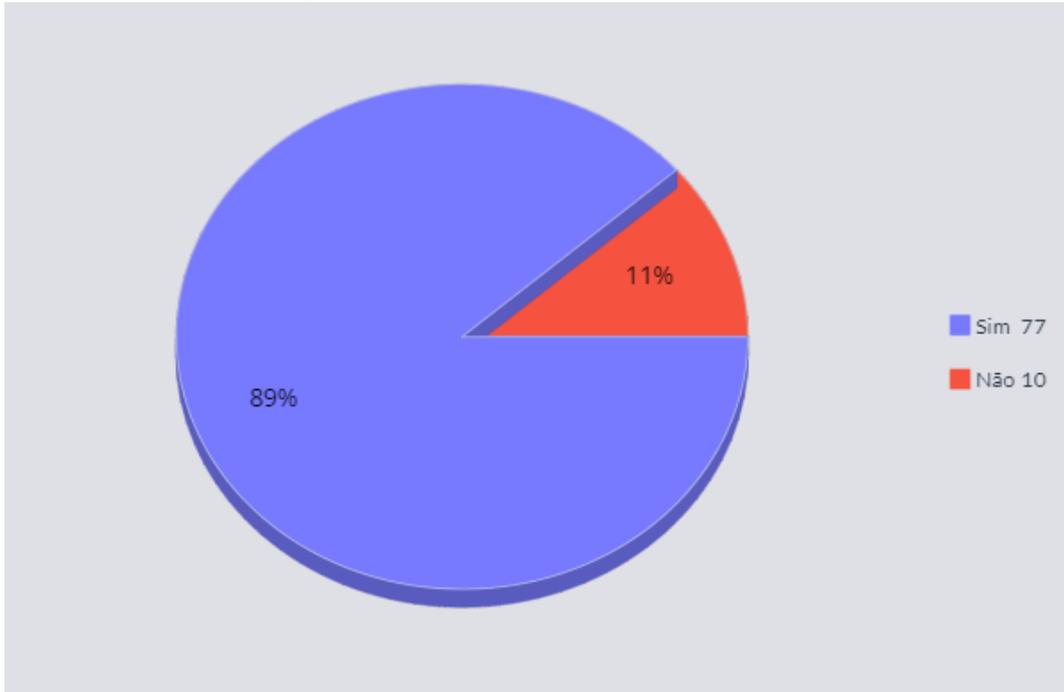
Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Ao observar o cenário das perguntas de “Você acha relevante o desenvolvimento de pesquisas/desenvolvimento de tecnologias relacionadas a Blockchain nas universidades?” e “Você participaria de um curso, workshop ou minicurso relacionado a Blockchain?”, nota-se um interesse positivo para a participação da comunidade acadêmica relacionada a Blockchain, que pode ser observada como uma relação de relevância com questões de desenvolvimento e aprendizado.

Pode-se perceber que na Figura 15, há um grande interesse por pesquisas/desenvolvimento de tecnologias nas universidades, tendo 88,5% dos participantes, ou seja, 77 participantes, que podem ser visto de certa forma, como interessados em desenvolver algo relacionado com a Blockchain.

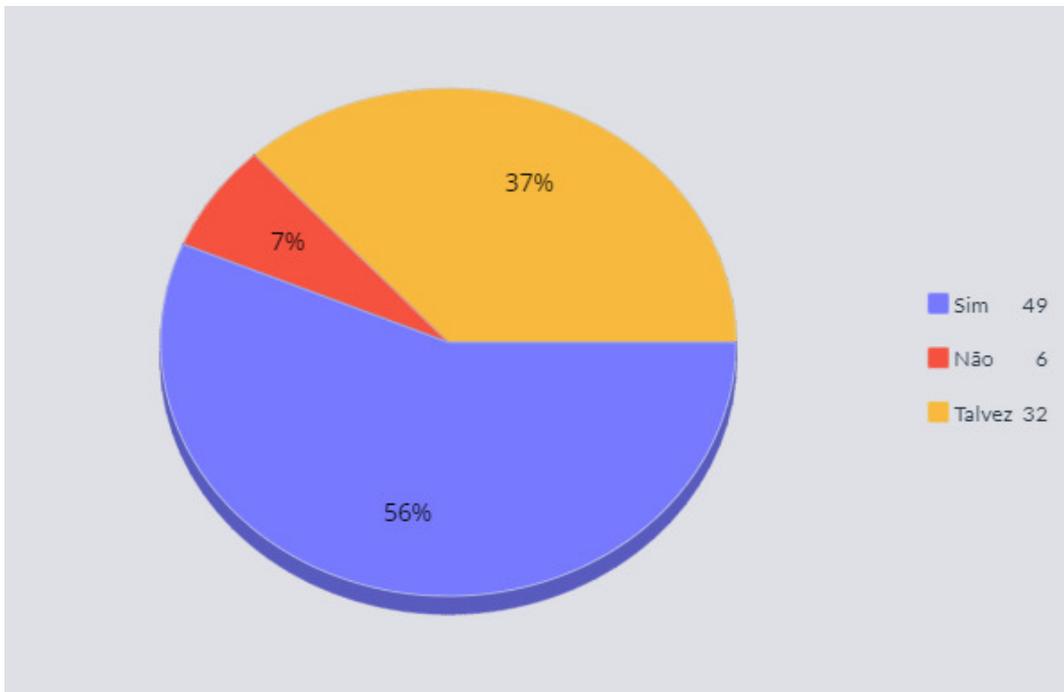
Já na Figura 16 podemos ver uma certa diferença em relação à Figura 15. Apesar do genuíno interesse em participar de atividades de estudo relacionadas a Blockchain, 37% dos participantes mostra um certo anseio em relação ao estudo da tecnologia.

