



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS - GRADUAÇÃO
MESTRADO EM MODELAGEM COMPUTACIONAL DE SISTEMAS

Carlos Eduardo Alves Cavalcante

O “FRONT END” DO PROTÓTIPO FUNCIONAL DE UM SISTEMA
INTERNACIONAL DE ACREDITAÇÃO PARA PROFISSIONAIS DE SAÚDE –
UMA VALIDAÇÃO CONCEITUAL POR ESTUDO DE CASO INSTRUMENTAL.

PALMAS – TO
2021

CARLOS EDUARDO ALVES CAVALCANTE

O “FRONT END” DO PROTÓTIPO FUNCIONAL DE UM SISTEMA
INTERNACIONAL DE ACREDITAÇÃO PARA PROFISSIONAIS DE SAÚDE –
UMA VALIDAÇÃO CONCEITUAL POR ESTUDO DE CASO INSTRUMENTAL

Dissertação apresentada à Universidade Federal
do Tocantins – UFT, como requisito parcial para
a obtenção do grau de Mestre em Modelagem
Computacional de Sistemas

Orientador: Professor Doutor Patrick Letouzé
Moreira

PALMAS – TO

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C376f Cavalcante, Carlos Eduardo Alves.

O “Front End” do protótipo funcional de um sistema internacional de acreditação para profissionais de saúde: uma validação conceitual por estudo de caso instrumental. / Carlos Eduardo Alves Cavalcante. – Palmas, TO, 2021.

166 f.; il.; gráficos.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Modelagem Computacional de Sistemas, 2021.

Orientador: Dr. Patrick Letouze Moreira.

1. *Blockchain*. 2. *Front-end*. 3. Desenvolvimento de Sistemas web. 4. Acreditação Profissional de Saúde. I. Título.

CDD 21. ed. - 004

Bibliotecária responsável: Núbia Nogueira do Nascimento CRB-2 /1393

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

CARLOS EDUARDO ALVES CAVALCANTE

O "FRONT END" DO PROTÓTIPO FUNCIONAL DE UM SISTEMA DE
ACREDITAÇÃO PARA PROFISSIONAIS DE SAÚDE – UMA VALIDAÇÃO
CONCEITUAL POR ESTUDO DE CASO INSTRUMENTAL

FOLHA DE APROVAÇÃO


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Sistemas como requisito para obtenção do Título de Mestre em Modelagem Computacional de Sistemas e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca examinadora.

Aprovada em: 26/08/2021

Banca Examinadora:



Professor Doutor Patrick Letouze Moreira – UFT (Orientador)



Professor Doutor George França dos Santos – UFT (Examinador Interno)



Professor Doutor Sérgio Manuel Serra da Cruz – UFRRJ (Examinador Externo)

Dedicatória

Este trabalho é dedicado à minha amada esposa Núbia e nosso amado filho Guilherme ainda por nascer, mas já ansiosamente aguardado e imensamente amado por todos nós. Dedico ainda aos meus queridos pais e irmã sem os quais nada disso seria possível. Que Deus ilumine a todos e nos guie em sua graça sempre.

AGRADECIMENTOS

Neste breve texto, agradeço a Deus que nos sustenta e nos guarda a cada dia e a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho. Agraço inicialmente minha esposa Núbia, meus pais Jilmar e Leonilda e minha irmã Suzely que sempre me incentivaram e me auxiliaram em tudo quanto foi possível durante este processo longo que é realização do mestrado.

Agradeço aos professores do Programa do Mestrado de Modelagem Computacional de Sistemas da UFT que nos ensinaram diversas novas disciplinas, nos inspiraram com suas experiências de vida e nos guiaram durante este período, agradeço aos professores da banca examinadora que nos avaliaram e nos aconselharam com bastante serenidade e respeito, e um agradecimento especial ao professor e orientador Patrick Letouzé que sempre nos orientou com bastante disposição e cuidado, buscando nos tranquilizar e nos incentivar a cada dia mesmo nos momentos mais complicados do projeto, ainda mais com as dificuldades impostas a todos nós pela pandemia que enfrentamos durante este período. Agradeço ainda a todos os amigos e conhecidos que participaram dos testes do protótipo, e um agradecimento especial ao Flávio grande parceiro de projeto responsável não só pela parte que lhe foi determinada no projeto, mas que sempre nos ajudou nas nossas dificuldades no decorrer da pesquisa.

Meu muito obrigado a todos que de alguma forma contribuíram pra a realização deste trabalho, que Deus proteja e ilumine a todos.

RESUMO

Neste trabalho foi realizada uma validação conceitual de um sistema internacional de acreditação em saúde baseado em tecnologia *blockchain*. Para este fim, foi desenvolvido um protótipo funcional do sistema e realizado um estudo de caso instrumental para sua validação. O protótipo foi desenvolvido em duas partes *front-end* e *back-end*, assim nesta pesquisa foca-se no desenvolvimento do *front-end* do protótipo, define-se como o *front-end* todos os componentes responsáveis pela interação com usuários e a integração com a infraestrutura e rede *blockchain* disponibilizada pela *back-end* desenvolvido em outro projeto. O protótipo foi desenvolvido utilizando linguagem JAVA para web. O estudo de caso para validação do sistema consistiu na simulação de uso real, onde os testes de usabilidade e operabilidade do sistema foram realizados com vinte usuários de diferentes áreas como saúde, administração e tecnologia da informação, permitindo avaliar a implementação do sistema proposto. Por fim concluiu-se que o desenvolvimento do sistema final é viável com as tecnologias disponíveis e pode ser utilizado para auxiliar por exemplo no gerenciamento da migração internacional profissional de profissionais de saúde e no combate de pandemias, fornecendo informações confiáveis de maneira ágil e fácil.

PALAVRAS-CHAVE: *Blockchain, Front-end*, Desenvolvimento de Sistemas web, Acreditação Profissional de Saúde.

ABSTRACT

In this work, a conceptual validation of an international health accreditation system based on blockchain technology was performed. For this purpose, a functional prototype of the system was developed and an instrumental case study was carried out for its validation. The prototype was developed in two parts, front-end and back-end, so this research focuses on the development of the prototype front-end, defining as the front-end all the components responsible for the interaction with users and integration with the infrastructure and blockchain network provided by the back-end developed in another project. The prototype was developed using JAVA language for the web. The case study for the validation of the system consisted of the simulation of real use, where the usability and operability tests of the system were carried out with twenty users from different areas such as health, administration and information technology, allowing to evaluate the implementation of the proposed system. Finally, it was concluded that the development of the final system is feasible with available technologies and can be used to help, for example, in managing the professional international migration of health professionals and in combating pandemics, providing information in an agile and easy way.

Key Words *Blockchain, Front-end, Web Systems Development, Health Professional Accreditation.*

APÊNDICES

Apêndice 1- Definição dos metadados do sistema com o Schema.org	82
Apêndice 2- Questionários de pesquisa de opinião	85
Apêndice 3- Cenários para as simulações de casos de uso do protótipo do IAS	98
Apêndice 4- Relatório técnico comparativo de plataformas de “ <i>blockchain</i> ” para os estudos de viabilidade.....	101
Apêndice 5- Artigo Scripts de instalação de uma Rede Blockchain como Recurso Didático para Metodologias Ativas de Ensino de Computação	108
Apêndice 6 - Impact Analysis of sisu at the Federal University of <i>Tocantins</i>	119
Apêndice 7- Parking space management using internet of things.....	127
Apêndice 8- Manual de utilização do protótipo funcional	131

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxo entre <i>front-end</i> e <i>back-end</i>	22
Figura 2: Exemplo de bloco de uma rede blockchain.....	25
Figura 3: Fluxo base do processo de acreditação do INMETRO	31
Figura 4: Processo de desenvolvimento do protótipo.....	34
Figura 5: <i>front-end</i> e <i>back-end</i>	38
Figura 6: Modelo das fases do IRPM	39
Figura 7: Modelo gráfico da metodologia Evolutionary Acquisition.....	40
Figura 8: Incorporação do EA ao IRPM.....	41
Figura 9: Representação do padrão MVC	41
Figura 10: MVC incorporado ao EA-IRPM	42
Figura 11: Representação do MVC EA-IRPM.....	42
Figura 12: Representação da estrutura de desenvolvimento do sistema.....	44
Figura 13: Diagrama de classes do protótipo IAS	48
Figura 14: Casos de Uso - Gerenciamento de Profissionais e Organizações	51
Figura 15: Caso de Uso - Certificados.....	52
Figura 16: Caso de uso - Gerenciamento de Profissionais com blockchain.....	54
Figura 17: Caso de uso - Gerenciamento de Organização com <i>blockchain</i>	55
Figura 18: Caso de uso - Gerenciamento de certificados	56
Figura 19: Integração aplicação/ <i>blockchain</i> com Web3j.....	56
Figura 20: Diagrama do funcionamento básico do sistema.....	58
Figura 21: Certificado emitido pelo sistema web	58
Figura 22- Respostas do item D da pesquisa pós cenário 1.....	70
Figura 23 - Respostas do item D da pesquisa pós cenário 2.....	71
Figura 24- Resposta do item D da pesquisa pós cenário 3.	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Respostas do item A dos pré-testes.....	64
Gráfico 2- Respostas do item B dos pré-testes	64
Gráfico 3- Respostas do item C dos pré-testes.....	64
Gráfico 4- Respostas do item D dos pré-testes.....	65
Gráfico 5- Respostas do item E dos pré-testes.	65
Gráfico 6- Respostas do item F dos pré-testes.....	65
Gráfico 7- Respostas do item G dos pré-testes.....	66
Gráfico 8- Respostas do item H dos pré-testes.....	66
Gráfico 9- Respostas do item I dos pré-testes.	66
Gráfico 10- Resposta do item A da pesquisa pós cenário de teste.	68
Gráfico 11- Respostas do item B da pesquisa pós cenários de teste.....	68
Gráfico 12- Respostas do item C da pesquisa pós cenário de teste.	68
Gráfico 13- Respostas do item i da pesquisa de opinião final	72
Gráfico 14- Respostas do item ii da pesquisa de opinião final.....	72
Gráfico 15- Respostas do item iii da pesquisa de opinião final.....	73
Gráfico 16- Respostas do item v da pesquisa de opinião final.....	73
Gráfico 17- Respostas do item iv da pesquisa de opinião final.....	73

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Comparativo de plataformas de <i>blockchain</i>	45
Quadro 2- Correspondência IAS X Schema.org.....	49
Quadro 3- Verificações nos testes do protótipo.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API – *Application Programming Interface*

AR1 – Análise de Requisitos 1

AR2 – Análise de Requisitos 2

BFT – *Byzantine Fault Tolerance*

CEC – Conselho Europeu de Cirurgia

CNPJ – Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas

CPF – Cadastro de Pessoas Físicas

DPOS – *Delegated Proof of Stake*

EA – *Evolutionary Acquisition*

EA-IRPM – *Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management*

ETH – Ether

EVM – *Ethereum Virtual Machines*

FOAF – *Friend of a Friend*

IAS – *International Accreditation System*

IRPM – *Interdisciplinary Research Project Management*

JSF – *Java Server Faces*

MVC – *Model-Viewer-Controller*

MVC EA-IRPM – *Model-Viewer-Control Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management*

P2P – *Peer-to-peer*

PoC – *Proof of concept*

PoET – *Proof of Elapsed Time*

PoS – *Proof of Stake*

PoW – *Proof of Work*

UML – *Unified Modeling Language*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Motivação	18
1.2 Justificativa	18
1.3 O Problema.....	19
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo Geral	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
1.5 Estrutura da Dissertação	20
2 FUNDAMENTOS.....	21
2.1 Revisão da Literatura.....	21
2.1.1 Front-end e Back-end	21
2.1.2 Usabilidade de Software	22
2.1.3 Teste de Usabilidade.....	23
2.1.4 Blockchain	24
2.1.5 <i>Smart-Contracts</i> (Contratos inteligentes).....	27
2.1.6 Metadados.....	28
2.1.7 O Sistema de Acreditação Internacional para Profissionais de Saúde.....	29
2.1.8 Prototipação de sistemas.....	32
2.1.9 Prova de Conceito.....	34
2.1.10 Sobre Estudo de Caso	35
3 METODOLOGIA.....	37
3.1 Front-end	37
3.2 MVC EA-IRPM	38
3.3 Estratégia de Desenvolvimento do protótipo	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Seleção da plataforma de <i>blockchain</i>	45
4.2 Ethereum	46
4.3 Modelagem do Sistema.....	47
4.4 Metadados	49
4.5 Funcionalidades do Sistema.....	50
4.6 Desenvolvimento do sistema	52

4.6.1 Integração com a <i>blockchain</i>	53
4.7 Testes e Estudo de caso instrumental.....	59
4.7.1 Testes de funcionamento	59
4.7.2 Estudo de caso instrumental	60
4.8 Manual de Utilização do protótipo.....	74
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
Referências	78
Apêndices.....	82

1 INTRODUÇÃO

O aumento da facilidade na migração e atuação internacional de profissionais da área da saúde pode ser considerado como um dos benefícios da globalização, contanto que melhores padrões e regulamentações internacionais para o exercício profissional sejam estabelecidos (SEGOUIN, HODGES e BRECHAT, 2005). O risco dessa migração quando não administrada corretamente pelos países e organismos internacionais consiste na fragilização dos sistemas nacionais de saúde (PACKER, LABONTÉ E SPITZER, 2007).

Além da migração de profissionais de saúde, alguns estudos como Wu *et al.* (2017) citam uma relação direta da globalização com a disseminação de doenças até então consideradas regionalizadas para diversas outras partes do globo, transformando algumas epidemias locais em graves pandemias. Neste mesmo sentido, Saker *et al.* (2004), investigando a relação entre doenças infecciosas e a globalização, identificaram que as mudanças ecológicas, biológicas e sociais causadas pelos processos de globalização tiveram impactos significativos na propagação e controle de doenças infecciosas. Luong e Nguyen (2020) por sua vez, citam alterações culturais e o aumento de viagens internacionais como uma das grandes influências da globalização no aumento da disseminação de doenças.

