

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**  
**CAMPUS CAMPINA GRANDE**  
**CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO**

**JÔNATAS TAVARES DOS SANTOS**

**USO DE SMART CONTRACTS PARA MITIGAR A SITUAÇÃO DE**  
**VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA DE ALUNOS DO ENSINO PÚBLICO**  
**DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2021**

JÔNATAS TAVARES DOS SANTOS

**USO DE SMART CONTRACTS PARA MITIGAR A SITUAÇÃO DE  
VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA DE ALUNOS DO ENSINO PÚBLICO  
DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Campina Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador: Prof. Dr. Katyusco de Farias Santos

CAMPINA GRANDE – PB

2021

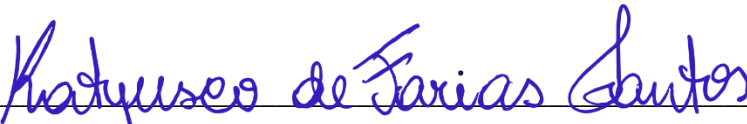
JÔNATAS TAVARES DOS SANTOS

**USO DE *SMART CONTRACTS* PARA MITIGAR A SITUAÇÃO DE  
VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA DE ALUNOS DO ENSINO PÚBLICO  
DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Campina Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática.

APROVADO EM: 19/05/2021

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Katysco de Farias Santos – Orientador  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ianna Maria Sodré Ferreira de Sousa – Coordenadora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Dedico este trabalho a todos que contribuíram direta ou indiretamente em minha formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha amada família pela presença e apoio ao longo de toda minha vida e toda minha jornada acadêmica até aqui. Agradeço, especialmente, à minha mãe, Ireneide Cristino Tavares dos Santos, e ao meu irmão, Jordam Tavares dos Santos, por me darem o incentivo, a oportunidade e o privilégio — que muitos jovens e adultos infelizmente não podem ter — de ter acesso à educação de qualidade, um ambiente adequado para estudar sem maiores preocupações, além de um lar repleto de carinho, valores e princípios.

Tenho um carinho e gratidão muito especial ao Instituto Federal da Paraíba que me guiou, ensinou e confirmou a importância da educação, ciência e tecnologia em nossas vidas e em nossa sociedade. Sou grato, também, a todos professores que essa casa me deu, por me ensinarem não somente a ser um bom profissional, mas, ainda, a ser um ser humano melhor. Em especial, há alguns professores pelos quais eu tenho um carinho singular. Agradeço ao Prof. Dr. Katysco de Farias Santos, meu orientador neste trabalho, que me ensinou que a informática só faz sentido quando ela é moldada para trazer algum benefício para nossa comunidade. Agradeço à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ianna Maria Sodré Ferreira de Sousa que, através de projetos de extensão, incentivou-me e mostrou que eu posso ir longe quando nem eu mesmo acredito em mim.

Agradeço a todos os meus amigos por confiarem em mim e sempre estarem comigo nos momentos em que mais precisei. Obrigado André Yuri, Clézia Mirielly, Rívelly e Thaynara por todo companheirismo e apoio que me deram em todos os momentos que estivemos juntos. Obrigado Geovana Stefani, Lucas, Maria Letícia e Mateus por todas as horas de estudo juntos, conversas trocadas e debates super construtivos sobre os mais variados assuntos. Obrigado Catarina e Nicolas Lohan por me incentivarem a aprender, participar de olimpíadas científicas e por compartilharem o mesmo gosto musical que eu, sempre me apresentando novas músicas. Obrigado Gildércia e João Vitor por confiarem no meu potencial e me convidarem para fazer pesquisa junto a vocês, sem isso, talvez eu nem soubesse o que é *Blockchain*. Todos vocês foram importantíssimos ao me proporcionarem ricos momentos inesquecíveis, imensamente gratificantes e, indubitavelmente, ajudaram-me a construir partes do que sou hoje.

Por fim, agradeço a todos os meus colegas que me acompanharam durante todo o período do curso, servindo-me de eixo e, com certeza, proporcionando-me muitas risadas. Cada discente e docente que passou pela turma do Curso Técnico Integrado em Informática 2018.1 tem um lugar especial reservado em meu coração. Durante os últimos três anos, conheci muitas pessoas incríveis, seja na sala de aula, na área de vivência, no auditório e nos corredores do instituto ou, até mesmo, no ônibus a caminho de casa, cada uma com sua singularidade.

Toda essa pluralidade construída nesses espaços abalou o conceito que eu tinha do mundo e me apresentou as mais diversas realidades, algumas, antes desconhecidas por mim. Todas essas experiências vividas não me prepararam apenas para o mercado de trabalho, mas me prepararam para a vida. Se antes eu me sentia inseguro, hoje sinto que estou pronto para tentar realizar qualquer coisa que desejar. Se antes eu tinha dificuldades para me relacionar com outras pessoas, hoje sinto que posso firmar os mais fortes laços de amizade. Se antes eu não sabia sequer o que eram algoritmos, hoje eu sinto que sou capaz de desenvolver bons *softwares*.

Quando ingressei neste curso, nunca imaginei que viveria ao menos 1% de tudo o que vivi. Sou muito grato por cada detalhe e carrego apenas boas lembranças dessa fase importantíssima em minha vida. “Tudo” pode ser uma palavra muito abstrata, e, basicamente, pode ser definida como “o contrário de nada”. Talvez na língua portuguesa não haja palavras capazes de expressar com exatidão o que sinto. Entretanto, se tivesse que resumir o que estou sentindo neste momento em duas palavras, elas seriam *saudade* e *gratidão*. Saudade pelos momentos que, agora, estarão apenas em minha memória e coração, e gratidão por tudo.

*“Nós só podemos ver um pouco do futuro, mas  
o suficiente para perceber que há muito a  
fazer.”*

(Alan Turing)

## RESUMO

No ano de 2020, no Brasil, milhões de estudantes foram afetados pela pandemia de COVID-19. Nesse sentido, instituições de ensino tiveram que recorrer ao ensino à distância, prejudicando, em maioria, discentes em situação de vulnerabilidade socioeconômica sem acesso à internet. Nessa conjuntura, este trabalho objetiva, através de pesquisas bibliográficas, compreender os impactos causados pela pandemia e investigar formas de mitigar essa situação sob uma perspectiva tecnológica. Partindo do pressuposto de que doações podem contribuir para reduzir essas desigualdades, foram buscadas respostas que expliquem o porquê de as pessoas confiarem e realizarem, ou não, doações. A partir disso, valendo-se da tecnologia *Blockchain*, foi desenvolvido um *smart contract* na linguagem de programação *Solidity*, com requisitos e casos de uso devidamente representados em diagramas, que simula um sistema de doações transparente e seguro, superando, assim, o impasse da falta de confiança nas organizações que arrecadam doações. Promovendo, consequentemente, o auxílio a estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica durante a pandemia do novo coronavírus.

**Palavras-chave:** Blockchain. Contratos Inteligentes em Solidity. Doações. Pandemia. Vulnerabilidade Educacional.



## **ABSTRACT**

In 2020, in Brazil, millions of students were affected by the COVID-19 pandemic. In this way, educational institutions had to resort to distance education, harming, in the majority, students in a situation of socioeconomic vulnerability without access to the internet. In this context, this work aims, through bibliographic research, to understand the impacts caused by the pandemic and to investigate ways to mitigate this situation from a technological perspective. Based on the assumption that donations can contribute to reduce these inequalities, answers were sought to explain why people trust and make donations, or not. From this, using the Blockchain technology, a smart contract was developed in the Solidity programming language, with requirements and use cases properly represented in diagrams, which simulates a transparent and secure donation system, therefore overcoming the impasse of lack of trust in organizations that collect donations. Consequently, promoting the assistance to students in a situation of socioeconomic vulnerability during the pandemic of the new coronavirus.

**Keywords:** Blockchain. Smart Contracts in Solidity. Donations. Pandemic. Educational vulnerability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Motivações para Não Doar .....	13
<b>Figura 2</b> – ODS 4 - Educação de Qualidade.....	14
<b>Figura 3</b> – ODS 10 - Redução das Desigualdades.....	15
<b>Figura 4</b> – Gráfico Desemprego no Brasil entre 2012 e 2020.....	18
<b>Figura 5</b> – Gráfico Desemprego no Brasil.....	19
<b>Figura 6</b> – Coalizão Global de Educação da UNESCO .....	20
<b>Figura 7</b> – Logotipo da Blockchain Ethereum .....	22
<b>Figura 8</b> – Logotipo da Linguagem Solidity .....	23
<b>Figura 9</b> – Diagrama de Casos de Uso .....	26
<b>Figura 10</b> – Diagrama de Classes .....	26
<b>Figura 11</b> – Cadastro de Doador e Estudante .....	28
<b>Figura 12</b> – Doação Abaixo da Meta do Estudante .....	29
<b>Figura 13</b> – Doação Acima da Meta do Estudante .....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	14
1.3 OBJETIVOS .....	15
<b>1.3.1 Geral .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2 Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 DOAÇÕES ANTES DA PANDEMIA DE COVID-19 .....	17
2.2 VULNERABILIDADE SOCIAL DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19 .....	18
2.3 EDUCAÇÃO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19.....	19
2.4 <i>BLOCKCHAIN</i> .....	21
2.5 <i>ETHEREUM</i> .....	22
2.6 <i>SMART CONTRACT</i> NA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO <i>SOLIDITY</i> .....	23
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>4 DOCUMENTAÇÃO DO <i>SMART CONTRACT</i> DESENVOLVIDO .....</b>	<b>26</b>
4.1 DIAGRAMAS .....	26
<b>4.1.1 Diagrama de Casos de Uso.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.2 Diagrama de Classes.....</b>	<b>26</b>
4.2 REQUISITOS FUNCIONAIS .....	27
4.3 CLASSES .....	27
<b>4.3.1 Doações .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.2 Doadores .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3.3 Estudantes .....</b>	<b>28</b>
4.4 EXEMPLOS DE EXECUÇÃO .....	28
4.5 CÓDIGO.....	30
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>6 TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>35</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No primeiro trimestre de 2020, pessoas ao redor do globo se chocaram com notícias a respeito de milhares de mortes em todo o mundo. Com sintomas semelhantes aos de uma “pneumonia”, descobriu-se, mais tarde, que os casos se tratavam de uma, até então, nova doença infectocontagiosa causada em decorrência do vírus SARS-CoV-2. A doença, chamada de COVID-19 pelos cientistas, surgiu em dezembro de 2019, em Wuhan, na China, porém, devido ao seu alto fator de transmissibilidade, espalhou-se rapidamente por todos os continentes do globo.