Figura 15 – Você acha relevante o desenvolvimento de pesquisas/desenvolvimento de tecnologias relacionadas a Blockchain nas universidades?



Fonte: Elaborado pelo proprio autor

Figura 16 – Você participaria de um curso, workshop ou mini-curso relacionado a Blockchain?

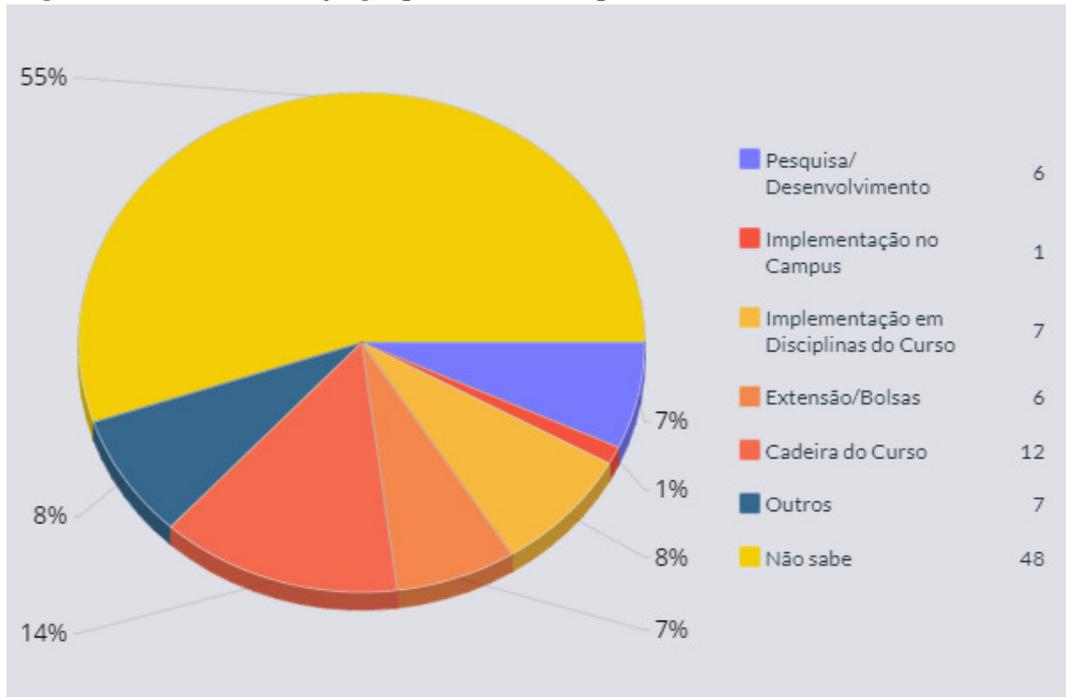


Fonte: Elaborado pelo proprio autor

Assim, observa-se um interesse, no desenvolvimento de pesquisas relacionadas a Blockchain na universidade, entretando, ainda mesmo que positivo, ainda há uma barreira mesma que pequena, relacionada a disseminação do conteúdo.

A Figura 17 enfatiza os valores de conjuntos de respostas iguais, na questão 9 (Apêndice C), que enfatiza buscas por parte dos participantes quais suas visões, sobre a relação Blockchain e o curso ao qual fazem parte, afim de identificar como os participantes percebem a relação entre o curso e a tecnologia.