Saunders-Hastings e Krewski (2016) contabilizaram quatro grandes pandemias de gripe nos últimos cem anos, os autores creditam entre outros fatores os impactos da globalização já citados, como responsáveis diretos por algumas destas pandemias. Os mesmos autores suscitam ainda que de posse dessas informações a respeito dos fatores determinantes e do aprendizado trazido pelo enfrentamento das pandemias passadas, as organizações e governos cooperem para tirarem maior proveito dos benefícios da globalização para enfrentar as futuras pandemias.

Como uma forma de se preparar para futuras pandemias, Saker *et al.* (2004) sugere que a maior compreensão dos fenômenos de globalização pode ser de grande ajuda. No mesmo trabalho, o autor defende a necessidade de um melhor treinamento dos profissionais de saúde a respeito da potencialização das doenças infecciosas pelos processos globais de mobilidade da população e do comércio intensificado de bens e serviços internacionais.

Confirmando o temor de alguns estudos em relação aos impactos negativos da globalização na saúde mundial, em 2021 o planeta encontra-se em meio a uma pandemia de imensas proporções. Uma doença (COVID-19) causada por um novo tipo de coronavírus (SARS-COV-2) foi identificada inicialmente na China em dezembro de 2019, espalhando-se rapidamente por todas os continentes, o que levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a declarar estado de pandemia no início do mês de março de 2020.

Durante os primeiros meses da pandemia houveram diversas divergências entre alguns governos e a Organização Mundial de Saúde sobre as melhores formas de reagirem à pandemia, informações chegavam de todas as formas e fontes, muitas vezes causando pânico e desinformação em grande escala, conforme estudos mais cuidadosos foram sendo realizados, informações mais concretas e confiáveis foram sendo transmitidas, como orientações gerais de prevenção e alguns protocolos de combate à doença.

A utilização de máscaras, higienização frequente das mãos, distanciamento social são algumas das principais orientações da OMS para a prevenir a contaminação pelo novo coronavírus. O isolamento de pacientes diagnosticados com COVID-19 por um período inicial de quatorze dias, utilização de oxigenoterapia em pacientes com complicações respiratórias, evitar a prescrição de corticoides e preferência por ventilação não invasiva foram algumas das orientações contidas no protocolo inicial de tratamento para COVID-19 do Ministério da Saúde do Brasil (2020).

Os protocolos e orientações mais básicos foram compartilhados de forma rápida, no entanto, diversas medidas foram tomadas de forma mais individualizada entre os países, levando em muitos casos a politização da doença, algumas destas medidas geraram efeitos externos, prejudicando a coordenação e maior cooperação dos países nos estágios iniciais da pandemia.

Apesar da observável falta de coordenação e cooperação inicial, diversos governos, indústrias e setores da sociedade se uniram para buscarem soluções mais rápidas e eficientes de combate à doença e ao vírus que a transmite. Neste contexto de necessária cooperação em escala global, disseminação de informações confiáveis, necessidade de capacitação e a da comprovação de capacitação dos profissionais de saúde aos novos protocolos, identificamos a possibilidade de atingir estes objetivos com auxílio de processos de acreditação e certificação profissional.

A certificação profissional ou acreditação de instituições de saúde vem sendo citado há algum tempo como uma forma de garantir a qualidade dos serviços de saúde, segundo Oliveira e Matsuda (2016), a acreditação pode proporcionar maior segurança ao usuário dos serviços, a garantia da utilização de padrões e técnicas mais avançadas e melhorias nas condições de trabalho, o que segundo os autores tende a melhorar o atendimento geral ao usuário destes serviços.

Buscando uma abordagem internacional e descentralizada de certificação e informação sobre profissionais aptos ao enfrentamento desta e de outras pandemias, identificou-se o sistema proposto por Souza Junior *et al.* (2019) como uma opção viável com perspectiva para apoiar

as políticas públicas de enfrentamento de pandemias, ainda possibilitando aos gestores públicos, órgãos e organismos de saúde monitorar e promover o treinamento dos profissionais envolvidos com o enfrentamento, administração e análise das ações relacionadas a pandemia (não restritas a área de saúde).

1.1 Motivação

A crescente migração internacional de profissionais de saúde, demanda a capacidade de comprovação e avaliação destes profissionais, permitindo que os órgãos e instituições de saúde possam ter informações confiáveis a respeito da capacitação destes profissionais. Um exemplo desse movimento profissional entre países pode ser visto na União Europeia (UE), na qual a integração entre os países permite que profissionais incluindo profissionais de saúde de um país membro possam atuar em outro país membro sem processos demasiadamente burocráticos.

Mesmo entre países bem integrados como os membros da UE é necessário definir padrões de qualidade que sejam atendidos pelos profissionais dos países membros, garantindo serviços e atendimentos de qualidade independente da origem do profissional. Neste sentido, Souza Junior *et al.* (2019), exemplifica essa necessidade citando o exemplo da Divisão de Transplantes criada pela Seção de Cirurgias da União Europeia de Médicos Especialistas (UEME) em parceria com o Conselho Europeu de Cirurgia (CEC), que buscavam garantir o melhor padrão de atendimento em transplantes de órgãos na Europa.

Neste sentido, um sistema que pudesse integrar com segurança e confiabilidade as informações e qualificações necessárias de profissionais de saúde, seria de grande importância para melhorar e facilitar a atuação de profissionais em países diferentes, bem como garantir a transparência e qualidade dos serviços de saúde prestados por estes profissionais.

1.2 Justificativa

Dada a ameaça à humanidade que o COVID-19 representa, faz-se necessário disseminar e treinar os profissionais de saúde sobre informações e métodos confiáveis sobre o SARS-COV-2. Isto é, informações e métodos validados e certificados baseados em evidências científicas que sejam certificadas por instituições acreditadas. Sendo assim, um sistema internacional de certificação e acreditação para profissionais de saúde tem excelente perspectiva de apoiar as políticas públicas de enfrentamento desta e de outras possíveis pandemias. Adicionalmente, este sistema provê a possibilidade aos gestores públicos, órgãos e organismos de saúde de

monitorar e promover o treinamento dos profissionais envolvidos com o enfrentamento, administração e análise das ações relacionadas a pandemias.

1.3 O Problema

Neste trabalho pretende-se verificar por meio de uma validação conceitual por estudo de caso instrumental, se o sistema web para a acreditação internacional para profissionais de saúde baseado em tecnologia *blockchain*, proposto por Souza Junior *et al.* (2019), pode ser implementado e utilizado. Pretende-se também identificar se esse sistema pode ser útil para auxiliar no controle e gerenciamento da atuação internacional de profissionais de saúde e ainda se o sistema pode contribuir para a disseminação de informações, métodos e protocolos de saúde auxiliando no combate de pandemias como a de COVID-19, por meio de processos de certificação e acreditação profissional e compartilhamento seguro de informações.

Tratando-se de um sistema conceitual optou-se por dividir o projeto em duas partes, o “*front-end*” o qual será definido e descrito completamente neste projeto de pesquisa e o “*back-end*”, desenvolvido e descrito por Melo (2021), também aluno do Programa de Mestrado Profissional em Modelagem Computacional de Sistemas da Universidade Federal do Tocantins.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo Geral*

Validar conceitualmente, utilizando um estudo de caso instrumental com um protótipo funcional, o sistema de acreditação em saúde proposto por Souza Júnior et al (2019), verificando a possibilidade de sua implementação e utilização. Em particular no que se refere ao “*front-end*” do projeto.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- a) Selecionar a plataformas de desenvolvimento de *blockchain* com código aberto para apoiar a prototipação do Sistema de Acreditação Internacional para profissionais de saúde.
- b) Identificar os metadados básicos necessários para os processos de certificação e acreditação do Sistema de Acreditação Internacional de Profissionais de Saúde.

- c) Desenvolver o “*front-end*” do protótipo funcional do Sistema de Acreditação Profissional para Profissionais de Saúde definindo a Arquitetura Preliminar prevista na estratégia *Model-Viewer-Control Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management* (MVC EA-IRPM).
- d) Testar o protótipo funcional em um estudo de caso para a validação conceitual do sistema proposto.
- e) Elaborar um manual de uso do sistema, em formato de texto e audiovisual.

1.5 Estrutura da Dissertação

A pesquisa compõe-se de cinco capítulos distribuídos da seguinte forma: no capítulo I (INTRODUÇÃO) serão abordados: a motivação, a justificativa, a problematização, a delimitação dos objetivos e a estrutura da dissertação. Este capítulo representa a dissertação no seu estágio inicial, por meio do projeto de pesquisa.

O capítulo II (FUNDAMENTOS) apresenta a revisão dos conceitos necessários para a realização e compreensão do trabalho. Neste capítulo estão descritos os conceitos sobre Front-end e Back-end; Usabilidade de Software; *Blockchain*; *Smart Contract*; Metadados; O sistema de Acreditação Internacional para Profissionais de Saúde; Prototipação de sistemas e por fim Simulação de casos de uso.

O capítulo III (METODOLOGIA) identifica as características da metodologia utilizada para realização do projeto. Este capítulo inicia-se com delimitação do conceito de *front-end* utilizado no projeto; A apresentação da metodologia MVC EA-IRPM, em seguida é descrita a estratégia de desenvolvimento do protótipo.

O capítulo IV (RESULTADOS e DISCUSSÃO) apresenta os resultados alcançados com o desenvolvimento do projeto, são descritas as etapas de desenvolvimento do sistema proposto, as análises referentes a validação do sistema em relação ao problema enfrentado, bem como apresentados os produtos do trabalho desenvolvido.

Finalmente o capítulo V (CONSIDERAÇÕES FINAIS), apresenta as considerações finais e conclusões obtidas no projeto.

2 FUNDAMENTOS

2.1 Revisão da Literatura

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos e fundamentos utilizados para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

2.1.1 *Front-end e Back-end*

No desenvolvimento de sistemas web na arquitetura conhecida como cliente-servidor, os sistemas são comumente divididos em duas partes, *front-end* (lado do cliente) e *back-end* (lado do servidor).

Andrade (2018) define rapidamente *front-end* como sendo todo o código de uma aplicação que seja responsável pela a representação do software. Para Viana (2017), *front-end* é a parte de uma aplicação que interage diretamente com o usuário. Silva (2019), define *front-end* sendo basicamente a interface do usuário, tudo que ela possa ver e interagir com um software, assim toda interatividade que exista em uma página, todo o fluxo da aplicação e toda camada visual é o *front-end*.

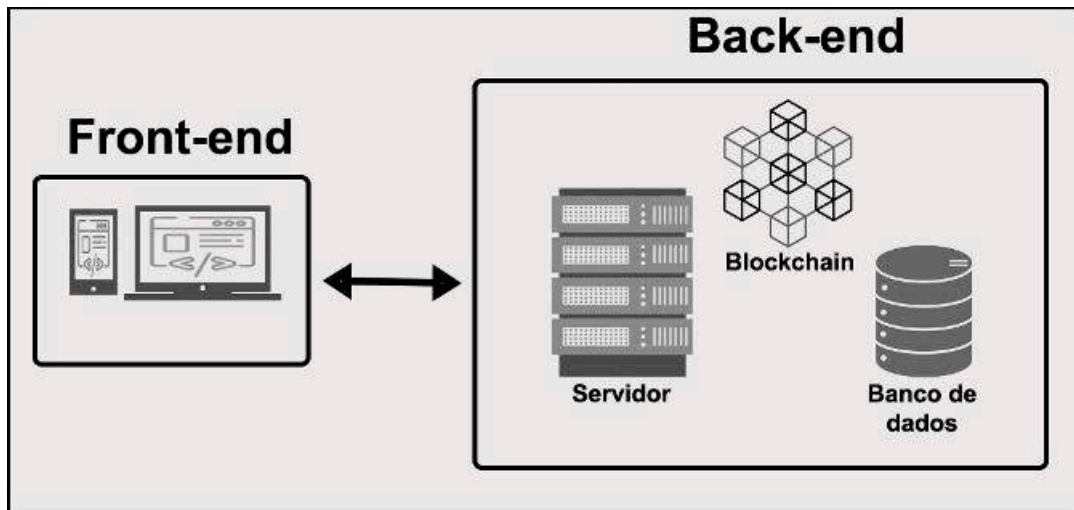
Por sua vez Filipova e Vilão (2018) argumentam que ainda que comumente referidos como um aplicativo ou página da web rodando em um navegador, qualquer aplicação que exponha uma interface gráfica ou até mesmo interface de linha de comando pode ser considerada *front-end*. Desse modo, os autores defendem que quaisquer *softwares* que sejam executados do lado do cliente são aplicações *front-end*, incluindo assim além dos aplicativos da web, aplicativos móveis e aplicativos para TV como exemplos *front-end*.

O *back-end* é definido por Andrade (2018) como a parte de uma aplicação que roda no servidor (server-side), sendo o que determina e garante todas as regras de negócio, acessa o banco e define a segurança e escalabilidade de uma aplicação. Silva (2019) define o *back-end* como a parte do sistema responsável por tratar os dados, realizar as requisições ao banco de dados, sendo por tanto a camada de trás da aplicação.

Para Filipova e Vilão (2018) o *back-end* é a parte do sistema que é responsável por receber e tratar as solicitações dos usuários, disponibilizando todas as operações necessárias para as aplicações clientes, o *back-end* geralmente é executado em servidores dedicados ou hospedados em serviços de nuvem.

Uma representação visual da divisão de sistemas web em *front-end* e *back-end* pode ser observada na figura 1 abaixo.

Figura 1: Fluxo entre *front-end* e *back-end*



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

2.1.2 Usabilidade de Software

Na engenharia de software, a usabilidade de um software refere-se ao nível de facilidade em sua utilização. Neste sentido, a ISO/IEC 9126 que normatiza a qualidade de produtos de software define usabilidade como a “capacidade do produto de software de ser compreendido, aprendido, operado e atraente ao usuário, quando usado sob condições especificadas”.

Muitos dos aspectos de usabilidade de um software estão diretamente relacionados com a interface de interação dos usuários com o software. Os diversos elementos que caracterizam uma boa usabilidade de software são matérias de discussões e divergências entre inúmeros autores de áreas relacionadas à usabilidade de software. No entanto, alguns princípios mais básicos são praticamente um consenso entre estes autores. Neste sentido, Komninos (2020) define cinco dos principais elementos ou princípios de uma boa usabilidade de software.