A Organização Mundial de Saúde (OMS), no dia 30 de janeiro de 2020, declarou o surto de COVID-19 como Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII). Segundo o Regulamento Sanitário Internacional (RSI), assinado na Assembleia Mundial da Saúde em Genebra, na Suíça, no ano de 2005, uma Emergência de Saúde Pública é definida como: a manifestação de uma doença, ou uma ocorrência que cria um potencial para doença, que, por meio de propagação internacional, demanda uma rápida resposta internacional coordenada (OMS, 2016, p. 9).

Com a chegada do vírus ao continente americano, o Ministério da Saúde brasileiro — por meio da Portaria Nº 188, publicada em 3 de fevereiro de 2020, no Diário Oficial da União — reconheceu, a partir das declarações da OMS, Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) devido à doença. Assinado pelo, até então, ministro da Saúde Luiz Henrique Mandetta, o decreto impôs medidas de isolamento social, fechando as portas de escolas e demais estabelecimentos não considerados de funcionamento essencial (BRASIL, 2020a).

A partir das declarações e legislações de nível internacional e de nível nacional supracitadas, foram tomadas medidas para tentar reduzir o número de novos casos e o número de óbitos em todas as esferas. Inicialmente, a OMS recomendou três ações básicas: isolamento e tratamento dos casos identificados, testes massivos e distanciamento social (OMS, 2020). Nesse contexto, para seguir as recomendações, esforços coletivos foram necessários, tanto Estado quanto a sociedade em geral tem um papel fundamental para o cumprimento de tais ações. Pode-se dizer, então, que o mundo inteiro teve de se reinventar para superar os impasses causados pela pandemia.

Além de afetar diretamente a saúde pública ao nível internacional, a pandemia, também, deixou outros setores em estado caótico. Um dos setores mais afetados, sem dúvidas, foi o setor socioeconômico. Morte, desemprego, fome, exclusão foram se tornando cada vez mais comuns

na vida cotidiana dos cidadãos brasileiros. Pode-se dizer, então, que a pandemia transformou um mundo que, mesmo antes, já era repleto de desigualdades, em um espaço ainda mais acirrado para todos.

## 1.1 PROBLEMA

Nesse cenário pandêmico, tornaram-se ainda mais evidentes as desigualdades socioeconômicas sobre todo o território brasileiro, sobretudo, no âmbito educacional. Nesse contexto, Instituições de Ensino (IE), do nível infantil à pós-graduação, precisaram se reinventar para continuar oferecendo um ensino de qualidade e com toda segurança — tanto para discentes, quanto para docentes, técnicos administrativos e demais funcionários. Sendo assim, a melhor alternativa encontrada foi recorrer à internet como intermediária entre instituição e aluno, ministrando aulas de forma remota.

Longe dessa realidade, muitos alunos em situação de vulnerabilidade social que frequentavam escolas da rede pública de ensino acabaram ficando sem ter como assistir às aulas. Sem ter condições para manter um plano de dados ativo, e/ou sem possuir dispositivos eletrônicos capazes de acessar a rede, para utilizá-la. Impossibilitando, dessa forma, o aluno de realizar todas as suas atividades e seus deveres enquanto discente, tornando-se impraticável se manter um aluno assíduo (CUNHA *et al.*, 2020).

Diante do exposto, é indubitável que esta situação carece de ser mitigada com ações sejam elas vindas do Estado, da iniciativa privada, de Organizações não Governamentais (ONGs), da sociedade em geral ou, até mesmo, da união de todos estes setores, como um trabalho realizado coletivamente. Nessa conjuntura, um sistema de doações destinado a recolher capital para estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica seria muito bem-vindo nesta situação.

Atualmente já existem soluções que prometem cumprir a tarefa de recolher doações para as mais variadas causas sociais. Entretanto, são poucas as que, de fato, podem passar transparência e a noção de para onde está indo o dinheiro de cada doador. Conforme a Pesquisa Doação Brasil<sup>1</sup>, realizada em 2015 pelo Instituto para o Desenvolvimento do Investimento Social (IDIS)<sup>2</sup>, 48% dos brasileiros não realizaram nenhum tipo de doação — seja de dinheiro,

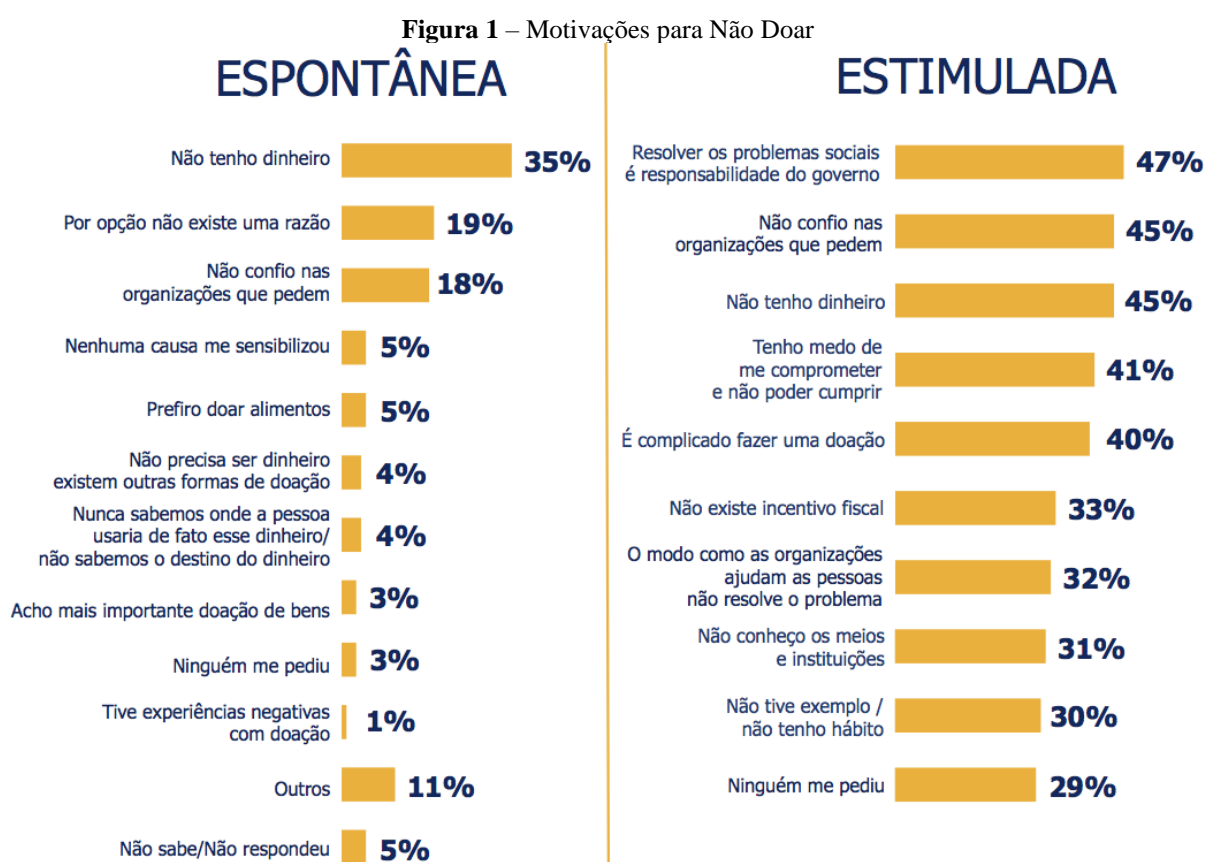
---

<sup>1</sup> A Pesquisa Doação Brasil é uma iniciativa coordenada pelo IDIS em parceria com um grupo de especialistas e atores relevantes para o campo da cultura de doação no Brasil. É a primeira pesquisa de abrangência nacional a mapear os hábitos de doação dos indivíduos no Brasil (IDIS, 2016).

<sup>2</sup> A IDIS é uma organização da sociedade civil de interesse público (OSCIP) fundada em 1999 e pioneira no apoio técnico ao investidor social no Brasil. Com a missão de inspirar, apoiar e ampliar o investimento social privado e seu impacto, trabalhamos junto a indivíduos, famílias, empresas, fundações e institutos corporativos e familiares,

alimentos e/ou bens — naquele ano.

Outrossim, a pesquisa ainda tentou encontrar as motivações que levaram essas pessoas a não doarem. De acordo com a mesma pesquisa, quando perguntados por que não doam, 18% dos entrevistados responderam que não confiam nas organizações que pedem as doações; já outros 4% responderam que nunca sabem onde a pessoa usaria de fato esse dinheiro/não sabem o destino do dinheiro. Além disso, quando convidados a avaliar a importância de razões para doar, 45% dos entrevistados responderam que não confiam nas organizações que pedem (IDIS, 2016).