Figura 17 – Como você julga que Blockchain poderia se relacionar com o seu curso?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

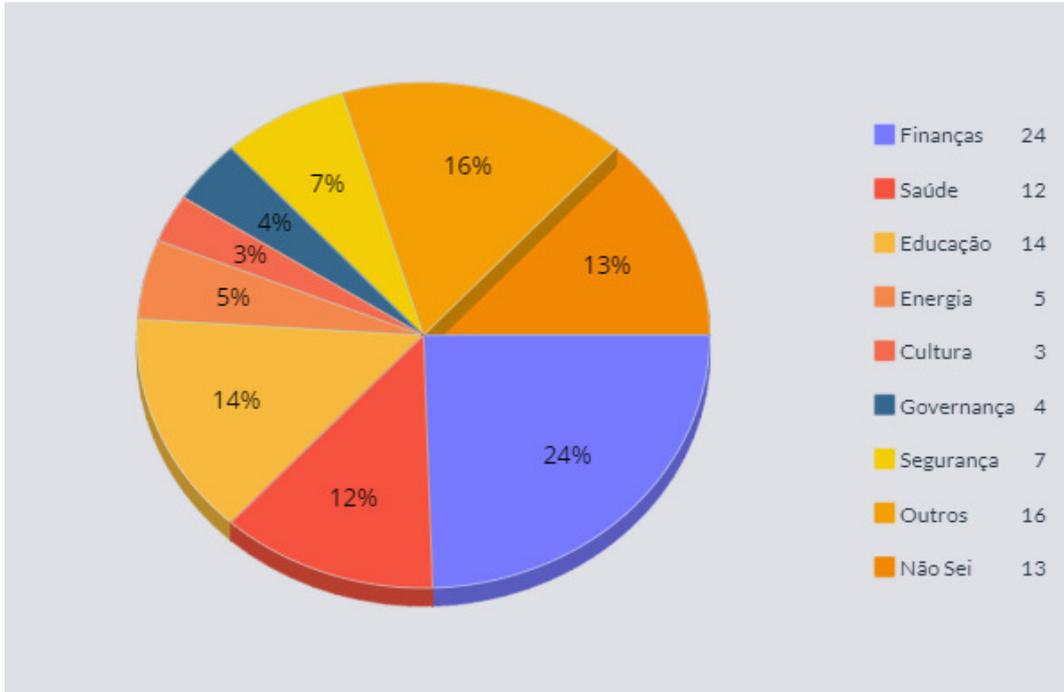
Ao analisar a Figura 17, percebe-se que 66,2% dos participantes “Não sabem”, 13,8% responderam que poderia se relacionar como uma “Implementação nas cadeiras do curso”, 8% responderam “outros” e “implementação em disciplinas no curso”, 6,9% responderam com forma de “extensão ou bolsas” e “Pesquisa ou Desenvolvimento” e 1,1% como forma de “Implementação no campus”.

A Figura 17 apresenta a possibilidade de analisar, compreender e discutir as formas ao qual os perfis desta pesquisa de certa forma apresentam interesse pela relação Blockchain vinculada ao curso.

A Figura 18 enfatiza os valores de respostas apresentadas em relação a questão 10 do questionário (Apêndice C), que busca conhecer, especificamente, quais setores da sociedade os participantes relacionariam com a Blockchain.

Ao analisar a Figura 18 ressalta-se que a distribuição das respostas pelos conjuntos não apresenta uma discrepância entre a porcentagem das respostas, abrangendo várias áreas da

Figura 18 – Em que setores da sociedade você julga que a Blockchain poderia ser inserida?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

sociedade. Observa-se também na Figura 18 que, analisando todas as respostas, a área compreendida pelo mercado de finanças, com 24% das respostas, apresenta a maior representação no gráfico, seguido de Outros com 16%, Educação com 14%, Não sei com 13% e Saúde com 12%.

É possível notar que, se comparamos a Figura 18 às demais figuras, cujo gráfico apresenta respostas com "não sei", pode-se perceber que, dentre todas as figuras, a Figura 18 apresenta o menor número de respostas cuja a resposta "não sei" aparece, indicando um perfil de participantes, ainda que não apresente um conhecimento voltado para a utilização da tecnologia 74,7% (Figura 13), ou de relação com o curso 55,2%, apresenta conhecer relacionar a tecnologia com a sociedade.

### 5.3 Análises e Discussões

Apesar das respostas obtidas não constituírem em sua totalidade de uma relação entre a Blockchain e as áreas da sociedade, resultou conforme apresentado as seguintes áreas da sociedade: Finanças, Saúde, Educação, Energia, Cultura, Governança, Segurança, e Outros, que constituem de áreas como: Seguranças da informação, NFT e Design. Percebe-se nas respostas uma necessidade de conhecimento sobre o assunto, uma vez que com o avanço da tecnologia, se torna cada vez mais relevante o conhecimento sobre ela.

Ao analisar os dados obtidos em relação às respostas da Questão 9 (Apêndice C), percebe-se um interesse na disseminação da Blockchain por parte dos participantes em seus cursos, seja na forma de novas matérias ou implementando o assunto nas matérias que já existem. Apesar do interesse não atingir uma maioria, ele aponta diversas necessidades, como a reformulação da grade curricular dos cursos, ementas, ampliação de programas de extensão/bolsas, pesquisa e desenvolvimento, para abranger as novas tecnologias existentes no mercado.