Eficácia: Define se os usuários podem concluir seus objetivos com um alto grau de precisão no sistema utilizado. Oferecer suporte ao usuário na utilização do sistema é uma boa maneira de garantir a eficácia. Por exemplo ao utilizar máscaras que limitem a quantidade de dígitos em um campo de “CPF” pode-se reduzir significativamente erros nesse campo. Uma outra maneira de aumentar a eficácia na usabilidade é utilizar linguagem adequada para as informações, por vezes termos técnicos em excesso atrapalha a compreensão do sistema por parte dos usuários.

Eficiência: Do ponto de vista de usabilidade a eficiência está diretamente ligada a velocidade, quanto tempo é necessário para que o usuário possa concluir sua tarefa utilizando o software. Utilizar a menor quantidade de passos possíveis sem adicionar complexidade excessiva para cada etapa de uma tarefa é uma maneira eficaz de promover eficiência na usabilidade de software.

Engajamento: Para usabilidade de softwares o termo engajamento refere-se ao “conforto” que o usuário tem ao utilizar um sistema, de forma que ele não se sinta incomodo ao utilizar o sistema por longos períodos de tempo. Diretamente ligado a interface de usuário, uma estética limpa e clara é essencial para o engajamento na usabilidade de um sistema.

Tolerância a erros: Na impossibilidade de eliminar completamente os erros de um software, garantir que um usuário possa recuperar-se de um erro é importante para a usabilidade de softwares. Permitir que um erro no sistema possa ser corrigido de forma simples, possibilitar que usuário desfaça uma ação como recuperar um arquivo apagado recentemente, são exemplos de processos diretamente ligados a tolerância a erros de um sistema.

Aprendizagem: Um software deve ser fácil de utilizar, mesmo para usuários que não estejam familiarizado com suas funcionalidades. A utilização de um sistema deve ser intuitiva e o aprendizado de suas funcionalidades deve ser fácil. Neste sentido, seguir convenções consolidadas no projeto de interfaces como formatos e posicionamento de botões são exemplos que podem facilitar a assimilação do funcionamento do sistema. Uma outra maneira é utilizar padrões comuns ao dia a dia no mundo real, um exemplo básico pode ser um ícone de botão desligar convencional em aparelhos eletrônicos no mundo real pode ser utilizado como ícone encerramento do sistema, naturalmente um usuário identificaria a função do botão.

2.1.3 *Teste de Usabilidade*

De acordo com Teixeira (2014), os testes de usabilidade têm como objetivo principal avaliar a facilidade com que um usuário pode compreender e manipular um determinado sistema. Nesta mesma direção, Pressman (2011) acrescenta que os testes de usabilidade são projetados para determinar o quanto a vida de um usuário é facilitada pela interface de interação do sistema testado.

Para Knight (2019), testes de usabilidade se concentram em avaliar se os usuários são capazes de completar suas tarefas no sistema, podendo segundo o autor serem avaliados considerando os cinco aspectos de qualidade software, os aspectos descritos por Knight (2019) são bastante similares aos aspectos definidos por Komninos (2020) citados anteriormente,

sendo: **Aprendizagem:** avalia o quão fácil é para os usuários realizarem tarefas básicas na primeira vez eles utilizarem o sistema. **Memorabilidade:** avalia a facilidade com que um usuário volta a realizar suas atividades no sistema, após um período sem utilizá-lo. **Eficiência:** avalia a rapidez com que os usuários podem executar suas tarefas uma vez que aprendem a usar o sistema corretamente. **Erros:** analisa quantos erros os usuários cometem, a gravidade dos erros cometidos e a facilidade com que eles podem ser recuperados. **Satisfação:** avalia o qual satisfatório é utilizar o sistema.

Existem diferentes tipos e abordagem para testes de usabilidade de software, Dos Santos (2016), define que existem três técnicas básicas para realização de testes de usabilidade, as três técnicas descritas pelo autor estão listadas a seguir.

- **Técnicas Prospectivas:** técnicas que utilizam diretamente as opiniões dos usuários sobre a experiência de utilização do sistema.
- **Técnicas Preditivas/Analíticas:** técnicas de testes realizadas pelos desenvolvedores sem envolvimento direto dos usuários, testes geralmente voltados para a prevenção de erros de dados.
- **Técnicas Objetivas/Empíricas:** técnicas de observação, as informações sobre problemas de usabilidade são obtidas ao observar a interação dos usuários com o sistema.

Além das técnicas e tipos de teste de usabilidade citados, Pressman (2011), exemplifica que os testes podem ser realizados diferentes níveis de abstração, neste aspecto o autor define três níveis básicos de abstração.

- a) Pode ser testado apenas a usabilidade de uma parte específica como por exemplo apenas o formulário de cadastro de usuários.
- b) Pode ser testada uma funcionalidade completa, incluindo as páginas web, os retornos de funções e processamento dos dados relacionados.
- c) Por fim, pode ser testado o sistema como um todo, todas os seus componentes de interação e seus comportamentos, todas as funcionalidades e seus resultados.

2.1.4 Blockchain

Blockchain é uma tecnologia baseada em redes com arquitetura “Peer-to-Peer” em inglês (P2P), ou ponto-a-ponto em português, como esta arquitetura ficou conhecida no Brasil. A tecnologia *blockchain* foi primeiramente proposta por Nakamoto (2008), ao descrever a criação de seu sistema de transações financeiras e moeda digital, denominado “*Bitcoin* - Um sistema de dinheiro eletrônico de ponto-a-ponto”, em tradução livre.

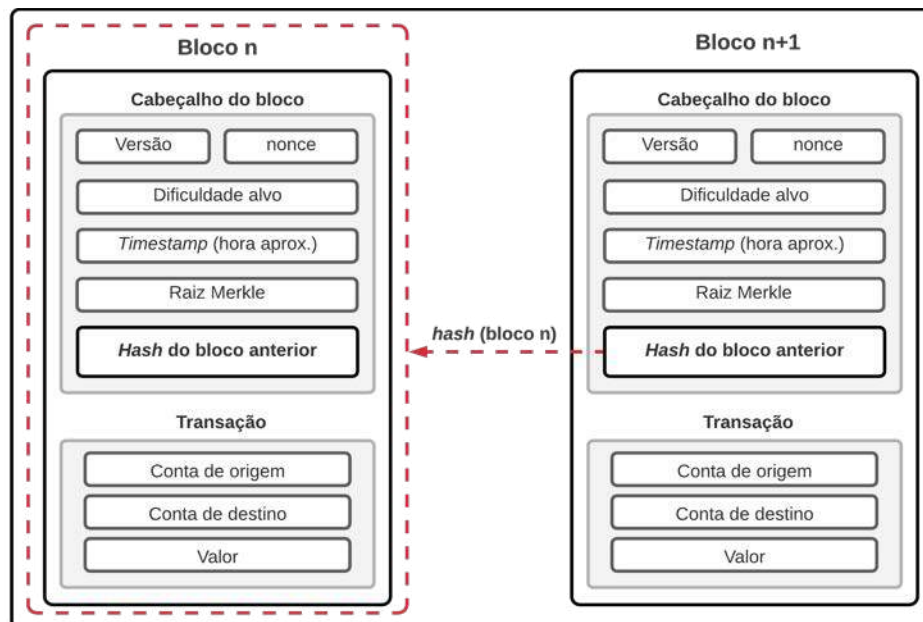
Uma *blockchain* seria essencialmente como uma base de dados pública que segundo Nakamoto (2008), funcionaria como um livro razão de contabilidade, sendo online e

distribuído, contendo todas as transações realizadas por seus participantes, todas as transações seriam verificadas em um protocolo de consenso o que garantiria a autenticidade, segurança e imutabilidade das informações de cada transação.

Cada nova transação adicionada ao sistema é vinculada a todas as transações anteriores a ela incluídas no sistema, funcionando como uma cadeia de transações ou genericamente, de blocos, originando o termo inglês *blockchain*. Esta propriedade juntamente com o protocolo de consenso do sistema, permitiria descartar a necessidade de uma autoridade central para realizar a validação das transações.

Segundo Bashir (2017), um bloco padrão de uma rede *blockchain* é composto por um cabeçalho que inclui o identificador (*hash*) do bloco anterior, um resumo das transações anteriores a inserção do bloco — a raiz *merkle*, e os dados de mineração do bloco, o “*timestamp*” que é a hora aproximada de criação do bloco, a dificuldade alvo do algoritmo de utilizado no bloco e o “*nonce*”, um contador utilizado pelo algoritmo. Além disso o bloco é composto pelo conjunto de suas transações realizadas. Uma representação desse tipo de bloco pode ser visualizada na figura 2.

Figura 2: Exemplo de bloco de uma rede blockchain.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Um dos conceitos centrais da tecnologia *blockchain* são os chamados algoritmos de consenso, que Segundo Aliaga e Henriques (2017) são algoritmos de criação de blocos em um ambiente descentralizado de forma consensual entre nós de uma rede ponto-a-ponto. Bashir

(2017), também define mecanismos de consenso como os passos que são dados pelos nós que compõem uma rede para entrar em consenso a respeito de um novo bloco. São estes algoritmos os responsáveis pela integridade e segurança das redes *Blockchain*.

Dois dos algoritmos de consenso mais utilizados são “*Proof of Work*” (PoW) e o “*Proof of stake*” (PoS), Segundo Alves *et al.* (2018) o PoW é baseado na resolução de problemas matemáticos, dado um determinado problema escolhido para a geração dos blocos diversos mineradores devem tentar resolve-lo para cada bloco, então os mineradores que resolverem mais rapidamente o problema recebem uma recompensa pelo esforço computacional gasto. Segundo Singhal, Dhameja e Panda (2018), estes problemas matemáticos devem ser de difícil resolução, mas de fácil verificação. A dificuldade do problema pode ser definida de forma dinâmica, variando de acordo com a necessidade e da quantidade de blocos desejados por minuto estipulado por cada projeto.

Nos algoritmos de PoS segundo Aliaga e Henriques (2017) é realizado uma escolha do nó minerador que poderá criar um novo bloco. A forma comum de seleção do nó minerador é por meio de um sorteio, no qual as chances de ser selecionado são proporcionais a quantidade de moedas de cada um dos nós participantes. Este tipo de mecanismo de consenso tem um gasto computacional menor em comparação com o PoW, no entanto gera uma tendência de concentração maior de riqueza uma vez que os nós com maiores montantes têm mais chances de serem escolhidos mineradores e assim receberam as recompensas de mineração.

Sobre as propriedades inerentes aos conceitos confiabilidade e segurança da tecnologia de *blockchain*, Iansiti e Lakhani (2017) descrevem cinco princípios básicos, os quais seguem listados abaixo:

Banco de dados distribuído: Cada parte em um *blockchain* tem acesso a toda a base dado e ao seu completo histórico de transações sem a necessidade de intermediários, no entanto, ninguém pode alterar seus registros individualmente.

Transmissão ponto-a-ponto: a comunicação ocorre diretamente entre os pontos, em vez de serem realizadas de forma centralizada, cada ponto armazena e encaminha as informações aos demais participantes.

Transparência e pseudonimato: cada transação e os valores associados são disponibilizadas qualquer usuário com acesso ao sistema. No entanto, cada nó, ou usuário, em um *blockchain* tem um “endereço” (pseudônimo) alfanumérico único que o identifica. Um usuário pode escolher se manter anônimo ou compartilhar provas de identidade aos outros. As transações ocorrem entre estes “endereços” (pseudônimos) no *blockchain*.

Irreversibilidade de registros: uma vez realizada uma transação e esta transação adicionada ao *blockchain*, os registros não podem ser alterados, uma vez que as propriedades do *blockchain* garantem que cada registro esteja relacionado a todos os registros adicionados antes dele.

Lógica computacional: A natureza digital dos registros significa que as transações de *blockchain* podem ser vinculadas à uma lógica computacional e, em essência, programadas. Assim, os usuários podem determinar algoritmos e regras que vinculam automaticamente transações entre nós.

Diante das promessas de garantia de segurança, anonimato e integridade das informações, a tecnologia *blockchain* atraiu grande atenção, dando origem a uma série de outros sistemas e moedas digitais além do *Bitcoin*, as denominadas criptomoedas.

Superando uma fase de replicação dos conceitos de moedas digitais e das pertinentes aplicações financeiras, o *blockchain* encontra-se em uma nova fase de pesquisas, buscando cada vez mais, novas possibilidades de aplicação nas mais diversas áreas, entre estas possibilidades verificamos algumas aplicações de grande impacto como um sistema de registros pessoais de saúde de Roehrs *et al.* (2017); o protocolo para o registro de votos digitais de Liu e Wang (2017); e ainda um sistema para autenticidade de diplomas, Cheng *et al.* (2018).

Com a ampliação das aplicações para a tecnologia *blockchain*, naturalmente surgirem diversas plataformas para novas implementações, entre as mais conhecidas durante a realização desta pesquisa podemos citar: Bitcoin, Ethereum, Hyperledge Fabric, EOS, Quorum, R3 Corda, IBM *Blockchain*, MultiChain entre outras.

2.1.5 *Smart-Contracts (Contratos inteligentes)*

Antonopoulos e Wood (2019) afirmam que a primeira definição de *smart contracts* (contratos inteligentes) foi feita por Nick Szabo um criptógrafo norte americano na década de 1990 como “um conjunto de promessas, especificado em formato digital, incluindo protocolos dentro dos quais as partes cumprem as outras promessas”, a partir de então principalmente com o surgimento das plataformas descentralizadas de *blockchain* como a Bitcoin e Ethereum, o conceito de contratos inteligentes evoluiu e se modificou.

No contexto das plataformas de *blockchain*, Alharby e van Moorsel. (2017, p. 127) definem os contratos inteligentes como “um código executável que roda em uma *blockchain* para facilitar, executar e fazer cumprir os termos de um acordo”. Os autores afirmam ainda que o principal objetivo de um contrato inteligente é executar automaticamente os termos de um

acordo, uma vez que as condições especificadas sejam atendidas. Neste sentido, Alves *et al.* (2018) afirma que um contrato inteligente deve ser imutável, transparente e descentralizado, o qual assim que enviado para a rede, os contratos não podem mais ser alterados, garantindo que nenhuma cláusula do contrato seja modificada.