Fonte: Instituto para o Desenvolvimento do Investimento Social<sup>3</sup>

Dessa forma, pode-se concluir, então, que a falta de confiança nas instituições e métodos de doações são os principais responsáveis pela recusa de possíveis doadores. Por mais que estes indivíduos tenham condições financeiras para realizar alguma categoria de doação e, além disso, possuam ideologias, convicções e desejos favoráveis para a realização desta boa ação, ainda assim os fatores supracitados acabam contribuindo para que estas pessoas não doem.

assim como organizações da sociedade civil em ações que transformam realidades e contribuem para a redução das desigualdades sociais no país (IDIS, c2021).

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.idis.org.br/pesquisadoacaobrasil/resultados/as-motivacoes-para-nao-doar>. Acesso em: 23 abr. 2021.

Sendo assim, urge a necessidade de ampliar conceitos de transparência por parte de instituições e plataformas de doações.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Em um mundo onde se ouve falar sempre a respeito de corrupção, lavagem de dinheiro, fraudes, etc., é comum desconfiar de organizações, instituições e pessoas. A partir disso, compreende-se que doações podem representar sim uma importante medida a ser tomada para mitigar a situação de estudantes em vulnerabilidade. Apesar da existência de ferramentas para tal, compreende-se que se faz necessário a criação de uma nova.

Valendo-se da tecnologia *Blockchain*, é possível superar alguns dos impasses que impedem as pessoas de doarem para quem precisa. Nesse sentido, por se tratar de uma tecnologia distribuída, imutável e facilmente auditável, é possível passar a segurança e a transparência que o doador precisa ter para confiar o capital ou bem doado (GREVE *et al.*, 2018). Doando sob a confiabilidade que a rede proporciona, é possível doar e ter a certeza de que o seu dinheiro está indo exatamente para onde deveria.

Outrossim, o desenvolvimento de um *smart contract* que permita fazer doações contribui com alguns Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda 2030 da Organização das Nações Unidas<sup>4</sup> (ONU). Dentre os 17 ambiciosos e interconectados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, este trabalho pretende contribuir com o cumprimento de dois deles: Educação de Qualidade (ODS 4) e Redução das Desigualdades (ODS 10).

**Figura 2 – ODS 4 - Educação de Qualidade**



Fonte: ONU Brasil<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Fundada em 1945, a Organização das Nações Unidas é uma organização intergovernamental criada com o objetivo de promover a cooperação internacional (ONU, c2021).

<sup>5</sup> Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/4>. Acesso em: 23 abr. 2021.

Por meio desse trabalho, é possível fornecer e/ou aperfeiçoar o acesso à educação de estudantes que se encontrem em situação de vulnerabilidade durante a pandemia, fazendo isso de forma segura e confiável. Desse modo, contribui-se para o cumprimento do ODS número 4, Educação de Qualidade, que objetiva assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (ONU, 2015, p. 23).

**Figura 3 – ODS 10 - Redução das Desigualdades**



Fonte: ONU Brasil<sup>6</sup>

Ademais, por promover equidade entre os estudantes, contribui, também, como o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 10, Redução de Desigualdades, cuja finalidade é reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles (ONU, 2015, p. 29). Sendo assim, este trabalho emprega novas tecnologias de forma a cooperar com objetivos para um mundo mais equitativo.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Geral

O objetivo deste trabalho é, valendo-se da tecnologia *Blockchain*, construir um *smart contract* na linguagem *Solidity* que simule um sistema de doações seguro, confiável e transparente, possibilitando, ainda, o rastreamento dessas doações de ponta a ponta. Para assim, enfim, ajudar estudantes que estejam em situação de vulnerabilidade socioeconômica que foi, drasticamente, aumentada durante a pandemia de COVID-19.

#### 1.3.2 Específicos

- Compreender os impactos da pandemia do novo coronavírus na vida acadêmica de

<sup>6</sup> Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/10>. Acesso em: 23 abr. 2021.



estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica;

- Identificar os modelos de doações disponíveis atualmente;
- Entender o que é e como funciona a tecnologia *Blockchain*;
- Buscar soluções a partir da tecnologia *Blockchain*;
- Desenvolver um protótipo de *smart contract*, na linguagem de programação *Solidity*, para um sistema de doações;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho tem como principais pilares os setores de educação, social e inovação tecnológica. Nesse sentido, é primordial compreender a situação pandêmica vivida a partir do ano de 2020, no Brasil, e as suas consequências para os cidadãos brasileiros nesse período. Além disso, é necessário ter um entendimento acerca dos contratos inteligentes na rede *Ethereum* da *Blockchain*.

### 2.1 DOAÇÕES ANTES DA PANDEMIA DE COVID-19

A ideia e necessidade de fazer doações pela internet não surgiu agora. Em um mundo altamente competitivo e desigual, enxerga-se a necessidade e desejo de fazer o bem ao próximo. O advento da internet promoveu a conexão entre as pessoas, impulsionou e facilitou essas ações positivas. Antes da pandemia já existiam alguns meios de fazer doações através da internet. Seguem alguns exemplos:

- **Vakinha**<sup>7</sup>: Surgiu da ideia de fazer a famosa “vaquinha” — nome popular no Brasil para a arrecadação de dinheiro por um grupo de pessoas para pagar uma despesa — pela internet. O site objetiva levantar fundos para financiar projetos a partir de doações (VAKINHA, c2021).
- **Doare**<sup>8</sup>: Doare é uma fintech de doações online com soluções de captação de recursos para organizações filantrópicas (DOARE, c2021). O sistema da Doare é utilizado, inclusive, pelo famoso Instituto Luisa Mell<sup>9</sup> — ONG de proteção aos animais e meio ambiente.
- **Voaa**<sup>10</sup>: Voaa é uma “vaquinha” do site Razões Para Acreditar<sup>11</sup> — site de conteúdo positivo, com o propósito de fortalecer o otimismo das pessoas (RAZÕES PARA ACREDITAR, c2021). A partir dessa plataforma é possível doar para as causas e histórias contadas no site.

Ademais, no dia 5 de outubro de 2020, o Banco Central do Brasil (BCB) lançou o Pix, um novo meio de transferências e pagamento eletrônico do Brasil. Completamente integrado ao *internet banking* do cliente, o Pix promete ser uma plataforma para transferir e fazer

---

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.vakinha.com.br>. Acesso em: 26 abr. 2021.

<sup>8</sup> Disponível em: <https://doare.org>. Acesso em: 26 abr. 2021.

<sup>9</sup> Disponível em: <https://ilm.org.br>. Acesso em: 26 abr. 2021.

<sup>10</sup> Disponível em: <https://voaa.me>. Acesso em: 26 abr. 2021.

<sup>11</sup> Disponível em: <https://razoesparaacreditar.com>. Acesso em: 26 abr. 2021.

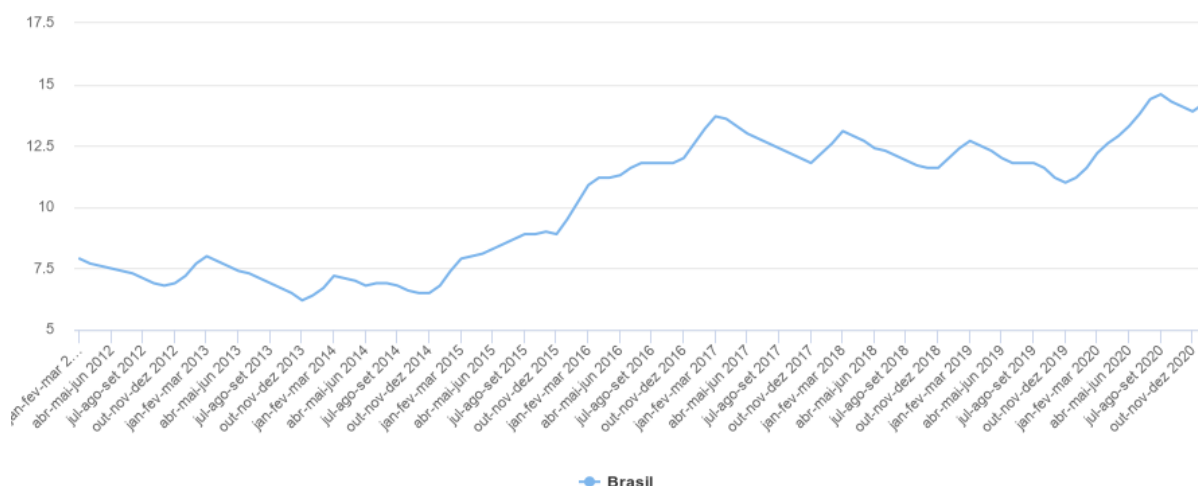
pagamentos de forma simples, instantânea e gratuita entre empresas, pessoas e qualquer instituição bancária (BCB, 2021). Por facilitar e democratizar, dessa forma, a maneira de fazer pagamentos e transferências, rapidamente a plataforma se tornou um sucesso entre as pessoas e passou a ser usada, também, para fazer doações.

Apesar da existência de simples, completas e úteis plataformas, como as citadas acima, as pessoas ainda tendem a ter uma forte desconfiança ao fazer doações. É justamente essa falta de confiança nas instituições que aceitam as doações, além das dúvidas a respeito de qual é o real destino do dinheiro arrecadado, fazem com que a prática das doações seja deixada de lado (IDIS, 2016).