A Tabela 3 apresenta uma análise comparativa entre os níveis de conhecimento sobre Blockchain dos participantes e o que eles já estudaram da tecnologia. Percebe-se, que os participantes que marcaram o nível 1 de conhecimento, não estudaram nada sobre a tecnologia ou aplicações que a utilizam. Com a análise desta comparação, pode-se afirmar que os participantes que marcaram o nível 1 de conhecimento não tem conhecimento sobre o que a tecnologia.

Ao analisar, os participantes que marcaram um grau de conhecimento de nível 2 apresentam ter algum conhecimento sobre a tecnologia. Analisando as respostas é possível identificar que, 9 das 29 respostas totalizadas, afirmam ter conhecimento básico sobre a tecnologia, considerando respostas contendo "básico", "o que é" e "algo sobre". O que se compreende sobre os participantes que marcaram como nível 2, e que, apesar deles demonstrarem ter um conhecimento básico sobre a tecnologia, ainda há muitos que não estudaram nada sobre, mas que podem ter outros conhecimentos, não relacionados ao estudo da tecnologia, como compreender o que é Blockchain e poder assimilar ela com outras tecnologias ou setores da sociedade.

Investigando sobre as respostas dos participantes que marcaram com 3, percebe-se uma variação de respostas maior que no item anterior. Nesse nível pode-se observar uma maior quantidade de resposta relacionadas às aplicações relacionadas a Blockchain, envolvendo tecnologia como, solidity, Hyperledger fabric, ethereum, padrões de segurança. Assim como do nível 2 é perceptível que uma gama de respostas envolve NFT (Token não fungível) e Criptomoedas, gerando uma relação em que esses conhecimentos possam ser análogos a esses níveis.

Os níveis 4 e 5 apesar de não apresentarem uma profundidade em relação às respostas, exibem um conhecimento mais voltado para o Blockchain, desenvolvimento, aplicação. Apesar de a relação nível x conhecimento dar uma visão sobre os perfis relacionados a cada nível, esses resultados não podem ser tomados como absolutos, visto que respostas encontradas nos níveis 1 e 2 podem ser vistas também nos níveis seguintes. Entretanto, estamos analisando apenas os conhecimentos do aspecto de estudo, desconsiderando outras formas de ensino, o que pode este

Tabela 3 – Comparação do nível de conhecimento e estudo sobre Blockchain

| Nível | Resposta   |
|-------|--|
| 1°    | "Não"[31], "Nada"  |
| 2°    | "Não"[10], "O que era a tecnologia", "Nunca estudei, mas assisti um vídeo sobre", "Não, mas já ouvir de uns colegas sobre a Blockchain", "Sim, sobre o mercado envolvendo Blockchain", "Sim, apenas o que era, para apresenta em um debate, sobre NFT", "Sim, apenas o que era para uma apresentação", "Sim, sobre criptomoedas", "Sim, sobre NFT", "Sim, estudei a estrutura básica", "Estrutura da blockchain", "Não estudei nada relacionado. Só conheço a nomenclatura e o que se propõe a fazer", "Nunca estudei, só ouvir falar sobre", "Sobre NFT", "Sim, apenas o básico", "Sim, apenas o básico", "Sim, o básico", "Não estudei a fundo, mas já vi algo sobre", "Estudei sobre os sistemas que a blockchain usa", "NFT".  |
| 3°    | "Tecnologia por curiosidade, e sei sobre os padrões de segurança", "Sim, estudei sobre a tecnologia para realizar uma apresentação sobre NFT, nela estudei bastante sobre o que era a tecnologia, onde ela era aplicada, e quais suas possíveis áreas de atuação", "Sim, estudei as aplicações da tecnologia na sociedade e sobre o mercado de criptomoedas", "Não estudei", "Um pouco, para poder realizar um debate em sala. Mas, nada que seja muito aprofundado", "Algumas coisas de hyperleger fabric e um pouco de ethereum", "Blockchain e o mercado de criptomoedas", "Não", "Fui em uma palestra sobre", "sim, Jurisdição e a aplicação da Blockchain para jogos e criptomoeda", "Não me recordo", Solidy, bem o básico, so vi como funcionava as funções e variáveis", "Apenas o básico sobre a tecnologia", "Sim, criptomoeda, nft", "Sim, O que é blockchain e sobre NFT", "Sim", "Criptomoeda". |
| 4°    | "Nada tão específico, apenas rápidas pesquisas sobre o funcionamento geral da blockchain", "Criptomoedas, aplicações", "Sim, já estudei aprofundadamente sobre blockchain para desenvolver algo com a tecnologia", "Sim, estudei sobre o mercado de criptomoeda e NFT´s".  |
| 5°    | "Sim, toda a história de criação até às aplicações mais modernas, através de vídeos, ebooks e cursos online", "Pro meu tcc".   |

Fonte: Elaborada pelo autor.

relacionado ao nível de conhecimento mais elevado, mas com respostas encontradas em níveis baixos.