2.1.6 Metadados

Segundo Santos, Simionato e Arakaki (2014) o termo metadado foi criado para descrever o conjunto de dados que podem ser utilizados na organização, na representação e na localização de um recurso. De uma forma simplificada os metadados são comumente definidos como os “dados sobre dados”, ou seja, são informações sobre outros dados ou um conjunto de dados armazenados.

No âmbito das tecnologias de informação os metadados são definidos por Grácio (2012, p. 121) como “um conjunto de dados, chamados “elementos”, cujo número varia de acordo com o padrão adotado, e que descreve o recurso, possibilitando a um usuário ou a um mecanismo de busca acessar e recuperar esse recurso”. Neste mesmo sentido, Barbedo, Corujo e Sant’Ana (2011) afirmam que um metadado descreve atributos do documento de arquivo eletrônico, dando-lhe significado, contexto e organização, permitindo a gestão e utilização destes arquivos.

Uma das principais dificuldades com o crescimento da internet e dos armazenamentos em meios eletrônicos segundo Grácio (2012) é a dificuldade na busca, recuperação e preservação das informações. Por este motivo, Alves e Café (2010) determinam que além da grande importância dos metadados para garantir melhores resultados em buscas, a definição adequada do padrão de metadados necessário para cada ambiente informacional é de suma importância. Nesta mesma direção, Ouchi e Simianato (2018), aconselham a utilização de vocabulários de metadados que seguem padrões internacionais, sobretudo quando o objetivo é a distribuição dos dados via plataformas web.

Alguns vocabulários de metadados foram surgindo com o crescimento da necessidade de melhorar as áreas de busca e recuperação da informação, segundo Laufer (2015) três dos vocabulários de metadados mais utilizados são o Dublin Core, “*Friend of a Friend*” (FOAF) e o Schema.org. O Dublin Core foi um projeto iniciado em 1995, com a premissa de manter uma independência entre a descrição e a sintaxe, com um vocabulário inicial de metadados bastante semelhante a uma catalogação bibliográfica, tendo informações como *title*, *creator*, *publisher* e entre outros. Por sua vez, o FOAF foi criado em 2000 como um conjunto de metadados sobre

pessoas e seus interesses, relacionamentos e atividades, dados básicos comuns em sistemas de redes sociais por exemplo.

Em contrapartida o Schema.org foi criado em 2011 em uma iniciativa conjunta entre os grandes serviços de busca da internet, o Google, Yahoo, Bing e posteriormente o buscador russo Yandex. O Schema.org na verdade reúne um conjunto de diversos vocabulários em um repositório central de metadados, os metadados contidos nestes vocabulários podem ser embutidos em páginas web facilitando a busca e recuperação dos dados destas páginas pelos buscadores e sistemas que implementem seus serviços.

Por se tratar de uma iniciativa de empresas conhecidas gigantes da tecnologia, sistemas de grandes impactos na internet e com ferramentas de alto alcance, espera-se que os vocabulários do Schema.org possam se tornar padrões cada vez mais utilizados em todo o mundo, além disso, os vocabulários são descritos com grande grau de detalhes e com diversos exemplos práticos formando uma documentação robusta e bastante completa o que facilita a adoção dos padrões criados. Para além disso o schema.org apresenta estruturas de dados relacionadas a área da saúde com um alto nível de detalhamento o que vai ao encontro das necessidades deste projeto de pesquisa.

2.1.7 O Sistema de Acreditação Internacional para Profissionais de Saúde

O sistema internacional de acreditação para profissionais de saúde foi proposto por Souza Junior *et al.* (2019) em um artigo publicado no "*International Journal of Information and Education Technology*" no ano de 2019. No trabalho em questão os autores descrevem conceitualmente um sistema baseado em tecnologia *blockchain* para a acreditação de profissionais de saúde com abrangência internacional, referido no trabalho como "*International Accreditation System*" (IAS), mais precisamente os autores o definem como um sistema web com uma estrutura de rede social que pretende prestar um serviço a profissionais e pacientes de saúde.

O principal objetivo proposto para o sistema seria fornecer uma plataforma baseada na Web para apoiar o processo de acreditação e certificação, essa plataforma então teria que ser capaz de lidar com esses processos em nível internacional, para esse fim Souza Junior *et al.* sugere a utilização de uma organização sem fins lucrativos criada e gerenciada por um coletivo de sociedades profissionais de saúde, permitindo que cada sociedade mantivesse sua autonomia e independência, por este motivo a tecnologia *blockchain* seria utilizada para proporcionar a descentralização e confiabilidade necessária para o sistema, além de garantir a fidedignidade

das informações creditadas na base, por conter um registros verificáveis a cada transação realizada.

Basicamente, o Sistema de Acreditação Internacional para Profissionais de Saúde proposto por Souza Junior *et al.* (2019) funcionaria da seguinte maneira:

- a) **Uma nova sociedade profissional solicitaria fazer parte do IAS:** com sua aceitação, essa sociedade definiria seus próprios processos de acreditação e certificação dentro do sistema.
- b) **Todos os membros desta nova sociedade seriam membros do IAS:** um membro pode ser associado a qualquer número de sociedades, e profissionais e instituições podem ser membros.
 - a. **As instituições** podem solicitar a certificação e conceder acreditação a membros profissionais.
 - b. **Os profissionais** podem solicitar a acreditação.

Ainda que conceitualmente, com o IAS poderiam surgir novas oportunidades, como exemplo, os pacientes poderiam ter acesso ao histórico de acreditação dos profissionais de saúde e ao histórico de certificações das instituições. Ainda poderia ser implementada uma acreditação pessoal entre os pares, ou seja, os profissionais de saúde poderiam certificar interações da prática clínica com outro profissional. A criação do sistema possibilitaria a acreditação entre todos os elementos da rede, o que poderia ser interessante como referência para pacientes, profissionais e instituições, na seleção de profissionais e instituições de saúde.

O sistema IAS foi descrito tendo em mente a utilização do sistema *Reporting Guidelines in Medicine* (RGM) como sua base de implementação, o RGM é um sistema para a criação e gerenciamento de diretrizes em saúde descrito por Letouze *et al* (2017), o que o torna um candidato apropriado para servir como base para o desenvolvimento do IAS e posteriormente para serem integrados.

A estrutura inicial dos participantes do IAS com os papéis necessários para a operação de uma rede *blockchain* podem ser visualizados na Tabela 3 abaixo.

Quadro 3: *Blockchain* x IAS

<i>Blockchain</i>	IAS
Nós Participantes	Profissionais/Divisões
Nós Mineradoras	Sociedades profissionais

Transações	Transação
Blocos	Registro de Acreditação

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Além dos participantes da rede *blockchain* pode-se identificar três tipos de usuários os quais o sistema poderia interessar, os perfis destes usuários são definidos a seguir:

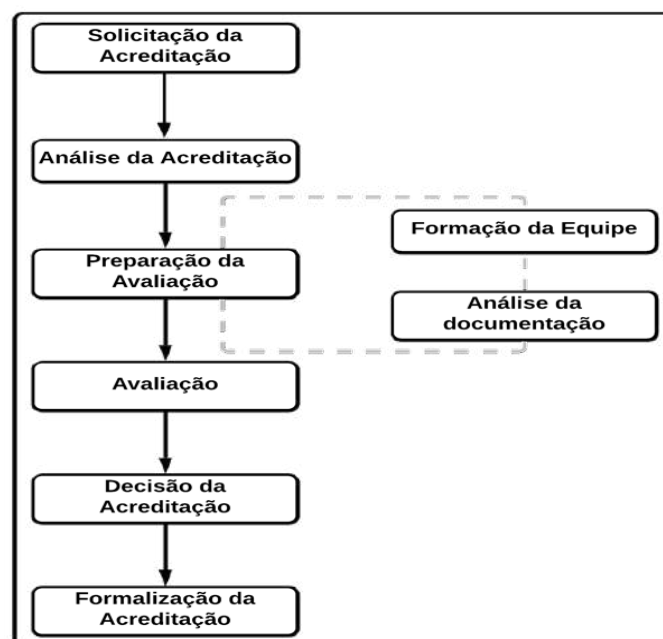
Pacientes (usuários gerais): usuários interessados em verificar a validade de certificações ou acreditação de profissionais ou instituições de saúde.

Organizações de Saúde: Sociedades profissionais e outras organizações de saúde quem podem tanto realizar a acreditação de outras organizações como serem acreditadas.

Profissionais de saúde.: profissionais membro ou não de organizações de saúde que podem solicitar certificações e acreditações (possivelmente poderá realizar acreditação entre os pares profissionais de saúde).

Além das características básicas do sistema descrito por Souza Junior *et al.* (2019), os processos de acreditação podem ser bastante variados de acordo com cada instituição ou nível de certificação ou acreditação desejado. O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia — INMETRO possui um fluxo base para seus processos de acreditação dividido em seis etapas, o fluxo completo com as etapas do processo pode ser visualizado na figura 3.

Figura 3: Fluxo base do processo de acreditação do INMETRO



Fonte: INMETRO (2019). Adaptado pelo autor (2021).

2.1.8 Prototipação de sistemas

Prototipação é um processo ou técnica bastante utilizado no desenvolvimento de sistemas, Pressman (2011) ressalta que apesar de a prototipação poder ser vista como um modelo de desenvolvimento, ela é comumente mais utilizada dentro de outros modelos de desenvolvimento, um protótipo geralmente é para auxiliar uma melhor identificação de requisitos de sistema ou avaliar diferentes abordagens de implementação. Neste mesmo sentido, Sommerville (2011) afirma que um protótipo de software pode ser utilizado tanto em processos de engenharia de requisitos, quanto em processos de projeto de sistema, para cada tipo de processo os protótipos teriam finalidades diferentes como exemplificado a seguir:

- a. **Engenharia de requisitos:** auxiliar a elicitação e validação de requisitos.
- b. **Projeto de sistema:** estudar soluções específicas do software e apoiar o projeto de interface de interação com usuário.

Protótipos de sistemas podem então para reduzir a possibilidade de problemas e incertezas de um projeto, para Guedes (2019) a prototipação permite identificar rapidamente as alternativas que não se encaixem no perfil do projeto, permitindo que a versão final do sistema possa ser mais assertiva em relação às necessidades do cliente. Por este motivo, a autora defende que quanto mais cedo for realizada a prototipação do sistema, maiores serão as chances de sucesso da solução final.

Além de finalidades distintas os protótipos podem ter várias formas e tipos diferentes, desde desenhos a caneta até uma versão funcional mais avançada de um sistema, enquanto os protótipos mais simples são comumente utilizados para verificarem conceitos e requisitos diretamente com os clientes principalmente nas etapas iniciais dos projetos, versões mais próximas ao sistema real são utilizados para validarem as técnicas, ferramentas e abordagens da implementação em etapas mais intermediárias dos projetos.

Dias (2019) afirma que são três os tipos de protótipos mais comuns utilizados no desenvolvimento de sistemas, os tipos são baseados em níveis de fidelidade do protótipo ao produto final desejado, os níveis são definidos abaixo:

Baixa fidelidade: também conhecidos como “*wireframes*”, esse tipo de protótipo não é semelhante ao sistema final, comumente são criados esboços em papel para definir algumas características de interface e funcionamento desejados pelo cliente, bem como auxiliar na identificação de alguns requisitos.

Média fidelidade: também conhecidos como “*mockups*”, este tipo de protótipo possuem um grau maior de proximidade como sistema final em comparação aos *wireframes*,

geralmente são utilizados ferramentas e sistemas para a criação destes protótipos, permitindo que sejam realizadas algumas interações e simulações de funcionamento do sistema a ser desenvolvido.

Alta fidelidade: estes protótipos são bastantes próximos da interface final do sistema final, as ferramentas e os materiais utilizados são os mesmos que serão utilizados para a versão final e a implementação é realizada nas mesmas linguagens de programação. Algumas partes do sistema já estão completamente implementadas, permitindo uma interatividade bem próxima da desejada no produto final.

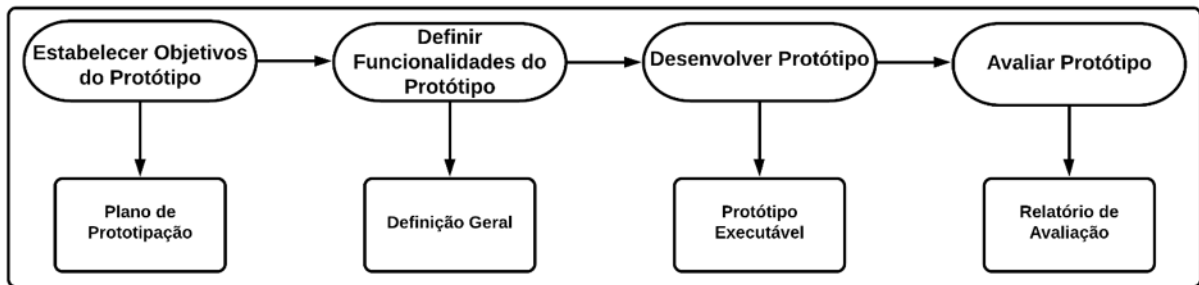
A escolha da prototipação utilizada deve ser realizada de acordo com as necessidades e restrições de cada projeto, podendo utilizar vários tipos de protótipos para um mesmo projeto, uma vez que cada um dos tipos pode ser utilizado para finalidades específicas, podendo serem utilizados para definir a interface de usuário, validar os requisitos funcionais determinados para o sistema ou até mesmo para demonstrar a viabilidade ou não da aplicação. Além disso, cada tipo de prototipação exige quantidades diferentes de recursos e esforço necessário para sua criação.

Entre os benefícios da utilização da prototipação de software, Pressman (2011), Sommerville (2011) e Guedes (2019) citam maior facilidade de identificação e compreensão requisitos, antecipação de problemas e mitigação de riscos, melhora do planejamento do projeto e aumento da possibilidade de alcançar as expectativas dos clientes no produto final.