## 2.2 VULNERABILIDADE SOCIAL DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

No dia 17 de março de 2020, no estado de São Paulo, o Ministério da Saúde confirmou a primeira morte em decorrência do coronavírus no Brasil<sup>12</sup>. A partir disso, o governo precisou tomar providências mais rígidas em relação aos cuidados com a pandemia. Uma das medidas tomadas, foi o início do isolamento social no Brasil, fechando, assim, as portas de escolas, lojas, restaurantes e demais estabelecimentos — exceto os considerados de funcionamento essencial — em todo o território nacional.

**Figura 4** – Gráfico Desemprego no Brasil entre 2012 e 2020



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>13</sup>

Mesmo antes da pandemia, brasileiros já encontravam inúmeras dificuldades para

<sup>12</sup> Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2020/03/17/sp-tem-primeira-morte-por-coronavirus-confirmada.htm>. Acesso em: 20 abr. 2021.

<sup>13</sup> Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9173-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-trimestral.html?=&t=series-historicas&utm\\_source=landing&utm\\_medium=explica&utm\\_campaign=desemprego](https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9173-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-trimestral.html?=&t=series-historicas&utm_source=landing&utm_medium=explica&utm_campaign=desemprego). Acesso em: 20 abr. 2021.

conseguir emprego. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último trimestre de 2019, a taxa de desocupação no Brasil fechou em 11% da população economicamente ativa, representando, assim, um número elevado de desemprego. Desde o ano de 2014, o desemprego no Brasil só cresce cada vez mais, como se pode ver no gráfico acima.

Nessa perspectiva, além dos horrores vividos no que diz respeito à saúde, a pandemia também provocou drásticas consequências do ponto de vista econômico. Em pouco tempo, foi possível perceber diversas alterações no que se diz respeito a empregos. Em poucos meses desde o início da pandemia, já foi possível ver as taxas de desemprego subindo de forma exponencial.

**Figura 5 – Gráfico Desemprego no Brasil**  
**Número (em mil) de desempregados no Brasil**

Em 5 meses de pandemia, contingente de desempregados aumentou 33,1%.

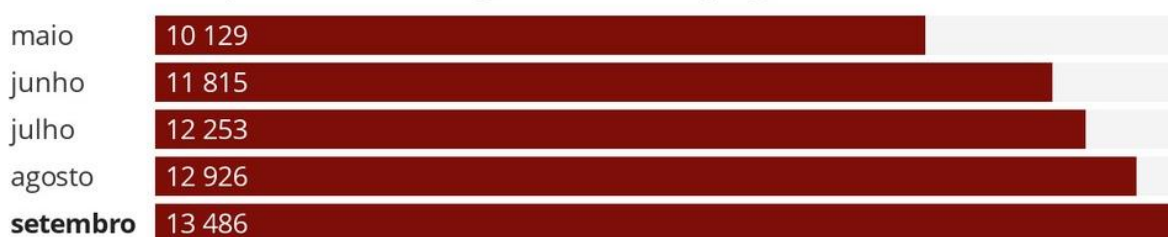


Gráfico: Economia/G1<sup>14</sup>. Fonte: IBGE

Publicada no Diário Oficial da União do dia 2 de abril de 2020, a Lei nº 13.982 instituiu a criação de um Auxílio Emergencial. Inicialmente pago no valor de R\$ 600,00/mês (seiscentos reais mensais), para pessoas que cumprissem alguns requisitos. Instituído para ser pago durante 3 (três) meses, o benefício passou por prorrogações e cancelamento. Apesar dos esforços para superar os impasses econômicos causados pela pandemia, o benefício não conseguiu suprir todas as necessidades da população que necessitava dele (BRASIL, 2020b).

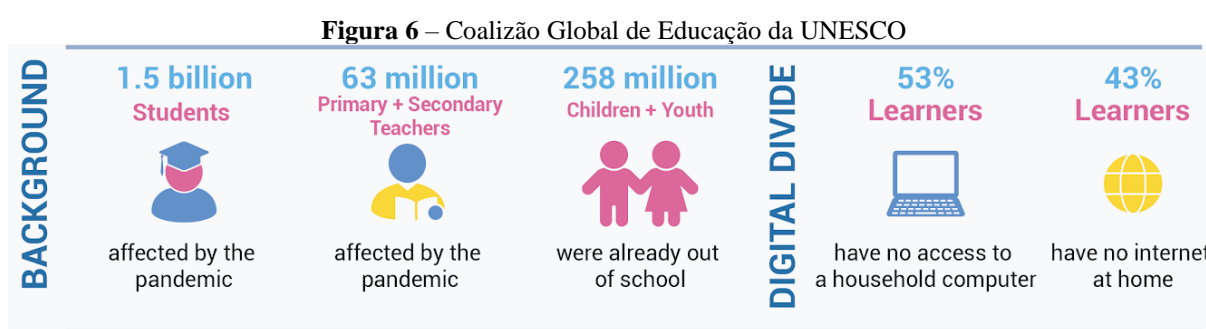
### 2.3 EDUCAÇÃO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), no auge da pandemia, mais de 1,5 bilhão de estudantes — representando quase 90% da população estudantil no mundo — foram prejudicados e ficaram sem aulas com o fechamento total ou parcial de escolas e universidades em mais de 190 países devido à pandemia do coronavírus (UNESCO, 2020). Tal acontecimento tem afetado de forma

<sup>14</sup> Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2020/10/23/no-de-desempregados-diante-da-pandemia-aumentou-em-34-milhoes-em-cinco-meses-aponta-ibge.ghtml>. Acesso em: 20 abr. 2021.

extremamente negativa as desigualdades de aprendizagem no mundo inteiro. Além da preocupação em relação à situação da educação de pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica, a UNESCO ainda pontua eixos de conectividade e gênero.

Ainda de acordo com a UNESCO, cerca de 53% dos estudantes não têm acesso a computador em casa, e outros 43% não possuem acesso à internet (UNESCO, 2020). Mostrando assim que a situação está sendo crítica para todos, sobretudo nos países subdesenvolvidos. Devido às incertezas em relação ao tempo de duração da pandemia e quando a situação será, por fim, normalizada, os danos causados a longo prazo são incalculáveis e ainda é difícil encontrar possíveis saídas para contornar essa situação durante e após a pandemia.



Fonte: UNESCO<sup>15</sup>

No Brasil, a situação não foi muito diferente da enxergada na macroescala. O Ministério da Educação, através de um Conselho Nacional de Educação, fez uma análise de que a possibilidade de longa duração da suspensão das atividades escolares presenciais por conta da pandemia da COVID-19 poderá acarretar (BRASIL, 2020c):

- dificuldade para reposição de forma presencial da integralidade das aulas suspensas ao final do período de emergência, com o comprometimento ainda do calendário escolar de 2021 e, eventualmente, também de 2022;
- retrocessos do processo educacional e da aprendizagem aos estudantes submetidos a longo período sem atividades educacionais regulares, tendo em vista a indefinição do tempo de isolamento;
- danos estruturais e sociais para estudantes e famílias de baixa renda, como stress familiar e aumento da violência doméstica para as famílias, de modo geral; e
- abandono e aumento da evasão escolar.

Todos esses fatores revelam que o problema existe e demanda que atitudes sejam tomadas, sejam elas pelo Estado, iniciativa privada, ONGs ou pela sociedade em geral.

<sup>15</sup> Disponível em: <https://pt.unesco.org/news/covid-19-como-coalizao-global-educacao-da-unesco-esta-lidando-com-maior-interruptao-da>. Acesso em: 25. abr. 2021.

## 2.4 BLOCKCHAIN

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho é primordial pôr segurança e transparência em primeiro plano. Para isso, valeu-se da tecnologia *Blockchain*, mais especificamente, da rede *Ethereum*. De forma imutável, *Blockchain* se configura como uma espécie de livro-razão descentralizado (*decentralized ledger*), que, de forma completamente distribuída, pode ser sempre verificado e auditado publicamente, visto que está sempre disponível na rede (GREVE *et al.*, 2018).

A *blockchain* introduz o novo paradigma do consenso sob demanda, onde o conjunto de nós da rede P2P concorda com a ordem em que blocos de transações vão sendo agregados à corrente de blocos, proporcionando um ambiente distribuído confiável, seguro, escalável e imutável para a realização e armazenamento de transações na Internet. A *blockchain* elimina a necessidade de uma terceira parte confiável e cria digitalmente uma entidade de confiança descentralizada (GREVE *et al.*, 2018).

Estudado desde a década de 90, a primeira aplicação *Blockchain* que se tem conhecimento, até hoje, foi desenvolvida por Satoshi Nakamoto. Sendo documentada no artigo “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”, e publicado em 2008, marcou o início e popularização do Bitcoin — criptomoeda descentralizada para transações *peer-to-peer* (ponto-a-ponto). Em 2009, o código foi publicado como código aberto, o que contribuiu ainda mais para a popularização da famosa criptomoeda (FERREIRA; PINTO; SANTOS, 2017).

O termo *Blockchain* surge no inglês “*block*” (bloco) + “*chain*” (cadeia), significando “cadeia de blocos”, em tradução literal. Nesse viés, o funcionamento da tecnologia *Blockchain* é viabilizado por meio do registro em blocos de cada transação feita, de modo que o bloco é distribuído pela rede, e em cada computador fica com um registro *hash* daquela transação, tudo isso em tempo real. Para isso, a rede analisa se cada computador ativo é válido e, então, adiciona o bloco à cadeia de blocos já presentes naquele nó, ganhando um registro permanente na rede. Além disso, cada bloco é conectado a outro, utilizando um forte esquema de criptografia. Assim, a rede *Blockchain* constitui em uma rede de blocos com transações imutáveis transparentes e permanentes para todos os computadores distribuídos nessa rede, de forma que não haja centralização.