Ao analisar mais a fundo a Figura 14, é preceptiva uma grande carência em relacionada ao desenvolvimento com a tecnologia. Se comparado as pessoas que respondam com nível de conhecimento 5 na Tabela 3, e possível perceber que o número de pessoas que desenvolvem não se equipara ao número de pessoas que, tem esse conhecimento. Essa análise prova que o perfil dos participantes desta pesquisa nada sabe sobre desenvolver com a Blockchain.

Essa análise apresenta também, que se comparamos o que os participantes desta pesquisa apresentam maior conhecimento sobre a tecnologia do que de fato sabe interagir com ela. Apresentando um perfil mair teórico do que de desenvolvedor. A observação sobre carência de desenvolvedores em Blockchian, pode indicar um ponto de melhoria para as instituições de ensino, que possuem discentes, interessados a aprender e desenvolver com a tecnologia.

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo aborda o encerramento do presente trabalho que teve como objetivo realizar uma análise do conhecimento da comunidade acadêmica relacionada a Blockchain, através da distribuição e aplicação de um questionário, buscando entender, analisar e compreender o que os discentes sabem sobre Blockchain.

### 6.1 Conclusões Principais

Neste trabalho, objetivou-se de maneira geral analisar o nível de conhecimento dos discentes da Universidade Federal do Ceará (UFC), campus Quixadá, de forma a entender por vários ângulos, o que os discentes entendem desta tecnologia. Conforme a análise da pesquisa aplicada, foi possível concluir que o conhecimento por parte dos alunos se encontra em um nível médio para baixo, uma vez que os resultados analisados apresenta um grande volume de discentes com conhecimentos de 2 a 3.

Além disso, é possível concluir que ainda falta um interesse por parte dos discentes em aprofundar seus conhecimentos ou começar a estudar a tecnologia, o que não é visto em relação as práticas de desenvolvimento que são bem aceitas pela comunidade dos discentes. Uma possível solução para esse conflito de interesses poderia ser unir esses dois assuntos.

É possível identificar que, apesar dos níveis de conhecimento sobre a tecnologia estarem mais consentrados entre os graus 1, 2 e 3, os discentes conseguem realizar relações, de como a Blockchain poderia se relacionar com as áreas da sociedade. Contudo, o mesmo pretexto aplicado ao curso apresentou um certa dificuldade em criar uma relação, uma vez que a maioria não soube como essa relação poderia acontecer.

Assim é possível perceber que a uma necessidade de capacitação destes discentes, principalmente em relação à área do desenvolvimento, que em comparação ao conhecimento teórico apresenta uma alta carência, com apenas 3% dos participantes tendo desenvolvido algo, o que sugere uma deficiência nessa área.

Com os dados e as análises apresentadas ao longo do trabalho é possível identificar que o perfil dos participantes desta pesquisa é um aluno entre o 5º e o 8º semestre dos cursos ofertados pelo campus UFC de Quixadá, que tem um conhecimento entre básico e intermediário sobre Blockchain, que mostra um certo interesse pelo desenvolvimento/pesquisa com a tecnologia, como também para a participação em atividades de aprendizado, com pouco envolvimento

com tecnologia bem como no desenvolvimento de tecnologia com Blockchain, conseguindo realizar relações de correlação entre as áreas da sociedade e a Blockchain, mostrando um certo interesse na disseminação da tecnologia no curso.

Em suma, espera-se que tais resultados tragam de forma significativa uma nova visão sobre a relação discentes e a tecnologia Blockchain, dentro da universidade, e que esse estudo sirva como fator motivacional interna e externamente à comunidade acadêmica, integrando coordenadores de cursos, diretores, reitores, professores, bem como os alunos, no incremento da Blockchain, seja, em carga horarias nos cursos, na própria universidade, ou, através de programa de extensão desenvolvimento e pesquisar, levando ao aprimoramento dos conhecimentos na tecnologia, e do valor do curso para a sociedade.

## **6.2 Contribuições e Dificuldades da Pesquisa**

Este trabalho traz como benefício uma forma de entender o que os discentes compreendem sobre Blockchain, apresentando análises e discussões sobre o nível de conhecimento dos discentes, o que estudam ou conhecem, como relacionariam a tecnologia com o curso e com a sociedade. Além disso, o presente trabalho, apresenta um interesse positivo por parte dos discentes em aprender, desenvolver e pesquisar sobre a tecnologia.