Apesar dos benefícios proporcionados, algumas medidas devem ser adotadas para evitar problemas com a utilização da prototipação, os principais problemas citados por Pressman (2011) são, os interessados do sistema podem erroneamente identificar um protótipo como uma versão funcional e final do sistema, não compreendendo que nem todos os de qualidade necessários são atendidos pelo protótipo ainda que funcional. Neste mesmo sentido, o autor afirma que os próprios desenvolvedores podem ser tentados a utilizar partes do protótipo no sistema real ainda que estas partes não tenham sido projetadas com a qualidade necessária para uma versão final do sistema. Estes dois problemas, se não identificados e resolvidos adequadamente, podem suprimir os benefícios da prototipação, gerando conflitos no desenvolvimento do sistema e baixando a qualidade do sistema desenvolvido.

Como uma forma de obter bons resultados e evitar possíveis problemas com a utilização da prototipação de softwares, Sommerville (2011) sugere a abordagem e processos mostrados na figura 4.

Figura 4: Processo de desenvolvimento do protótipo



Fonte: Sommerville, 2011. Adaptado pelo autor.

2.1.9 Prova de Conceito

Andrade *et al.* (2006) define prova de conceito (PoC na sigla em inglês do termo *proof-of-concept*) com “uma técnica que permite demonstrar que uma determinada ideia é tecnicamente possível”. Em uma perspectiva mais focada, Pressman (2011) afirma que uma prova de conceito demonstra a viabilidade de uma nova tecnologia no contexto de *software*. Neste sentido, Nathali (2020) complementa que no desenvolvimento de *software*, o objetivo do PoC é descobrir quais as tecnologias serão mais eficazes e apropriadas no desenvolvimento do produto, assim como verificar se a ideia a ser desenvolvida poderá ser realmente implementada.

Uma prova de conceito de *software* muitas vezes é realizada na forma de protótipos executáveis e simulações de uso como afirma Da Silva (2015). Assim segundo o autor, o PoC permitiria demonstrar na prática a metodologia, os conceitos e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do produto, além de permitir a realização de testes que determinem de forma mais clara a real viabilidade do projeto.

Diversos fatores podem demandar a utilização de uma prova de conceito de *software*, entre os fatores mais comuns para a realização de uma prova de conceitos Da Silva (2014) lista seguintes situações:

Falta de entendimento do escopo do projeto: se as definições do escopo do projeto não são de domínio dos envolvidos, uma prova de conceito pode ajudar esclarecer detalhes e os requisitos necessários;

Experiência da equipe: quando uma equipe de trabalho não possui completa experiência dos conceitos do projeto, uma prova de conceito pode ser utilizada para permitir que os membros da equipe tenham contato com as ferramentas e tecnologias necessárias;

Requisitos Complexos: caso os requisitos de um projeto sejam considerados muito complexos, uma prova de conceitos pode ser utilizada para esclarecer os requisitos e permitir mensurar a viabilidade e custo da implementação total do projeto;

Alto risco: os riscos do de um projeto podem ser muito altos e difíceis de mensurar, nestes casos uma prova de conceitos pode ajudar a entender o real esforço necessário e a proporcionar expectativas mais realistas sobre a segurança do projeto;

A realização de uma prova de conceitos em projetos de *software* sobretudo nas fases iniciais do projeto podem trazer alguns benefícios importantes. Patenate (2019) e Gonçalves (2020) citam por exemplo de benefícios de uma prova de conceitos, a avaliação da viabilidade do projeto, redução de custos, identificação e redução de falhas, diminuição dos riscos e o aumento da satisfação dos usuários do produto desenvolvido.

Apesar de não ser uma técnica completamente inovadora, as provas de conceitos segundo Patenate (2019) seguem sendo amplamente utilizadas em diversas áreas como segurança da informação, gestão de pessoas, design de produtos e incluindo também o desenvolvimento de *softwares*. Ainda segundo o autor os resultados da utilização de PoC se mantêm bastante satisfatórios independente do segmento no qual seja realizado.

2.1.10 Sobre Estudo de Caso

Segundo Appolinaro (2012) os estudos de caso “normalmente são pesquisas descritivas, cuja finalidade é compreender intensivamente um fenômeno típico, presumindo-se que, posteriormente, a partir desse estudo, novas pesquisas possam ser realizadas, dessa vez com maior número de sujeitos”. Neste sentido, Ventura (2007) esclarece que com um estudo de caso supõe-se que seja possível adquirir conhecimento do fenômeno estudado a partir da exploração intensa de um único caso específico. Porém, para que um estudo de caso produza resultados reais, Feferbaum e Queiroz (2019) determinam que o objeto de estudo em questão deve ser muito bem definido e específico.

Para Stake (1995) os estudos de caso podem ser classificados em três categorias, estudos de caso intrínsecos, instrumentais ou coletivos, estas categorias estão definidas a seguir:

Estudos de caso intrínsecos: estudos em que exista o interesse em estudar as especificidades de um caso concreto, um estudo que identifique e defina características e elementos que tornam o caso estudado tão distintivo dos demais casos semelhantes.

Estudo de caso instrumental: estudo em que o caso não seja uma situação concreta, mas uma questão mais abrangente que não as particularidades do caso concreto em estudo.

Estudo de caso coletivo: estudos que envolvam a utilização de mais de um caso para permitir por meio da comparação dos casos um aprofundamento dos conhecimentos sobre os objetos estudados

A utilização de uma metodologia de estudo de caso neste trabalho será por meio de uma simulação de uso real do sistema proposto por Souza Junior *et al.* (2019), com o estudo de caso pretende-se visualizar e entender o funcionamento do sistema e avaliar se a utilização do sistema atende os objetivos propostos pelo projeto. Neste sentido, pretende-se utilizar um estudo de caso instrumental para avaliar a viabilidade do desenvolvimento do sistema por meio da implementação de um protótipo funcional, além de verificar seu funcionamento de forma prática por testes casos de uso real do sistema.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão descritos e contextualizados os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

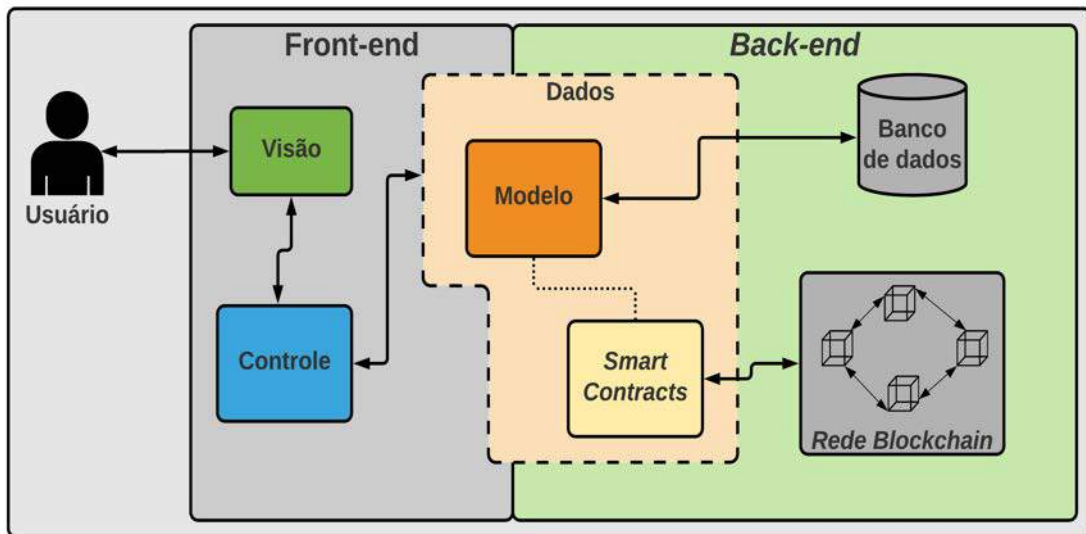
A metodologia é “um processo pelo qual se aplica diferentes métodos, técnicas e materiais tanto laboratoriais como instrumentos para coleta de dados no campo” (OLIVEIRA, 2011). A metodologia aborda todos os passos para a construção de um trabalho científico, passando desde a “escolha do procedimento para obtenção de dados, perpassando a identificação de método(s), técnica(s), materiais, instrumentos de pesquisa e definição de amostra/universo, à categorização e análise dos dados coletados” (OLIVEIRA, 2011).

Para a realização deste trabalho utilizaremos a metodologia de desenvolvimento proposta por Letouze *et al.* (2012) a *Model-View-Controller Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management* (MVC EA-IRPM). Esta metodologia foi selecionada por ter foco principal no desenvolvimento de sistemas web de projetos interdisciplinares, o que a torna uma metodologia bastante adequada para o tipo de sistema desenvolvido neste trabalho.

3.1 Front-end

Como demonstrado na subseção 2.1.1, no desenvolvimento de sistemas web o conceito de *front-end* não é definitivo sendo utilizado de acordo com as concepções de cada autor ou desenvolvedor. Apesar disso, a base do conceito de *front-end* está na capacidade de interação dos usuários com o sistema.

Neste trabalho definimos o *front-end* como os componentes de visão do padrão MVC em conjunto com os controladores responsáveis pelo seu funcionamento e a parte dos modelos que competem as informações do banco de dados sem vínculo com os *smart contracts*. O *back-end* por sua vez desenvolvido por Melo (2021) contempla os *smart contracts*, a rede de *blockchain* Ethereum e toda a parte de infraestrutura de comunicação desta com o sistema web. O diagrama da figura 5 exemplifica a divisão entre o *back-end* e o *front-end* do sistema.

Figura 5: *front-end e back-end*

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O sistema desenvolvido em Java Server Faces (JSF), utilizará framework de componentes gráficos PrimeFaces para as páginas web, os Controladores serão responsáveis pelas regras de negócios controlando os dados enviados para o banco de dados por meio das camadas de Modelo e utilizando a biblioteca de integração Web3J para enviar e receber dados da rede *blockchain* por meio dos contratos inteligentes escritos no *back-end*.

Tanto as entidades da camada de modelo, como os dados cadastrados nos contratos inteligentes seguirão padrões do dicionário de dados do Schema.org, para facilitar a integração com outros sistemas e plataformas, flexibilizar o desenvolvimento e permitir a internacionalização do sistema.

3.2 MVC EA-IRPM

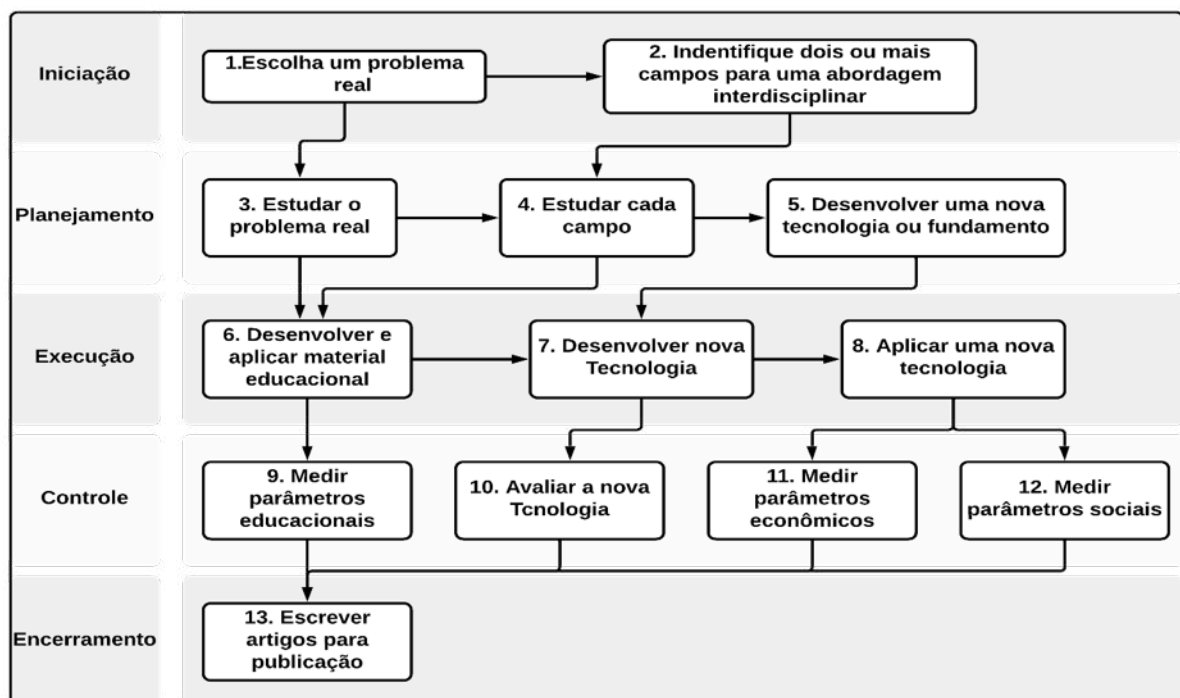
O MVC EA-IRPM é uma metodologia criada para auxiliar o desenvolvimento de sistemas web para projetos de pesquisa interdisciplinares. A metodologia proposta por Letouze *et al.* (2012) consiste na combinação do padrão *Model Viewer Controller* (MVC) amplamente difundido para a criação de sistemas web com a metodologia *Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management* (EA-IRPM) criada também por Letouze (2012) para o desenvolvimento de sistemas interdisciplinares de uma forma geral.

O ponto inicial desta metodologia é a *Interdisciplinary Research Project Management* (IRPM) (Letouze *et al.* 2011), uma metodologia criada para o gerenciamento de projetos de pesquisas interdisciplinares que ao ser integrada com o modelo de Aquisição Evolucionária

(EA sigla em inglês) descrita no livro “*Systems Engineering Fundamentals*” de Lighsey (2011), torna-se uma estratégia de desenvolvimento para sistemas interdisciplinares.