O *blockchain* consiste em uma cadeia cronologicamente ordenada de blocos protegidos pela resolução de Proof-of-Work. O encadeamento é feito adicionando o hash do bloco anterior ao bloco atual. O alinhamento dos blocos de forma cronológica faz com que uma transação não possa ser alterada com antecedência sem alterar seu bloco e todos os blocos a seguir (FERREIRA; PINTO; SANTOS, 2017).

Atualmente sistemas na internet enfrentam problemas de privacidade e confiabilidade, requerendo, de forma cada vez mais urgente, a implementação de novos modelos para

solucionar tais problemas. Com a criação ainda recente, a tecnologia *Blockchain* vem ganhando espaço e visibilidade pelo grande potencial disponível para ser empregada na resolução desse tipo de problema. (FERREIRA; PINTO; SANTOS, 2017).

*Blockchain 50*, a lista das empresas que mais utilizaram a tecnologia no ano de 2020, publicada na revista Forbes, conta com a presença de empresas como PayPal, Visa e outras empresas do setor financeiro, incluindo, ainda, o Banco Industrial e Comercial da China, o maior banco do mundo. A lista também faz menção a famosas empresas como Microsoft, Google, Facebook e Amazon. Evidenciando, assim, que a tecnologia está ficando cada vez mais popular no mercado (BAMBY SHEVA *et al.*, 2021).

## 2.5 ETHEREUM

As aplicações *Blockchain* abrem espaço para uma gama de possibilidades que podem ser ricamente exploradas. Entretanto, existem, ainda, outras redes que se derivam da *Blockchain*, uma dessas redes é a *Ethereum*. Com *whitepaper* publicado originalmente em 2013, por Vitalik Buterin, o fundador da rede *Ethereum*, e lançada oficialmente em 2015, a plataforma *Ethereum* promoveu uma maior dinamicidade quando se fala em desenvolvimento de aplicações *Blockchain* (BUTERIN, 2013).

**Figura 7** – Logotipo da Blockchain Ethereum



Fonte: Wikipedia<sup>16</sup>

Nesse prosseguimento, a dinamicidade observada na rede *Ethereum* se deve ao fato de que ela, enquanto uma *Blockchain*, é destinada para um uso mais geral, não rigidamente definido, sendo completamente programável para realizar uma infinidade de tarefas. Por ter como pilar principal a descentralização, promove transparência, segurança e confiança. Ademais, o advento da rede *Ethereum* permitiu dar largos passos no que se trata de *smart contracts* (GONÇALVES, 2020).

A plataforma também introduz o conceito de Contratos Inteligentes, que é um programa de computador (uma série de comandos) que vive na rede *Ethereum*. Devido às características da *blockchain* descritas previamente, tem-se programas de

<sup>16</sup> Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ethereum>. Acesso em: 16 maio 2021.

computador confiáveis, que sempre executarão a mesma ação dadas as mesmas condições, sem a possibilidade de ficarem *offline*, fraude ou interferência externa, possibilitando a programação de contratos sem a necessidade de uma terceira parte intermediadora (GONÇALVES, 2020).

Pode-se dizer, então, que a rede *Ethereum* abriu margem para a realização de uma gama de atividades, sejam financeiras, ou não (BUTERIN, 2013). Sua existência, ainda que recente, demonstra grande utilidade e só tende a ser explorada cada vez mais pelo mercado mundo afora. Uma tecnologia atual, original e que promete revolucionar o desenvolvimento de soluções na atualidade.

## 2.6 SMART CONTRACT NA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO SOLIDITY

Os *smart contracts* são elementos de suma importância no funcionamento de uma *Blockchain*. Os contratos inteligentes foram, inicialmente, idealizados pelo criptógrafo e advogado Nick Szaboo, em seu artigo intitulado “*Smart Contracts: Building Blocks for Digital Free Markets*”, publicado em 1996. Assim, configuram-se como um contrato eletrônico autoexecutável e autônomo, que é usado de modo a eliminar a figura de um terceiro ou intermediário, atuando em um modelo *peer-to-peer* (CARVALHO; ÁVILA, 2019).

**Figura 8** – Logotipo da Linguagem Solidity



Fonte: Wikipedia<sup>17</sup>

Para poder desenvolver *smart contracts* para a *Blockchain Ethereum* e explorar todas as possibilidades, é necessário o uso de linguagem de programação. Nesse viés, a linguagem de programação *Solidity*, proposta por Gavin Wood, em 2014, foi desenvolvida para implementar contratos inteligentes em redes *Blockchain*, sendo utilizada, principalmente, na *Ethereum*. Ademais, a linguagem possui forte influência de outras já famosas linguagens, como Python, JavaScript e C++ (VALE, 2020).

Os Contratos Inteligentes nada mais são que os contratos codificados e colocados em uma base de dados de execução automática e autônoma. Já a tecnologia *Blockchain*, também conhecida como a rede de nós compartilhada, é um banco de dados que armazena diversas informações codificadas, insere as cláusulas do Contrato Inteligente em blocos imutáveis, e garante que a execução das obrigações se dê de

<sup>17</sup> Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Solidity>. Acesso em: 16 maio 2021.



modo imediato, autônomo e à prova de violações. Isso tudo para conferir maior rapidez, segurança e praticidade aos participantes da rede (CARVALHO; ÁVILA, 2019).

A linguagem *Solidity* é essencial para garantir que a criptografia e toda estrutura da rede Blockchain se mantenha em segurança. Portanto, pode-se dizer, então, que a linguagem *Solidity* é uma linguagem de alta relevância quando se fala em *smart contracts* e em *Blockchain*. Tendo, ainda, uma multiplicidade de aplicações, e um grande potencial de crescimento no mercado de *smart contracts*.

### 3 METODOLOGIA

O sucesso do presente trabalho consiste em alcançar a totalidade do seu objetivo geral proposto. Para tal, foram desenvolvidas atividades que vão desde a pesquisa acerca do tema, até o desenvolvimento de um *Smart Contract*. As atividades são organizadas de modo a atingir pelo menos um dos objetivos específicos listados anteriormente. O detalhamento de cada uma das atividades é descrito a seguir:

- **Atividade 1: Compreensão dos impactos da pandemia do novo coronavírus na vida acadêmica de estudantes em situação de vulnerabilidade** – É uma atividade contínua desenvolvida ao longo da execução do projeto. Para isso serão utilizadas pesquisas e produções científicas que tratem acerca do tema.
- **Atividade 2: Identificação dos modelos de doações disponíveis atualmente** – Apontado como uma das principais razões que levam pessoas a não realizarem doações, busca-se entender quais problemas dos modelos de doações existentes atualmente fazem-nos não serem confiáveis.
- **Atividade 3: Entendimento do que é e como funciona a tecnologia *Blockchain*** – Representando a base para o cumprimento do objetivo geral deste trabalho, esta tecnologia demanda pesquisar acerca de seu funcionamento e finalidade.
- **Atividade 4: Busca de soluções a partir da tecnologia *Blockchain*** – Após compreender a situação da pandemia, e discutir os problemas nos atuais métodos de doação, verificou-se como solucioná-los por meio da tecnologia *Blockchain*.
- **Atividade 5: Desenvolvimento de um protótipo de *smart contract* para um sistema de doações** – Com o resultado das pesquisas realizadas e o conhecimento adquirido sobre *Blockchain*, utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado *Remix*, construiu-se um *smart contract*, na linguagem de programação *Solidity*, capaz de registrar doações.

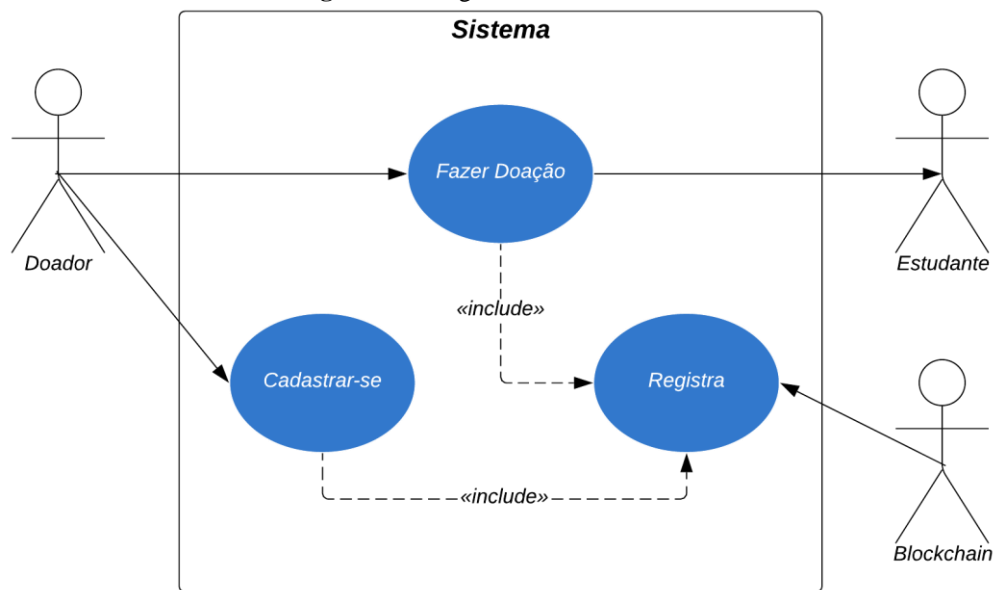
## 4 DOCUMENTAÇÃO DO *SMART CONTRACT* DESENVOLVIDO

### 4.1 DIAGRAMAS

Como parte da documentação do *smart contract* desenvolvido, foram construídos diagramas que permitem compreender melhor como o sistema está organizado, além de permitir a compreensão dele do ponto de vista funcional.