Salienta-se que apesar dos dados obtidos da pesquisar trazerem um enriquecimento para a pesquisa e a área ao qual ela esta ambientada, ela não representa o todo, uma vez que, apesar de o número de respostas ser considerado aceitável no contexto ao qual está sendo aplicada, ainda foi muito baixo e limitado a apenas uma única unidade de ensino superior.

## **6.3 Trabalhos Futuros**

Para futuras pesquisas, sugere-se que uma ampliação na divulgação do questionário seja feita, buscando mais respostas para enriquecer a pesquisa, bem como a ampliação da divulgação em outras unidades de ensino, que possam abordar diversas outras áreas do ensino. Uma vez com a distribuição em novas unidades, e os dados obtidos com essas pesquisas, novas questões podem ser abordadas.

## REFERÊNCIAS

- ALAMMARY, A.; ALHAZMI, S.; ALMASRI, M.; GILLANI, S. Blockchain-based applications in education: A systematic review. **Applied Sciences**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 12, p. 2400, 2019.
- ALBEYATTI, A. **Meddicalchain white paper**. Disponível em: <https://medicalchain.com/Medicalchain-Whitepaper-EN.pdf/>: [S.l: sn], 2018. Acesso em: 31 maio 2022.
- ALIAGA, Y. E. M.; HENRIQUES, M. A. A. Uma comparação de mecanismos de consenso em blockchains. PROCEEDINGS OF THE ENCONTRO DOS ALUNOS E DOCENTES DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE COMPUTACAO E AUTOMACAO INDUSTRIAL, Campinas, Brazil, p. 26–27, 2017.
- AVAST. **91,84% dos brasileiros acreditam que o sistema eletrônico de votação pode ser violado nas eleições**. Disponível em: <https://press.avast.com/pt-br/9184-dos-brasileiros-acreditam-que-o-sistema-eletronico-de-votacao-pode-ser-violadonas-eleicoes/>: [S.l.], 2018. Acesso em: 4 jun 2022.
- BIT2ME. **O que é um hash?** Disponível em: <https://academy.bit2me.com/pt/o-que-e-hash/>: Bit2me Academy, 2022. Acesso em: 24 abr 2022.
- BORE, N.; KARUMBA, S.; MUTAHI, J.; DARNELL, S. S.; WAYUA, C.; WELDEMARIAM, K. Towards blockchain-enabled school information hub. In: . [S.l.]: PROCEEDINGS OF THE NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT, 2017. p. 1–4.
- CARDOSO, A. A.; COSTA, E. S.; SILVEIRA, F. A. Criptomoedas e blockchain no processos de inovação social. In: **Anais [...], volume=2, publisher = [S.l: sn], year=2018**. [S.l.: s.n.].
- CARO, M. P.; ALI, M. S.; VECCHIO, M.; GIAFFREDA, R. Blockchain-based traceability in agri-food supply chain management: A practical implementation. In: IEEE. **2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture-Tuscany (IOT Tuscany)**. [S.l.], 2018. p. 1–4.
- CHANDLES, S. **BLOCKCHAIN no Campus**: Universidades encontrando seu papel como pesquisador e promotor. Disponível em: <https://cointelegraph.com.br/news/blockchain-on-campus-universities-finding-their-role-as-researcher-and-promoter/>: [S.l: sn], 2018. Acesso em: 11 maio 2022.
- CHEN, C.; WANG, C.; HOU, J.; WANG, L.; ZHANG, P.; XU, R.; QU, X.; ZHANG, H. **Strategy of Training Blockchain Talents in Application-oriented Universities**: A case study. [S.l: sn], 2019.
- CHEN, W.; XU, Z.; SHI, S.; ZHAO, Y.; ZHAO, J. A survey of blockchain applications in different domains. In: **PROCEEDINGS OF THE 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND APPLICATION**. [S.l.]: [sn], 2018. p. 17–21.
- CONCEIÇÃO, A. F. da; ROCHA, V. M.; PAULA, R. F. de. Blockchain e aplicações em saúde. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2019.
- COUTINHO, E.; BEZERRA, W.; MAIA, D. Uma análise inicial sobre a aplicação de blockchain na sociedade. In: **Anais [...]**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2021. p. 45–56. ISSN 2763-8707.

DEDEOGLU, V.; JURDAK, R.; PUTRA, G. D.; DORRI, A.; KANHERE, S. S. A trust architecture for blockchain in iot. In: . [S.l.]: PROCEEDINGS OF THE 16TH EAI INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE AND UBIQUITOUS SYSTEMS: COMPUTING, NETWORKING AND SERVICES, 2019. p. 190–199.