O IRPM é dividido em cinco fases: **Iniciação**: na qual devem ser definido um problema real e dois campos de estudo para a abordar o problema de forma interdisciplinar; **Planejamento**: onde deve-se realizar o planejamento e a análise do problema com base nos campos selecionados na iniciação, nesta fase pode-se produzir uma nova metodologia ou um novo fundamento; **Execução**: nesta fase é realizado o desenvolvimento do projeto, no qual podem produzir um material educacional para ser utilizado em sala de aula ou implementar e aplicar uma nova tecnologia gerada; **Controle**: caso existam métricas e parâmetros para a definidos no planejamento o controle do projeto pode ser executado para os aspectos educacionais, tecnológicos, sociais e/ou econômicos; **Encerramento**: na fase de encerramento como finalização do projeto. Um modelo das fases do IRPM é apresentado na figura 6.

Figura 6: Modelo das fases do IRPM

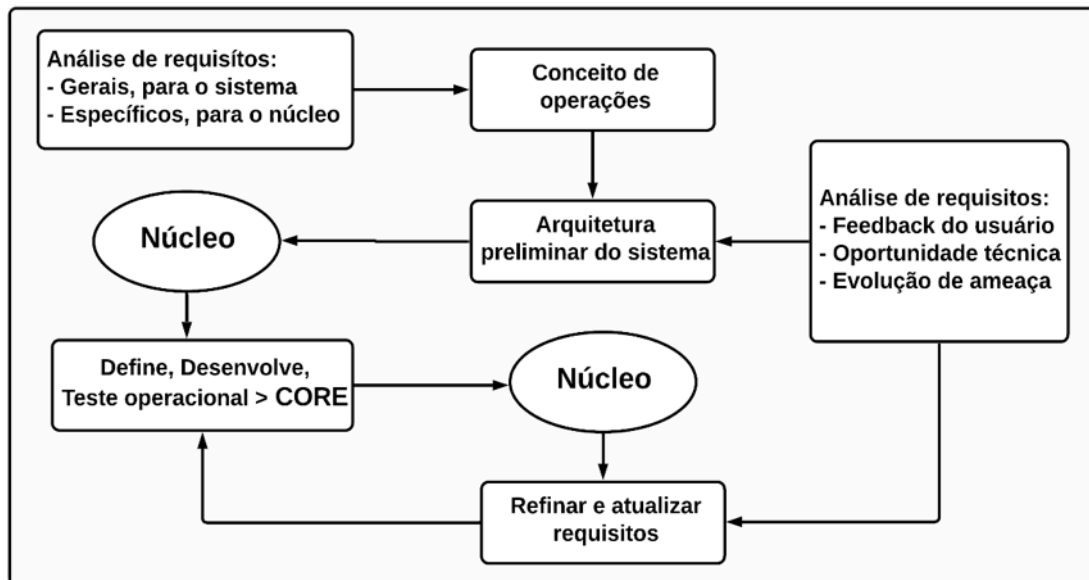


Fonte: Adaptado de Letouze *et al* (2011)

A EA tem início com análise de requisitos, definindo-se requisitos gerais para sistema e requisitos específicos para o núcleo, após estas definições é executado o conceito de operações, seguindo por uma segunda análise de requisitos desta vez obtida pelas respostas dos usuários, por novas oportunidades tecnológicas ou por avaliação de possíveis ameaças identificadas no sistema. Em seguida é desenvolvida uma arquitetura preliminar do sistema, a

partir da qual um núcleo deve ser implementado, o processo é evoluído a partir de novas definições e requisitos identificados, podendo dar origem a um novo núcleo e aprimoramentos. Um modelo gráfico desta metodologia pode ser observado na figura 7.

Figura 7: Modelo gráfico da metodologia Evolutionary Acquisition

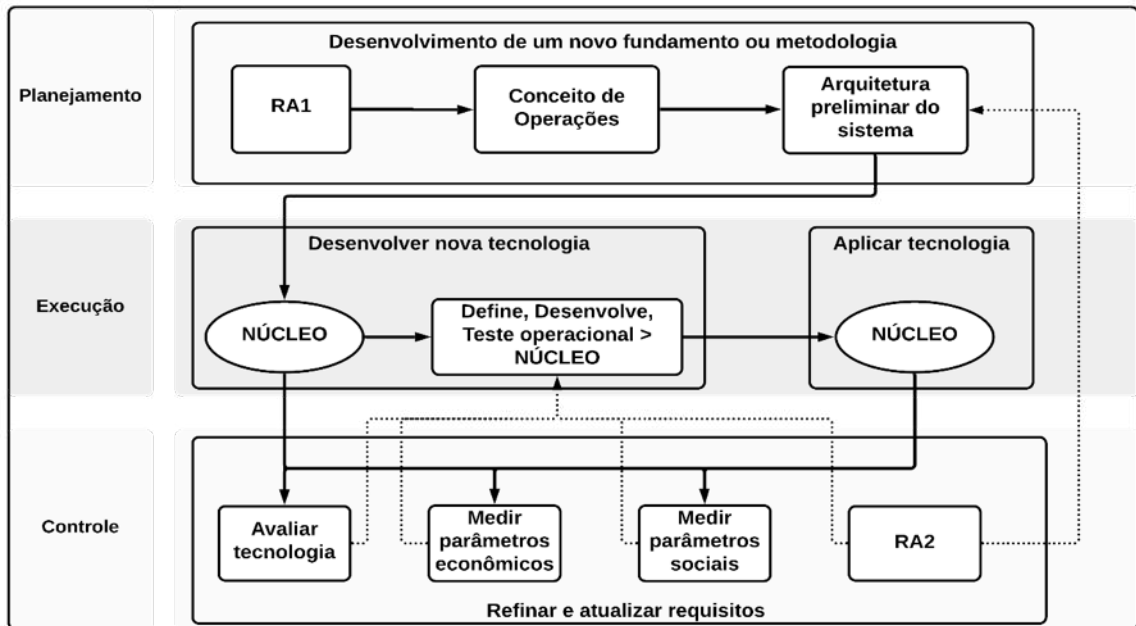


Fonte: Lighsey, 2011. Adaptado pelo autor.

A integração do EA com o IRPM se dá nas fases de execução, planejamento e controle, segundo Letouze (2012), na fase de planejamento do EA-IRPM, a tentativa de desenvolver um novo fundamento ou metodologia consiste então na criação da arquitetura preliminar de sistema com base numa análise de requisitos inicial (chamada em diante de AR1, geral para o sistema e específica para o núcleo), em seguida implementar um conceito de operações, caso disponível utilizar também a análise de requisitos secundária (chamada em diante de AR2, proveniente do feedback dos usuários, oportunidades tecnológicas ou evolução de ameaças).

Durante a fase de Execução são implementados o núcleo, a arquitetura preliminar do sistema e realizados os testes operacionais. Finalmente na fase de controle deve-se refinar e atualizar os requisitos conforme necessário. A figura 8 demonstra esta incorporação do EA ao IRPM.

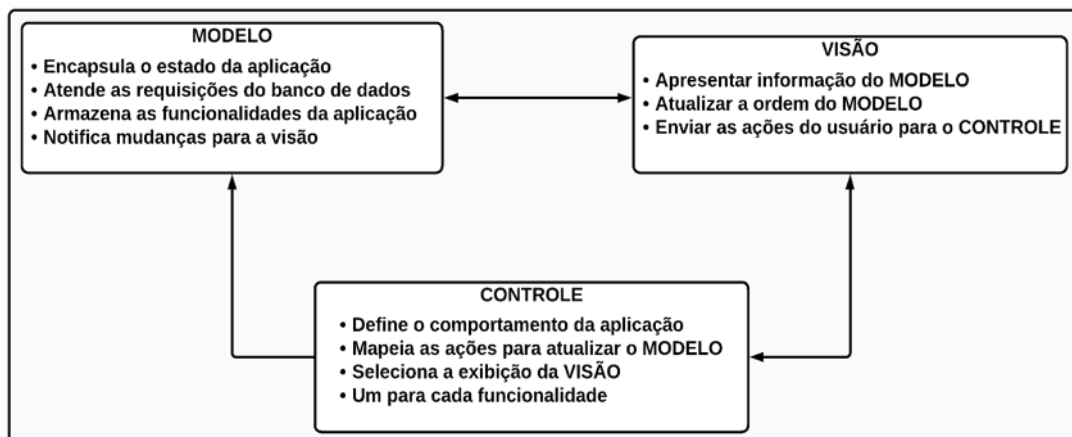
Figura 8: Incorporação do EA ao IRPM



Fonte: Adaptado de Letouze *et al.*, 2012.

Para melhor conformidade com os padrões de desenvolvimento de sistemas para Web, foi adicionado à metodologia EA-IPRM o padrão MVC (*model-view-controller*), um padrão de arquitetura de sistemas web que separa a arquitetura do sistema em três camadas, a camada chamada de modelo contém todos os dados do sistema, a camada chamada de controle é responsável por todo o processamento de dados necessário e última camada é chamada de visão pois é responsável pela apresentação dos dados aos usuários, a independência destas camadas, proporcionando assim mais flexibilidade e escalabilidade ao sistema. A representação deste modelo encontra-se na figura 9.

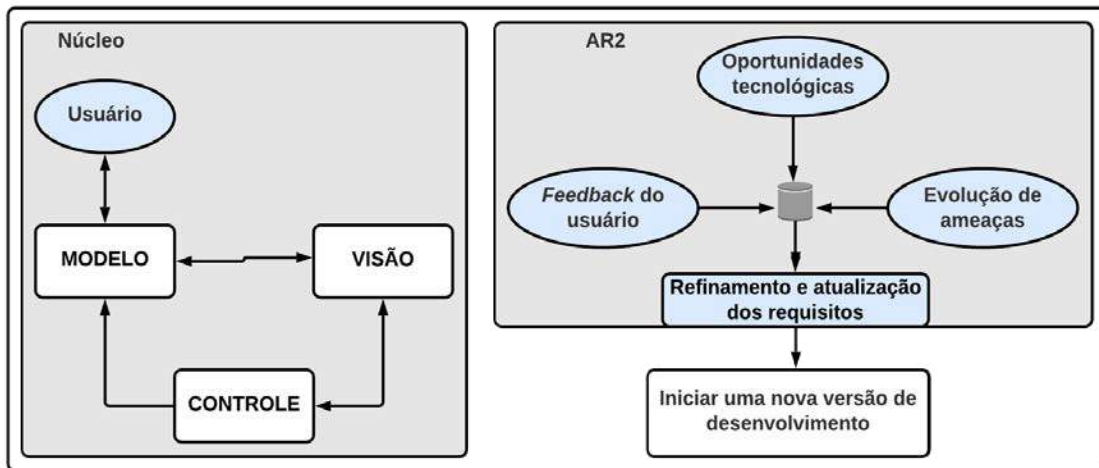
Figura 9: Representação do padrão MVC



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A adição do padrão MVC ao EA-IRPM é representada na figura 10, na figura está representada a arquitetura principal do sistema web com um padrão MVC modificado que se conecta com a AR2 da figura 3, sendo utilizado para isso um banco de dados independente do sistema para armazenar os requisitos, com base na atualização e no refinamento destes requisitos uma nova versão pode ser desenvolvida.

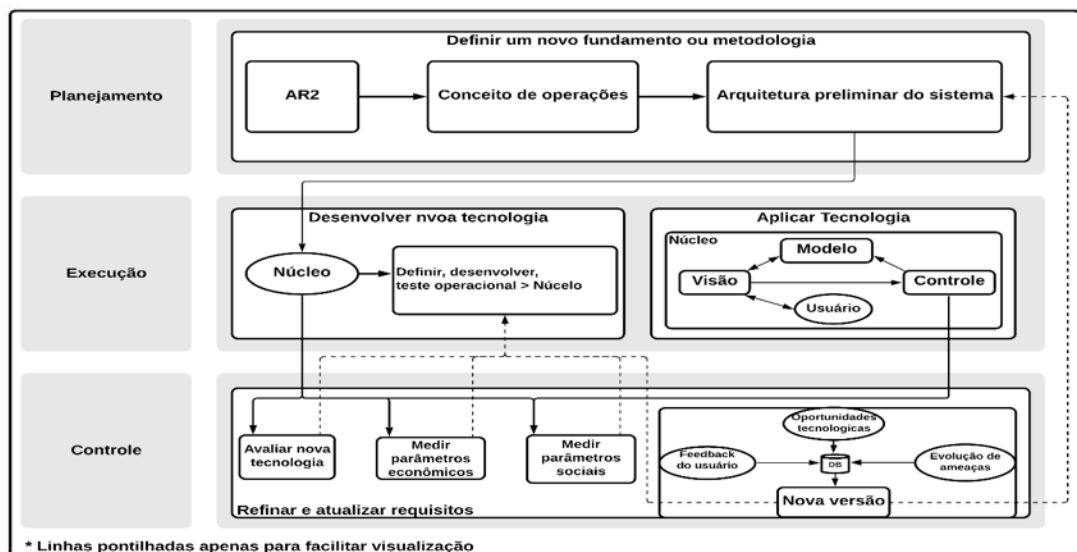
Figura 10: MVC incorporado ao EA-IRPM



Fonte: Letouze et al., 2012. Adaptado pelo autor.

Finalmente a representação completa MVC EA-IRPM pode ser vista na figura 11, onde o MVC é o padrão da arquitetura utilizada na EA para o desenvolvimento do núcleo, que tem acesso ao banco de dados que servirá de base para a AR2 possibilitando a atualização e refinamento de novos requisitos.

Figura 11: Representação do MVC EA-IRPM



Fonte: Letouze et al. 2012, adaptado pelo autor.

3.3 Estratégia de Desenvolvimento do protótipo

A estratégia de desenvolvimento do sistema do projeto seguirá as fases descritas na metodologia MVC EA-IRPM, na primeira fase chamada de **Iniciação** é definido o problema e os campos de estudo para realização do projeto, o problema foi definido em poucas palavras como “o desenvolvimento do *front-end* do Sistema Internacional de Acreditação para profissionais de Saúde proposto por Souza Junior *et al* (2019)”, enquanto que os principais campos de estudo básicos para o projeto foram “tecnologia *blockchain*”, “desenvolvimento de sistemas web” e “acreditação profissional”.