#### 4.1.1 Diagrama de Casos de Uso

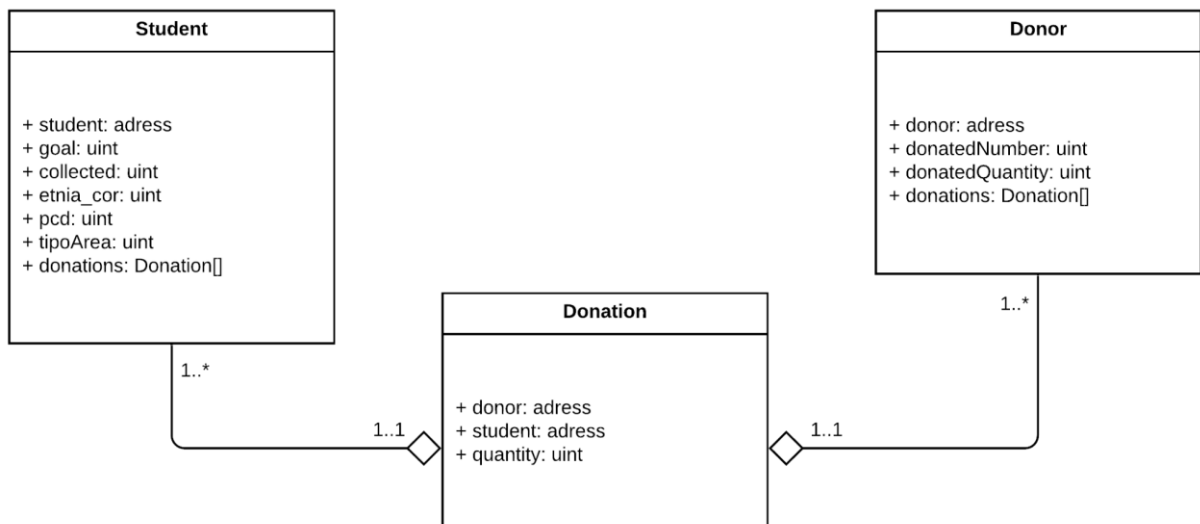
**Figura 9** – Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Autoria própria

#### 4.1.2 Diagrama de Classes

**Figura 10** – Diagrama de Classes



Fonte: Autoria própria

## 4.2 REQUISITOS FUNCIONAIS

Esse projeto conta com as seguintes principais funções: Registro de doadores (`registerDonor()`) e Fazer doações (`makeDonations()`). Essas funções são realizadas na linguagem de programação Solidity, que é responsável por escrever contratos inteligentes em plataformas que utilizam essa tecnologia *Blockchain*. Nesse sentido, a função `registerDonor()` possui a finalidade de cadastrar doadores e, para isso, verifica se esse novo doador é um estudante vulnerável ou se ele já é um doador. Caso ele não seja nem um desses casos supracitados, então pode-se efetuar seu cadastro e ele é registrado na lista de doadores.

Já a função `makeDonations()` recebe como parâmetro o endereço do estudante que receberá essa doação e a respectiva quantidade que será doada. A priori, é realizada uma verificação se esse estudante está na lista de vulneráveis e se o doador, que está realizando a doação, não é um estudante vulnerável. Após essas certificações, é necessário verificar se o estudante já bateu a sua meta, pois caso o total arrecadado dele seja igual ao valor de sua meta, então a doação não poderá ser efetuada. Caso contrário, é necessário só verificar se a quantidade doada é maior que a quantia necessária para o estudante bater sua meta, pois caso seja maior, o doador apenas doará a quantia necessária. A partir disso, é só verificar se o doador está na lista de doadores, pois caso contrário, ele precisa se cadastrar para, então, a função terminar de registrar a doação na lista de doações e atualizar a quantia doada daquele estudante.

## 4.3 CLASSES

### 4.3.1 Doações

A classe “*Donation*” é a base do processo para a realização de uma doação. Ela contém dados como endereço hash do doador e estudante destinatário. Além de um valor inteiro positivo representando o valor a ser doado.

### 4.3.2 Doadores

A classe “*Donors*” representa alguém que fará doações para estudantes vulneráveis. Dentro da classe encontraremos o endereço hash desse doador; o número de doações realizadas; o total já doado; um array de doações contendo todas as doações já realizadas por este usuário.

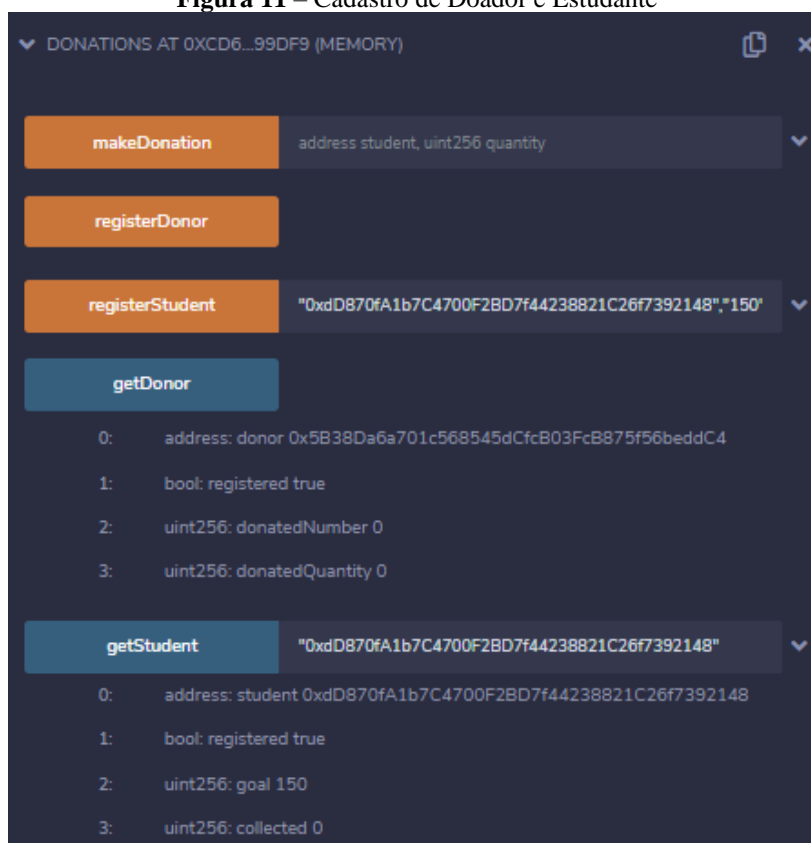
### 4.3.3 Estudantes

A classe “Student” está representando um estudante em estado de vulnerabilidade que receberá as doações. Este não pode fazer doações. Nela está contido o endereço hash desse estudante; o valor meta que se pretende arrecadar, o que já foi coletado; um array de doações com todas as doações feitas para esse estudante.

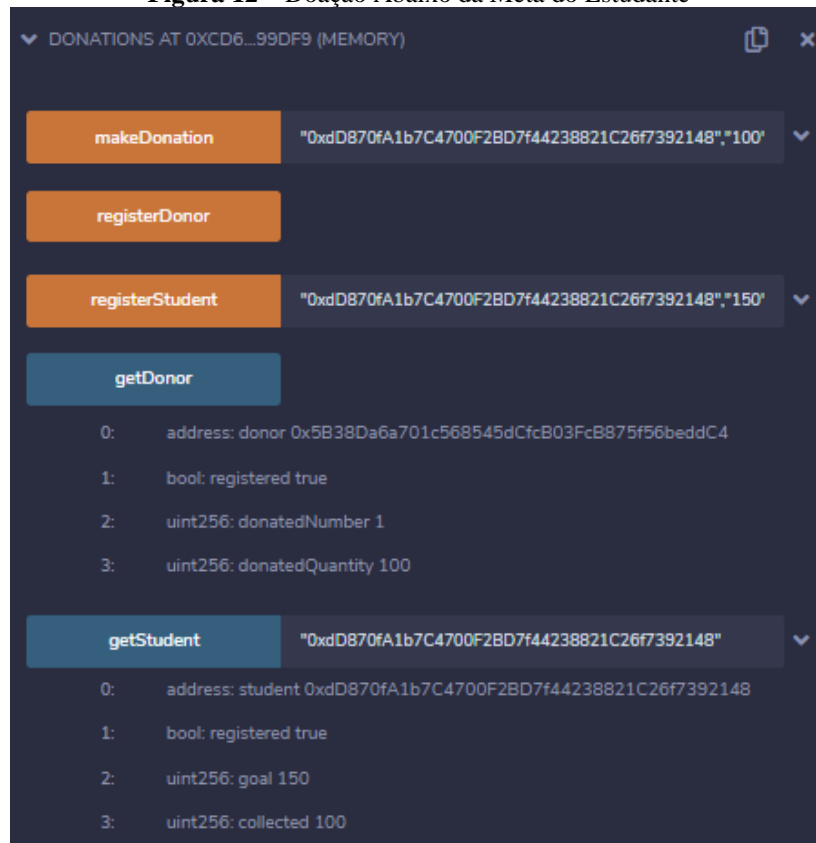
### 4.4 EXEMPLOS DE EXECUÇÃO

As figuras abaixo contêm representações de uma simples execução do código desenvolvido neste trabalho. A Figura 11 exemplifica o cadastro de um doador (registerDonor()) e o cadastro de um estudante (registerStudent(student, goal)), que tem como parâmetros a carteira *Ethereum* do estudante e a meta de doações a ser alcançada. Mais abaixo, a partir da função getDonor() é possível ver: carteira *Ethereum* do doador do tipo address; booleano de que o usuário está registrado; número de doações feitas, do tipo uint; e quantia já doada, do tipo uint. Ainda nessa imagem, com a função getStudent(student) é possível ver: carteira *Ethereum* do estudante, do tipo address; indicativo de que o usuário está registrado, do tipo bool; meta a ser alcançada, do tipo uint; e quantia já recebida, do tipo uint.