ESCOBAR, M. G. **Contextualização e Introdução ao BlockChain**. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pet/sistemas-de-informacao/2021/11/29/contextualizacao-e-introducao-ao-blockchain/>: [S.l: sn], 2021. Acesso em: 29 abr 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a.. ed. [S.l.]: Atlas, 2008.

LAMOUNIER, L. **A História Da Tecnologia Blockchain**: Conheça sua timeline. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/historia-da-tecnologia-blockchain/>: [S.l: sn], 2018. Acesso em: 29 abr 2022.

LIU, C.; XIAO, Y.; JAVANGULA, V.; HU, Q.; WANG, S.; CHENG, X. **Normachain**: A blockchain-based normalized autonomous transaction settlement system for iot-based e-commerce. **IEEE Internet of Things Journal**, IEEE, v. 6, n. 3, p. 4680–4693, 2018.

MANCINI, C. **BLOCKCHAIN na educação**: combate a diplomas falsos, inclusão social e conexão com empresas. Disponível em: <https://www.blocknews.com.br/esg/future-of-money-blockchain-na-educacao-vai-da-inclusao-social-a-combate-a-diplomas-falsos/>: [S.l: sn], 2020. Acesso em: 11 maio 2022.

MENDONÇA, R. D.; GOMES, O. S.; VIEIRA, A. B.; NACIF, J. A. Tratamento de concessão e revogação de acesso a registros eletrônicos de saúde em blockchain. In: SBC. **Anais [...]**. [S.l.], 2021. p. 100–113.

MINGXIAO, D.; XIAOFENG, M.; ZHE, Z.; XIANGWEI, W.; QIJUN, C. A review on consensus algorithm of blockchain. In: IEEE. **2017 IEEE international conference on systems, man, and cybernetics (SMC)**. [S.l.], 2017. p. 2567–2572.

MONRAT, A. A.; SCHELÉN, O.; ANDERSSON, K. A survey of blockchain from the perspectives of applications, challenges, and opportunities. **IEEE Access**, IEEE, v. 7, p. 117134–117151, 2019.

MORAIS, A. M. d.; LINS, F. A. A. Uso de blockchain na educação: Estado da arte e desafios em aberto. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [sn], Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/tecnologia/uso-de-blockchain>, v. 22, n. 10, p. 78–100, 2020.

NESPOR, J. Cyber schooling and the accumulation of school time. **Pedagogy, Culture & Society**, Taylor & Francis, v. 27, n. 3, p. 325–341, 2019.

OLIVEIRA, W. M. T. **Token universitário por meio de Blockchain**. DCOMP-Departamento de Computação–Engenharia de Computação–São Cristóvão . . . , 2019.

PALMA, L. M.; VIGIL, M. A.; PEREIRA, F. L.; MARTINA, J. E. Blockchain and smart contracts for higher education registry in brazil. **International Journal of Network Management**, Wiley Online Library, v. 29, n. 3, p. e2061, 2019.

PETRONI, B. C. A.; GONÇALVES, R. F. Smart contracts baseados em blockchain na cadeia de custódia digital:: uma proposta de arquitetura. In: . [S.l.]: ICoFCS/2018. PROCEEDING OF THE THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON FORENSIC COMPUTER SCIENCE AND CYBER LAW. São Paulo, 2018. p. 23–30.

SCHECHTMAN, D. Introdução e guia prático a smart contracts (introduction and practical guide to smart contracts). **Available at SSRN 3317504**, [S.l.: sn], 2019.

SOUZA, E. de B.; CARNEIRO, E.; COUTINHO, A. Geração e validação de diplomas e certificados utilizando blockchain pública. In: SBC. **Anais [...]**. [S.l.], 2021. p. 54–59.

SRIVASTAVA, A.; BHATTACHARYA, P.; SINGH, A.; MATHUR, A.; PRAKASH, O.; PRADHAN, R. A distributed credit transfer educational framework based on blockchain. In: IEEE. [S.l.]: 2018 SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN COMPUTING, CONTROL AND COMMUNICATION TECHNOLOGY(IAC3T), 2018. p. 54–59.

TAPSCOTT, D.; TAPSCOTT, A. **Blockchain revolution**. [S.l.]: Senai-SP Editora, 2018.

THATCHER, C.; ACHARYA, S. Pharmaceutical uses of blockchain technology. In: IEEE. [S.l.]: 2018 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED NETWORKS AND TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS (ANTS), 2018. p. 1–6.

VIANA, C.; BRANDAO, A.; DIAS, D.; CASTELLANO, G.; GUIMARAES, M. de P. Blockchain para gerenciamento de prontuários eletrônicos. **Revista ibérica de sistemas e tecnologias de informação**, Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informacao, n. E28, p. 177–187, 2020.