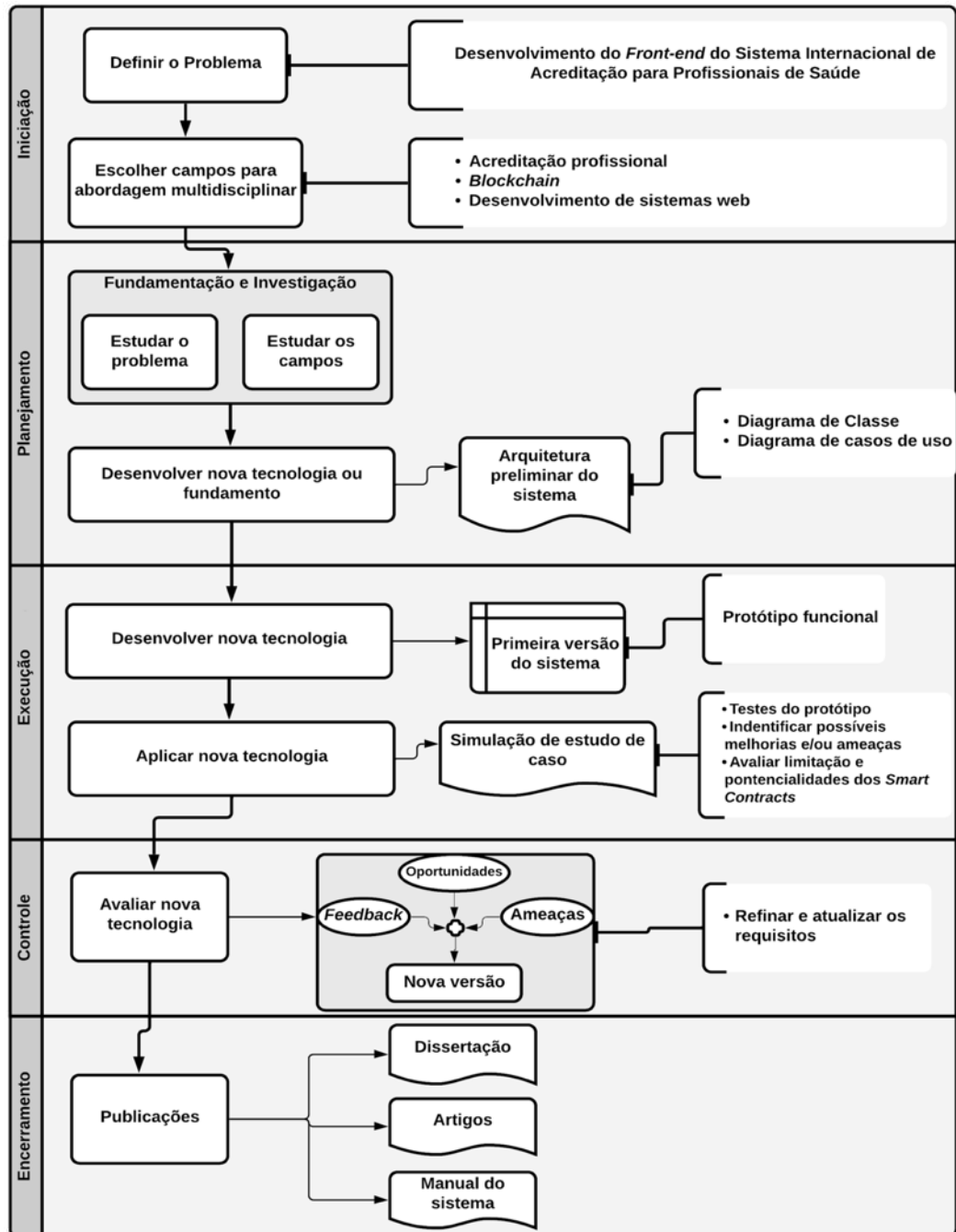
Na segunda fase (**Planejamento**) deve-se aprofundar no estudo do problema e dos campos de pesquisa para permitir sua melhor compreensão e proporcionar mais confiabilidade ao desenvolvimento do sistema proposto, nesta etapa é deve-se selecionar uma plataforma de desenvolvimento de *blockchain* com suporte a linguagem JAVA, esta necessidade é definida pela necessária integração com sistema base RGM, sendo o sistema RGM construído em JAVA para web, optou-se por desenvolver o protótipo IAS também nesta linguagem para facilitar sua provável integração, motivo pelo qual optou-se ainda pela arquitetura MVC. Nesta etapa ainda deve-se identificar os metadados do sistema e desenvolver a arquitetura preliminar do sistema com a utilização de diagramas de classes e a análise de alguns casos de uso.

A terceira fase é a **Execução**, nesta fase é realizada a implementação da primeira versão do sistema base seguindo padrão MVC, esta versão inicial do núcleo do sistema sendo ainda este o protótipo funcional para o estudo de caso objetivado no projeto. Além da primeira versão do núcleo do sistema o protótipo deve utilizar a rede *blockchain* Ethereum criada pelo projeto responsável pelo *back-end*.

A quarta fase denominada **Controle**, contempla os processos de avaliação do sistema, nesta etapa os resultados dos testes e estudo de casos realizados no sistema são analisados para identificar possíveis oportunidades tecnológicas, ameaças, além do feedback dos usuários, o que pode gerar melhorias e novas versões do sistema.

Por fim, na fase final (**Encerramento**), deve-se escrever uma dissertação para o Mestrado Profissional de Modelagem Computacional de Sistemas da Universidade Federal do Tocantins descrevendo o desenvolvimento do sistema no projeto de pesquisa e os resultados dos testes do protótipo. Além da dissertação, espera-se publicar artigos relacionados à pesquisa realizada e elaborar um manual de uso do sistema. Uma representação gráfica desta estrutura completa do desenvolvimento pode ser visualizada na figura 12.

Figura 12: Representação da estrutura de desenvolvimento do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são descritos os resultados do desenvolvimento deste projeto de pesquisa. Como especificado na seção 3.1 o “*front-end*” tratado neste projeto corresponde aos componentes do sistema responsável pela interação do usuário e a integração com a rede *blockchain*, os processos de desenvolvimento do protótipo do sistema são descritos nas seções a seguir. Além disso serão analisados os resultados dos testes e simulação de uso do protótipo para validação conceitual do sistema proposto.

4.1 Seleção da plataforma de *blockchain*

Antes de iniciar o desenvolvimento do protótipo deve-se escolher a plataforma de *blockchain* a ser utilizada. Para isso foi realizado um comparativo simples dos recursos e características básicas de seis das plataformas mais conhecidas e utilizadas pela comunidade no momento da realização do projeto. Esta avaliação foi realizada por meio de consultas em diversas mídias especializadas, como sites, fóruns e outras plataformas de compartilhamento de conhecimentos, as plataformas de *blockchain* avaliadas foram Bitcoin, Ethereum, Hyperledger Fabric, Quorum, EOS, R3 Corda.

Devido a necessidade e especificidades do sistema proposto, algumas restrições de recursos e características eram necessárias, por este motivo foram analisados recursos como: tipo das redes disponibilizadas, protocolos de consenso disponíveis, suporte à *smart contracts*, suporte a APIs em linguagem de programação JAVA e o tipo de código da plataforma, os resultados foram compilados no quadro 1 abaixo, também foi gerado um relatório técnico sobre o comparativo entre as plataformas que pode ser visto no apêndice 4.

Quadro 1- Comparativo de plataformas de *blockchain*.

	Bitcoin	Ethereum	Hyperledger	Quorum	EOS	R3 Corda
Objetivo Principal	Criptomoeda	Plataforma genérica de <i>blockchain</i> programável	<i>Blockchain</i> voltada para empresas	Aplicações <i>blockchain</i> com alto grau de privacidade	Plataforma escalável para dApps em nível industrial	Setor de finanças (ativos digitais)
Tipo de Rede	Não permissionada	Não permissionada ou permissionada	Permissionada	Permissionada	Permissionada	Permissionada

Protocolo de consenso	¹ PoW	PoW, ² PoS	Kafka, ³ PoET, ⁴ BFT	QuorumChain, RAFT (baseado)	⁵ DPOS	RAFT, BFT
Suporte a <i>Smart Contracts</i>	Limitado	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
APIs	bitcoin-cli (RCP)	Java, Python, Javascript, Go, Rust, .NET, Delphi	CLI, REST, Java e Node.js	Ferramentas familiares da Ethereum	Javascript, Swift e Java	Kotlin e Java
Tipo de Código	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto

Fonte: Elaborado pelo autor em conjunto com Melo (2021).

Após a comparação das características e recursos das plataformas avaliadas em relação as restrições do projeto, definiu-se a plataforma Ethereum para ser utilizada no desenvolvimento do protótipo.

4.2 Ethereum

Segundo a página oficial da plataforma, Ethereum é uma plataforma global de código aberto para aplicativos descentralizados (dApps). Lançada em 2015, sendo a principal *blockchain* programável do mundo. Além de possuir uma criptomoeda nativa chamada de Ether (ETH), a plataforma permite a criação de aplicativos descentralizados, esse tipo de aplicativo pode utilizar os recursos da tecnologia de criptomoedas e *blockchain*. A plataforma Ethereum é mantida por uma comunidade diversificada e global, não sendo mantida por nenhuma empresa ou organização centralizada. (ETHEREUM, 2020).

De acordo com Gerard (2017), a real inovação da plataforma Ethereum é a execução de contratos inteligentes numa *blockchain*, os contratos inteligentes ou (*smart contracts* em inglês) são programas desenvolvidos para serem executados automaticamente em uma determinada circunstância. Braga, Marino e Santos (2017) explicam que a plataforma Ethereum é composta por uma estrutura com máquinas virtuais descentralizadas chamadas de *Ethereum Virtual Machines* (EVM), essas máquinas virtuais que são responsáveis por executar os contratos na

¹ Proof of Work

² Proof of Stake

³ Proof of Elapsed Time

⁴ Byzantine Fault Tolerance

⁵ Delegated Proof of Stake

rede utilizando a criptomoeda ether. Skvorc *et al.* (2018), explica que o *ether* é utilizado com um combustível na rede Ethereum, onde os participantes o utilizam para pagar pelos serviços executados pelos outros participantes da rede.

Skvorc *et al.* (2018) afirma então que muito além de uma plataforma para criptomoedas ou *smart contracts*, a Ethereum está se tornando cada vez mais um ecossistema completo para o desenvolvimento de aplicações descentralizadas, permitindo que os desenvolvedores criem aplicações que funcionem sem fraudes, cesuras ou interferências de terceiros.

Para garantir a confiabilidade e a integridade da *blockchain* a Ethereum utiliza um mecanismo de consenso baseado no conceito de *proof-of-work* (PoW), como em todos os mecanismos desse tipo, a mineração dos blocos exige um grande poder computacional gerando um alto custo energético para o funcionamento da rede. Por este motivo a Ethereum está lançando uma nova versão utilizando seu próprio mecanismo de consenso do tipo *proof-of-stake* (PoS), nesse tipo de mecanismo o custo energético é reduzido, as tentativas de fraude são mais arriscadas, pois um nó que tente fraudar durante a mineração além de perder o direito de minerar outros nós perde parte ou mesmo todo o valor que possui.

4.3 Modelagem do Sistema

Para a criação do protótipo do sistema proposto por Souza Junior et al (2019), foi realizado uma análise de requisitos básica e uma modelagem inicial do sistema, dando origem a arquitetura preliminar do sistema como descrito na metodologia MVC EA-IRPM. Por se tratar de um sistema protótipo com o foco na validação conceitual da proposta, a análise de requisitos e a modelagem foram executadas com foco nos aspectos principais mais básicos e necessários para a validação do protótipo. Dessa forma, foram definidos três requisitos como a base das funcionalidades do sistema, estes requisitos são listados e descritos abaixo.

Solicitação e criação de certificados digitais: Um usuário deve ser capaz de solicitar um certificado, que após avaliação o sistema deve ser capaz de criar um certificado de acreditação digital e armazená-lo numa rede *blockchain* Ethereum privada.

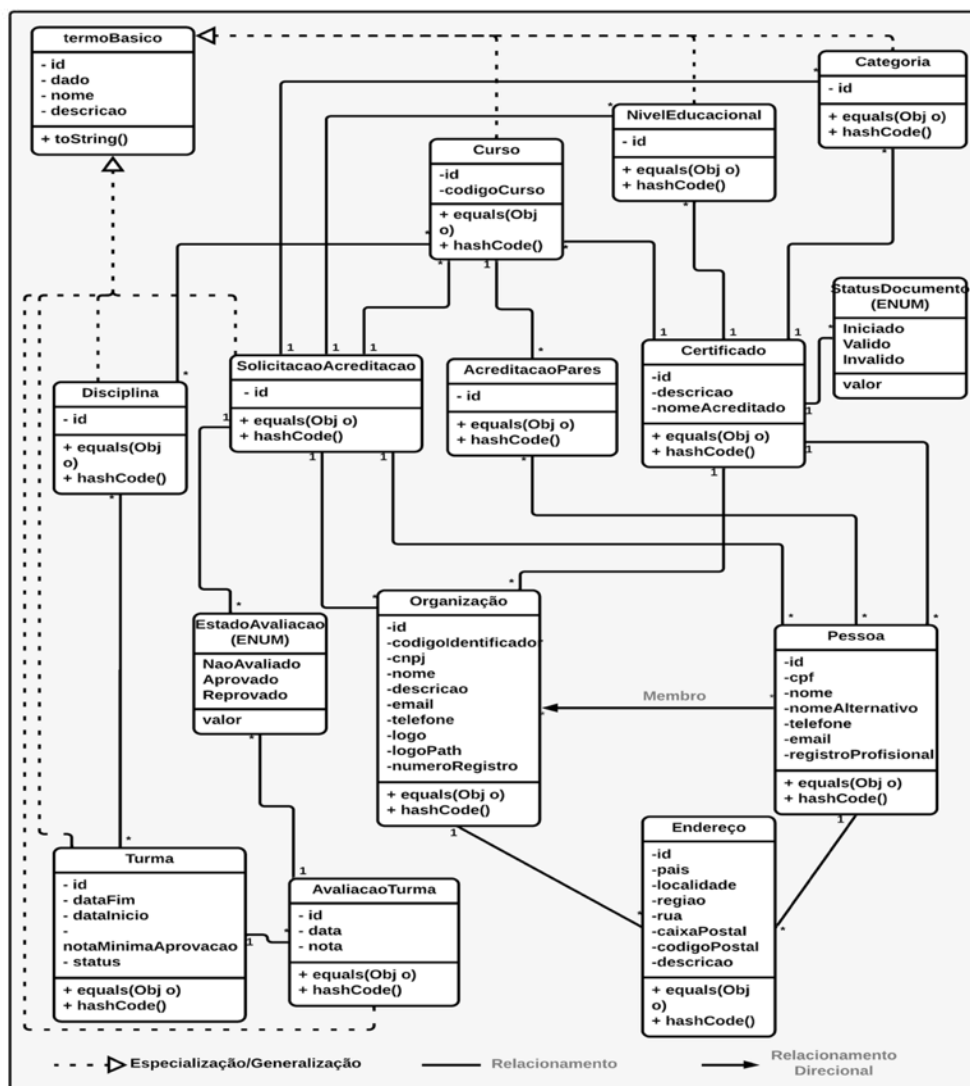
Gestão dos certificados: o sistema deve ser capaz de configurar os parâmetros necessários para a criação dos certificados, bem como realizar o cancelamento de um certificado gerado com erros e inconsistências.