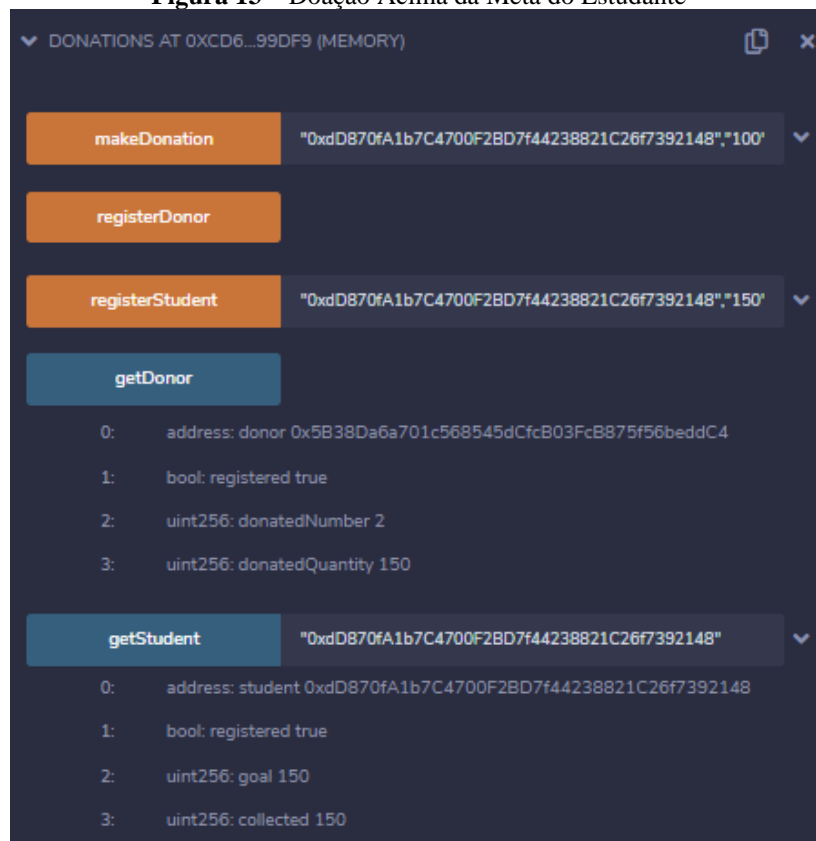
**Figura 11** – Cadastro de Doador e Estudante



Fonte: Autoria própria

**Figura 12** – Doação Abaixo da Meta do Estudante

Fonte: Autoria própria

**Figura 13** – Doação Acima da Meta do Estudante

Fonte: Autoria própria

Ambas as figuras acima (Figuras Figura 12 e Figura 13), representam uma doação realizada do mesmo doador para o mesmo estudante. Na Figura 12, o doador doa \$100,00 enquanto a meta do estudante ainda é \$150,00 e o estudante possui \$0,00 arrecadados. Sendo assim, a doação é concluída em sua totalidade, fazendo com que seja acrescentada +1 ao seu número de doações e que o total doado suba para \$100,00. Já no que diz respeito ao estudante, soma-se \$100,00 ao valor arrecadado, mantendo-se, ainda, abaixo da meta estabelecida.

Na Figura 13, o cenário é um pouco diferente. A relação “meta - arrecadado” indica que o estudante só precisa de mais \$50,00 para bater a meta. Por esta razão, qualquer valor doado que ultrapasse a meta não será permitido. Nessa conjuntura, ao doar novamente \$100,00, o sistema só permitirá que sejam doados \$50,00, o suficiente para bater a meta do estudante. Sendo assim, o número de doações do doador será acrescido de +1, já ao valor doado será somado apenas \$50,00 e não \$100,00. Já para o estudante serão somados \$50,00 ao total arrecadado, fechando em \$150,00, que equivale exatamente à meta estabelecida previamente.

#### 4.5 CÓDIGO

```
pragma solidity ^0.4.25;

contract Donations {

    // Classe de Doação
    struct Donation {
        address donor; // Carteira do Doador
        address student; // Carteira do Estudante
        uint quantity; // Valor da Doação
    }

    // Classe de Doador
    struct Donor {
        address donor; // Carteira do Doador
        uint donatedNumber; // Número de Doações já feitas
        uint donatedQuantity; // Valor total já doado
        Donation[] donations; // Lista de Doações feitas por este Doador
    }

    // Classe de Estudante em situação de vulnerabilidade socioeconômica
    struct Student {
        address student; // Carteira do Estudante
        uint goal; // Meta da quantia a ser arrecadada
        uint collected; // Valor já arrecadado
        Donation[] donations; // Lista de Doações recebidas por este
        Estudante
    }

    Donor[] donors; // Lista de Doadores
    Student[] students; // Lista de Estudantes

    // Cadastrar Doador
    function registerDonor() public returns(bool registered) {
        registered = false;
    }
}
```

```

// Verificar se o Doador está cadastrado na lista de Estudantes
bool verifyStudent = false;
for (uint i = 0; i < students.length; i++) {
    if (students[i].student == msg.sender) {
        verifyStudent = true;
    }
}

// Verificar se o Doador já está cadastrado na lista de Doadores
bool verifyDonor = false;
for (i = 0; i < donors.length; i++) {
    if (donors[i].donor == msg.sender) {
        verifyDonor = true;
    }
}

// Em caso favorável, o Doador é cadastrado
if (verifyStudent == false && verifyDonor == false) {
    donors.length += 1;
    Donor storage donor = donors[donors.length - 1];
    donor.donor = msg.sender;
    registered = true;
}

}

// Fazer Doação
function makeDonation(address student, uint quantity) public
returns(bool donated) {
    donated = false;

    // Verificar se o Estudante está cadastrado na lista de Estudantes
    bool verifyStudent = false;
    for (uint s = 0; s < students.length; s++) {
        if (students[s].student == student) {
            verifyStudent = true;
            break;
        }
    }

    // Verificar se o Doador é um Estudante
    bool verifyDonor = true;
    for (uint i = 0; i < students.length; i++) {
        if (students[i].student == msg.sender) {
            verifyDonor = false;
            break;
        }
    }

    // Em casa favorável, inicia-se o processo de Doação
    if (verifyDonor == true && verifyStudent == true) {
        // Verifica se a meta do Estudante já foi atingida
        if (students[s].goal == students[s].collected) {
            donated = false;
        }

        // Caso contrário, o processo continua
        else {
            // Caso o valor doado seja superior ao necessário para
            bater a meta, doa-se somente o suficiente

```



```

        if (quantity > (students[s].goal - students[s].collected))
        {
            quantity = students[s].goal - students[s].collected;
        }

        // Busca-se o Doador na lista de Doadores
        bool haveDonor = false;
        for (uint d = 0; d < donors.length; d++) {
            if (donors[d].donor == msg.sender) {
                haveDonor = true;
                break;
            }
        }

        // Caso o Doador não exista, ele é cadastrado
        if (haveDonor == false) {
            if (registerDonor() == true) {
                for (d = 0; d < donors.length; d++) {
                    if (donors[d].donor == msg.sender) {
                        haveDonor = true;
                        break;
                    }
                }
            }
        }

        // A Doação é realizada
        donors[d].donatedNumber ++;
        donors[d].donatedQuantity += quantity;
        donors[d].donations.push(Donation({donor: msg.sender,
student: student, quantity: quantity}));
        students[s].collected += quantity;
        students[s].donations.push(Donation({donor: msg.sender,
student: student, quantity: quantity}));
        donated = true;
    }
}
}
}

```

## 5 RESULTADOS

Após compreender melhor os danos causados pela pandemia de COVID-19 a estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica, buscou-se maneiras de mitigar essa situação. A partir da compreensão de que doações podem contribuir para amenizar o problema, ainda foi necessário ir em busca de respostas para que elas não fossem feitas. Classificando, assim, a falta de confiança das pessoas nas organizações que recebem doações e as incertezas do real destino do dinheiro doado com principal resposta causadora e perpetuadora deste cenário.

Após entender melhor a rede *Ethereum*, baseada em *Blockchain*, foi necessário ir mais a fundo e investigar como ela poderia ser usada para atingir o objetivo de auxiliar estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica. A princípio, sabia-se da importância e segurança que a rede seria capaz de proporcionar, através da transferência, confiabilidade e imutabilidade que ela tem. Permitindo, assim, que os doadores saibam exatamente para onde está indo o dinheiro doado, visto que não tem instituições intermediando o processo de doação.

Outrossim, ainda foi necessário compreender como utilizar a tecnologia de forma prática. Para isso, utilizou-se dois cursos ministrados por especialistas na área de tecnologia da informação. O primeiro curso, intitulado “*Blockchain: O que todos devem saber*”<sup>18</sup> e ministrado pelo Dr. Rafael Barbosa Nasser, trata acerca dos fundamentos básicos do *Blockchain*. Já o segundo, “*Contratos Inteligentes: Programação Solidity para Ethereum*”<sup>19</sup>, ministrado por Ronnie Paskin e, também, por Nasser, trata do desenvolvimento de contratos inteligentes com a linguagem de programação orientada a contratos *Solidity*. Ambos cursos fazem parte do projeto ECOA<sup>20</sup> da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), e estão disponíveis na plataforma Udemy.