YAMAMOTO, E. **USP e Ripple fazem parceria para inovação em blockchain**. Disponível em: <https://jornal.usp.br/institucional/usp-e-ripple-fazem-parceria-para-inovacao-em-blockchain/>: [S.l.: sn], 2019. Acesso em: 11 maio 2022.

ZHENG, Z.; XIE, S.; DAI, H.-N.; CHEN, X.; WANG, H. Blockchain challenges and opportunities: A survey. **International Journal of Web and Grid Services**, Inderscience Publishers (IEL), v. 14, n. 4, p. 352–375, 2018.

## APÊNDICE A – TCLE

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa científica. Caso você não queira participar, não há problema algum. Você não precisa me explicar porque, e não haverá nenhum tipo de punição por isso. Você tem todo o direito de não querer participar do estudo, basta fechar essa página. Para confirmar sua participação você precisará ler todo este documento e depois selecionar a opção correspondente no final dele.

Este TCLE se refere ao projeto de pesquisa **UM PANORAMA DO CONHECIMENTO EM BLOCKCHAIN POR DISCENTES DESENVOLVEDORES**.

Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações a seguir e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

O objetivo desta pesquisa é entender mais sobre conhecimento dos alunos do campus Quixadá sobre a tecnologia Blockchain.

A pesquisa será realizada por meio de um questionário online, constituído por 10 perguntas. Estima-se que você precisará de aproximadamente 3 a 5 minutos. A precisão de suas respostas é determinante para a qualidade da pesquisa.

Você não será remunerado, visto que sua participação nesta pesquisa é de caráter voluntária. Caso decida desistir da pesquisa você poderá interromper o questionário e sair do estudo a qualquer momento, sem nenhuma restrição ou punição.

Observações:

- 1) Você não receberá nenhum pagamento pela participação desta pesquisa.
- 2) A qualquer momento você poderá recusar a continuar participando da pesquisa e que também poderá retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.
- 3) Todas as informações obtidas através de sua participação serão utilizadas de forma anônima.

Contato:

Nome: Pedro Gabriel Rodrigues Luna Temoteo E-mail: [pedro.temoteo93@gmail.com](mailto:pedro.temoteo93@gmail.com)

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PILOTO

**Questão 1.** Qual o seu curso?

- (a) Sistemas de informação
- (b) Design Digital
- (c) Engenharia de Computação
- (d) Engenharia de Software
- (e) Redes de Computadores
- (f) Ciência da computação

**Questão 2.** Qual o seu semestre?

- (a) 1º ou 2º Semestre
- (b) 3º ou 4º Semestre
- (c) 5º ou 6º Semestre
- (d) 7º ou 8º Semestre
- (e) 9º ou mais

**Questão 3.** Você sabe o que é Blockchain?

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4
- (e) 5

**Questão 4.** Por onde se deu o seu primeiro contato com a Blockchain?

**Questão 5.** Você Já utilizou alguma tecnologia que envolvia Blockchain?

**Questão 6.** Você já desenvolveu alguma aplicação com Blockchain?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 7.** Você já estudou sobre Blockchain? Se sim, o quê?

**Questão 8.** Você participaria de um curso, workshop ou mini-curso relacionado a Blockchain?

- (a) Sim
- (b) Não
- (c) Talvez

**Questão 9.** Como você julga que Blockchain poderia se relacionar com o seu curso?

**Questão 10.** Em que setores da sociedade você julga que a Blockchain poderia ser inserida?

**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO VALIDADO**

**Questão 1.** Qual o seu curso?

- (a) Sistemas de informação
- (b) Design Digital
- (c) Engenharia de Computação
- (d) Engenharia de Software
- (e) Redes de Computadores
- (f) Ciência da computação

**Questão 2.** Qual o seu semestre?

- (a) 1º ou 2º Semestre
- (b) 3º ou 4º Semestre
- (c) 5º ou 6º Semestre
- (d) 7º ou 8º Semestre
- (e) 9º ou mais

**Questão 3.** Você sabe o que é Blockchain?

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4
- (e) 5

**Questão 4.** Você já estudou algo relacionado a Blockchain? Se sim, o que?

**Questão 5.** Você já utilizou alguma tecnologia que envolvia Blockchain? Se sim, qual?

**Questão 6.** Você já desenvolveu alguma aplicação com Blockchain?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 7.** Você acha relevante o desenvolvimento de pesquisas/desenvolvimento de tecnologias relacionadas a Blockchain nas universidades?

- (a) Sim
- (b) Não

**Questão 8.** Você participaria de um curso, workshop ou mini-curso relacionado a Blockchain?

- (a) Sim
- (b) Não
- (c) Talvez

**Questão 9.** Como você julga que Blockchain poderia se relacionar com o seu curso?

**Questão 10.** Em que setores da sociedade você julga que a Blockchain poderia ser inserida?