A partir de todo o aprendizado adquirido nesses cursos supracitados, permitindo o domínio acerca de *Blockchain* e da linguagem de programação *Solidity*, foi possível desenvolver um protótipo de um *smart contract*. O código, desenvolvido na linguagem de programação *Solidity*, foi devidamente documentado no capítulo 4 deste trabalho, demonstrando os requisitos funcionais do sistema, as classes e seus usos devidamente representados em diagramas, além de simples exemplos da execução do código.

---

<sup>18</sup> Disponível em: <https://www.udemy.com/course/blockchain-introducao>. Acesso em: 15 fev. 2020.

<sup>19</sup> Disponível em: <https://www.udemy.com/course/contratos-inteligentes>. Acesso em: 20 fev. 2020.

<sup>20</sup> O ECOA é uma iniciativa multidisciplinar da PUC-Rio voltada para ecoar conhecimento e atualizar estudantes e profissionais, promovendo inovação aberta e um ecossistema de cocriação próspero para a Universidade e seus parceiros.

Ainda, o código da aplicação está disponível em repositório do GitHub<sup>21</sup>. Como demonstrado no capítulo anterior, o código permite que doadores possam se cadastrar e realizar doações para estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica, tudo isso acontecendo sob a transparência, segurança e confiabilidade proporcionadas pela *Blockchain*. Eliminando, assim, o problema de desconfiança para realizar doações e contribuindo para mitigar a situação de vulnerabilidade econômica e educacional de estudantes que se encontrem nessa situação.

---

<sup>21</sup> Disponível em: <https://github.com/latin-ifpb/donations-for-education>.

## 6 TRABALHOS FUTUROS

O trabalho feito até aqui conclui os objetivos propostos, porém ele ainda pode ser aprimorado. Como trabalho futuro, pretende-se aplicar esforços para a construção de um protótipo de uma plataforma WEB que possibilite a execução do código escrito neste trabalho. Promovendo, assim, um contato com uma rede de testes *Ethereum* para registrar as doações feitas através do protótipo e entender como isso, em prática, pode instigar pessoas que possam e desejem doar a fazê-lo.

Outrossim, é de suma importância encontrar outras formas de disseminar o trabalho feito. Considerando que *Blockchain* é um assunto muito importante na atualidade, é de total interesse difundir esse conhecimento entre a comunidade acadêmica, iniciando no Instituto Federal da Paraíba – Campus Campina Grande, e, mais tarde, aproveitar outras oportunidades de levar o assunto a comunidades externas.

Ademais, pretende-se levantar mais estudos que permitam entender o porquê de as pessoas não realizarem doações mais frequentemente. Para tal, com a aprovação de um conselho de ética, objetiva-se construir um formulário a ser respondido pelo público em geral com perguntas acerca do conhecimento sobre *Blockchain*, da frequência de doações e quais as motivações que as levam tanto a doarem, quanto a não doarem. Dessa forma, as informações, após serem coletadas e devidamente estudadas, serão documentadas e publicadas em um artigo.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do que foi estudado e desenvolvido até aqui, foi possível compreender como a pandemia afetou a vida de milhares de estudantes ao redor do globo. Ademais, compreendeu-se que as doações para estudantes em situação de vulnerabilidade socioeconômica podem ser importantes meios de promover uma educação de qualidade e reduzir as desigualdades. Dessa forma, contribui-se para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4 e 10, respectivamente, da agenda 2030 da ONU.

De forma secundária, encontrou-se respostas que deem justificativas para as pessoas não realizarem doações. A partir disso, valendo-se de novas e importantes tecnologias, como *Blockchain*, foi possível desenvolver um *smart contract* que permitisse solucionar o problema da falta de confiança nas doações, e, além disso, ajudar a mitigar a situação de estudantes em vulnerabilidade socioeconômica e educacional durante a pandemia de COVID-19.

Portanto, concluiu-se o objetivo geral desse trabalho e, também, os respectivos objetivos específicos. Outrossim, reconhece-se o potencial da tecnologia *Blockchain* para contribuir, por meio da tecnologia, na solução de problemas sejam sociais, políticos, econômicos, etc. que assolam a sociedade na contemporaneidade. Confirmando, através disso, que a tecnologia pode ser usada sempre com o propósito de gerar algo positivo para sociedade.

## REFERÊNCIAS

- BAMBY SHEVA, Nina *et al.* **Blockchain 50**: as empresas que mais usaram a tecnologia no último ano. as empresas que mais usaram a tecnologia no último ano. Forbes, 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-money/2021/02/blockchain-50-as-empresas-que-mais-usaram-a-tecnologia-no-ultimo-ano>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Manual de Uso da Marca Pix**. 2021. Disponível em: [https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/pix/Regulamento\\_Pix/manual\\_uso\\_marca\\_pix-versao\\_1\\_2.pdf](https://www.bcb.gov.br/content/estabilidadefinanceira/pix/Regulamento_Pix/manual_uso_marca_pix-versao_1_2.pdf). Acesso em: 30 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Parecer CNE/CP nº 5/2020, aprovado em 28 de abril de 2020. Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. Brasília: **Parecer CNE/CP**, 2020c. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=145011-pcp005-20&category\\_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=145011-pcp005-20&category_slug=marco-2020-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 25 abr. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria N.º 188, de 3 de fevereiro de 2020. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV). Brasília: **Diário Oficial da União**: seção 1, edição 24-A, 2020a. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-188-de-3-de-fevereiro-de-2020-241408388>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- BRASIL. Poder Legislativo. Lei N.º 13.982, de 2 de abril de 2020. Altera a Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993. Brasília: **Diário Oficial da União**: seção 1, edição 64-A, 2020b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.982-de-2-de-abril-de-2020-250915958>. Acesso em: 20 abr. 2021.
- BUTERIN, Vitalik. **Ethereum Whitepaper**. 2013. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper>. Acesso em: 16 maio 2021.
- CARVALHO, Carla Arigony de; ÁVILA, Lucas Veiga. A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN APLICADA AOS CONTRATOS INTELIGENTES. **Revista Em Tempo**: Revista da área de Direito do UNIVEM, Marília, v. 8, n. 1, p. 156-176, 06 dez. 2019. Disponível em: <https://revista.univem.edu.br/emtempo/article/view/3210>. Acesso em: 16 maio 2021.
- CUNHA, Leonardo Ferreira Farias da; SILVA, Alcineia de Souza; SILVA, Aurênio Pereira da. O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: o ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia. **Revista Com Censo**: Estudos Educacionais do Distrito Federal, Brasília, v. 7, n. 3, p. 27-37, 27 ago. 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/924>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- DOARE. **Quem Somos**. c2021. Disponível em: <https://doare.org/quem-somos>. Acesso em 26 abr. 2021.
- EOA PUC-Rio; NASSER, Rafael Barbosa; PASKIN, Ronnie. **Contratos Inteligentes: Programação Solidity para Ethereum**. Disponível em: <https://www.udemy.com/course/contratos-inteligentes>. Acesso em: 20 fev. 2020.

ECO A PUC-Rio; NASSER, Rafael Barbosa. **Blockchain: O que todos devem saber**. Disponível em: <https://www.udemy.com/course/blockchain-introducao>. Acesso em: 15 fev. 2020.

FERREIRA, Juliandson Estanislau; PINTO, Filipe Gutemberg Costa; SANTOS, Simone Cristiane dos. Estudo De Mapeamento Sistemático Sobre As Tendências E Desafios Do Blockchain. **Gestão.Org**, Recife, v. 15, Edição Especial, p. 108-117, 31 dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/231244/26094>. Acesso em: 10 mar. 2021.

GONÇALVES, Gabriel José Prá. **Desenvolvimento de uma plataforma de investimentos em criptoativos baseada em Ethereum**. 2020. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/204774>. Acesso em: 16 maio 2021.

GREVE, Fabíola; SAMPAIO, Leobino; ABIJAUDE, Jauberth; COUTINHO, Antonio; VALCY, Ítalo; QUEIROZ, Sílvio. **Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda**. 2018. Disponível em: <http://143.54.25.88/index.php/sbrcmnicursos/article/view/1770>. Acesso em: 10 abr. 2021.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO INVESTIMENTO SOCIAL. **Pesquisa Doação Brasil – 2015**. 2016. Disponível em: <https://www.idis.org.br/pesquisadoacaobrasil/publicacao>. Acesso em: 22 abr. 2021.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DO INVESTIMENTO SOCIAL. **Sobre Nós**. c2021. Disponível em: <https://www.idis.org.br/sobre-nos>. Acesso em: 22 abr. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **About Us**. c2021. Disponível em: <https://www.un.org/en/about-us>. Acesso em: 23 abr. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 20 abr. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **COVID-19: como a Coalizão Global de Educação da UNESCO está lidando com a maior interrupção da aprendizagem da história**. 2020. Disponível em: <https://pt.unesco.org/news/covid-19-como-coalizao-global-educacao-da-unesco-esta-lidando-com-maior-interruptao-da>. Acesso em: 25 abr. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **International Health Regulations (2005)**. 3. ed. Genebra, Suíça: Organização Mundial da Saúde, 2016. 91 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241580496>. Acesso em: 20 abr. 2021.

RAZÕES PARA ACREDITAR. **Quem Somos**. c2021. Disponível em: <https://doare.org/quem-somos>. Acesso em: 26 abr. 2021.

VAKINHA. **Conheça o Vakinha**. c2021. Disponível em: <https://www.vakinha.com.br/quem-somos>. Acesso em: 26 abr. 2021.

VALE, Francisco Sávio do Livramento. **Solidity**: a linguagem de programação para criar os smart contracts na Ethereum. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/linguagem-de-programacao-solidity>. Acesso em: 16 maio 2021.