Verificação de certificados: O sistema deve ser capaz de atestar a validade de um certificado gerado por ele, permitindo a qualquer tempo a consulta de seu registro na rede *blockchain* por quem tiver as permissões necessárias.

Importante ressaltar que estes requisitos representam o núcleo dos processos que o sistema deve realizar, tratando-se da validação conceitual do sistema proposto, a capacidade de criar e validar certificados de acreditação devem ser o principal item avaliado no protótipo desenvolvido, permitindo que se verifique a viabilidade da futura implementação completa do sistema.

Definidos os requisitos mais básicos para o sistema, um diagrama de classes foi criado para dar início ao desenvolvimento do protótipo, este diagrama pode ser visualizado na figura 13, tendo como núcleo principal, as classes Certificado, Pessoa e Organização, estas duas últimas representando respectivamente os “profissionais de saúde” e as “sociedades profissionais de saúde” que foram definidas na proposta do IAS que é descrita na subseção 2.1.7.

Figura 13: Diagrama de classes do protótipo IAS



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.4 Metadados

Durante a definição das classes do sistema, optou-se pela utilização do dicionário de metadados do Schema.org como base para a definição dos atributos de cada classe. Esta decisão deve-se a necessidade de padronização para a internacionalização do sistema. A escolha pelo Schema.org deve-se não somente ao fato desse recurso ser desenvolvido e disseminado pelos grandes serviços de busca da internet, o que por se só já garante uma boa margem de padronização dos metadados utilizados em milhares de páginas e sistemas por toda internet, mas também possuir uma robusta estrutura de dados relacionados a área da saúde, além uma documentação bastante robusta e definições de itens bastante claras, o que facilita muito a sua utilização.

Os atributos das classes do protótipo correspondem essencialmente aos atributos descritos nos itens do dicionário de metadados do Schema.org, o que permite sua reutilização e adaptação para outros formatos e abre a possibilidade de maior customização do sistema. Para isso, foram definidas “*interfaces*” JAVA para cada uma das classes básicas do sistema, determinando a obrigatoriedade da implementação de alguns métodos pré-estabelecidos para garantir a presença de atributos essenciais obrigatórios. Dessa maneira, permitindo-se manter a conformidade com o dicionário de metadados utilizado, com maior integridade.

A correspondência entre as classes JAVA do sistema e os itens dos dicionários do Schema.org podem ser visualizados no quadro 2 abaixo.

Quadro 2- Correspondência IAS X Schema.org

IAS (classes JAVA)	Schema.org
Certificado	EducationalOccupationalCredential
Pessoa	Person
Organização	Organization
Endereço	PostalAddress
Turma	*DefinedTerm
Disciplina	*DefinedTerm
Curso	Course e *DefinedTerm
Categoria	*DefinedTerm
NivelEducacional	*DefinedTerm
**SolicitacaoAcreditacao	--
**AvaliacaoTurma	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

* Item genérico que descreve dados de nome e descrição utilizado de base para as classes

** Classes de agrupamento sem correspondência direta com itens do Schema.org

A princípio as algumas classes podem não parecer ter relação com processos de acreditação, no entanto devido a natureza generalista da metodologia MVC EA-IRPM, implementar um núcleo que possa ser adaptável e reutilizável é uma oportunidade desejável. Assim, classes como disciplina, turma e curso podem ser utilizadas de forma genérica sob outras nomenclaturas. No protótipo do IAS essas classes podem assumir tanto uma “forma” condizente com seus nomes, como uma outra forma mais abstrata, uma Disciplina pode ser utilizada como uma etapa de avaliação, como por exemplo, uma prova necessária para receber um certificado em determinada competência. Um Curso por sua vez, pode ser utilizado para representar uma área de conhecimento uma competência técnica a ser analisada e uma Turma pode ser utilizada como um agrupamento de avaliações necessárias para um determinado processo de acreditação.

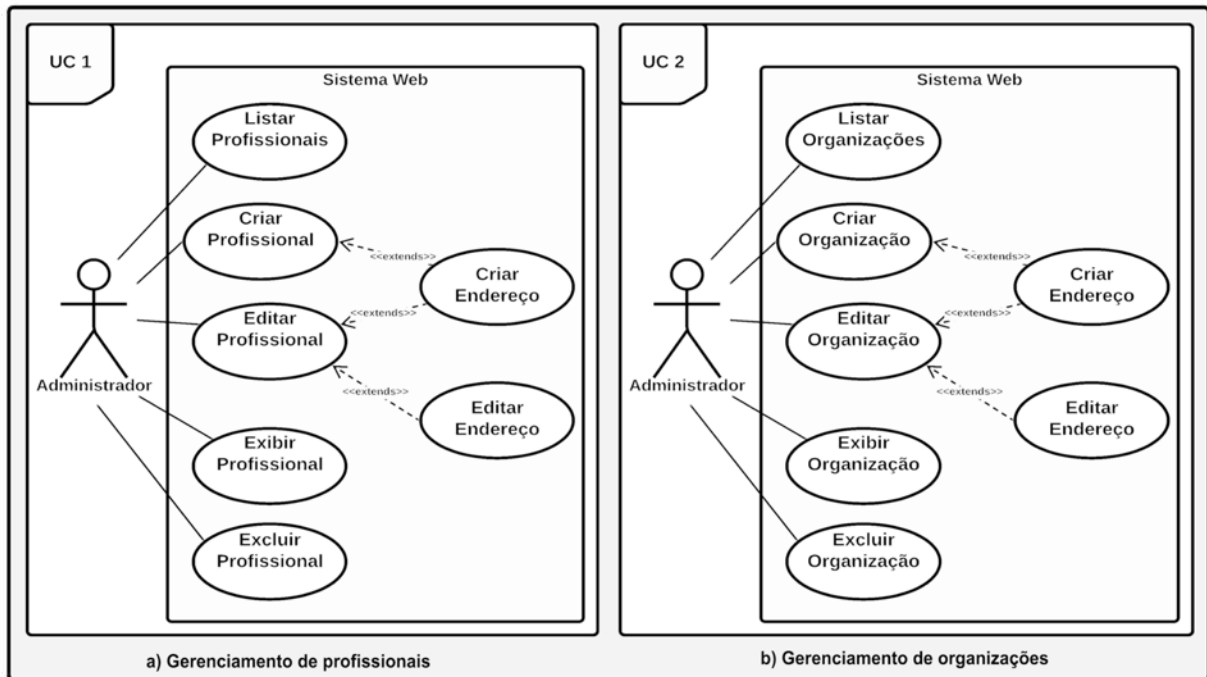
Assim estas classes foram definidas com atributos mais básicos, para permitir sua utilização de várias formas e possivelmente em vários outros possíveis módulos que possam ser criados a partir do núcleo já desenvolvido.

4.5 Funcionalidades do Sistema

O sistema de acreditação deve ser capaz de gerenciar as organizações e os profissionais, sendo estes os participantes fundamentais das relações que compõem os certificados de acreditação. Foram desenhados casos de uso básicos para exemplificar o funcionamento do sistema em relação ao gerenciamento dos profissionais (representado pela classe Pessoa), sociedade profissional da saúde (classe Organização) e os certificados.

A figura 14a mostra o caso de uso da classe Pessoa, as funcionalidades de gerenciamento consistem na capacidade de criação, alteração, exibição e exclusão de uma pessoa no sistema, estas funcionalidades são popularmente referenciadas na computação como CRUD um acrônimo formado com as iniciais das funções em inglês (*create, read, update, delete*), além dessas funcionalidades é possível listar todas as pessoas cadastradas no sistema. O funcionamento para as organizações é o mesmo, com o desenvolvimento do CRUD e da listagem como exibido na figura 14b.

Figura 14: Casos de Uso - Gerenciamento de Profissionais e Organizações



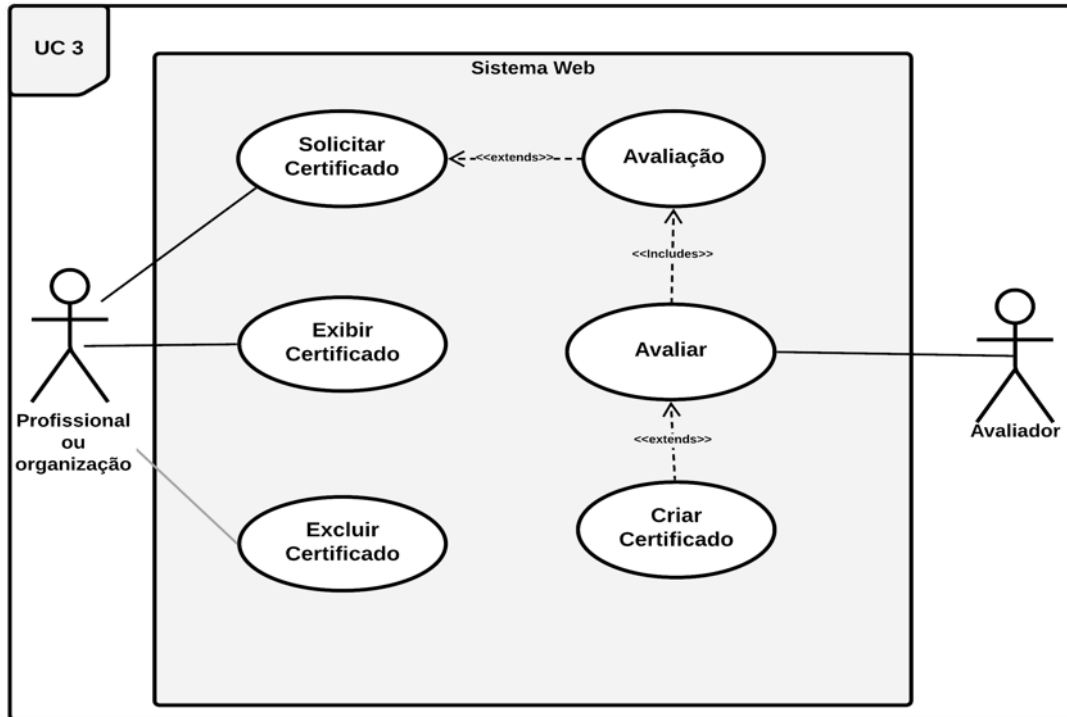
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A figura 15 mostra o caso de uso dos certificados, uma organização ou profissional de saúde deve solicitar um certificado de acreditação no sistema, após a solicitação deverá realizar uma avaliação em conformidade com o processo estabelecido pela instituição acreditadora, após a avaliação em caso de aprovação um certificado é gerado pelo sistema. Uma organização, profissional ou outros usuários podem ainda consultar um certificado criado pelo sistema exibindo seus dados. Por fim, um certificado poderá ser excluído no sistema caso tenha sido gerado indevidamente ou com erros de dados. Importante ressaltar que um certificado não poderá ser modificado, caso seja necessário a modificação de algum dado do certificado, a prática deverá ser a exclusão do certificado errado e a criação de um novo certificado com as informações corretas, essa medida visa garantir a inviolabilidade dos certificados gerados no sistema posteriormente no sistema.

Diante na possibilidade apontada na proposta do sistema IAS, foi criada uma funcionalidade de acreditação por pares a nível de testes da possibilidade. Nesta funcionalidade um profissional acreditado em uma competência poderia atestar que um segundo profissional também possui tal competência, foi implementando um sistema de “votação” no qual quando um profissional recebesse uma determinada quantidade de “votos” um certificado seria então gerado automaticamente no sistema. Esta funcionalidade é apenas uma verificação de

possibilidades futuras ao sistema, uma vez que tal tipo de acreditação carece de regulamentação e maiores discussões a respeito.

Figura 15: Caso de Uso - Certificados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Importante salientar que os fluxos desenvolvidos para as funcionalidades do protótipo não são definitivos, devendo ser redesenhados numa versão mais avançada do sistema. Um exemplo de alteração possível é o fluxo do cadastro de profissionais, numa versão mais completa, este fluxo deve passar por uma etapa de solicitação de cadastro que deve ser avaliada por uma comissão especial ou por uma sociedade da qual o profissional faça parte por exemplo.

4.6 Desenvolvimento do sistema

Com a restrição de linguagem JAVA para o desenvolvimento do sistema, conforme já citado optou-se pela utilização do *framework* de desenvolvimento JAVA para web, o Java Server Faces (JSF), para a criação das telas de usuário e competentes de interação definiu-se a utilização do PrimeFaces e o banco de dados de testes para a aplicação PostgreSQL hospedado na plataforma Heroku (plataforma em nuvem que oferece serviços de infraestrutura em nuvem para desenvolvimento de sistemas), a opção pela utilização de um banco hospedado numa

plataforma em nuvem permite que as duas partes desenvolvedoras do projeto compartilhem os dados de banco de dados com mais facilidade.

Definidas as tecnologias e seguiu-se o padrão da definição da metodologia MVC EA-IRPM, iniciando-se o desenvolvimento pelas definições das classes de modelo, neste caso as classes definidas de modelo são as classes que compõe o diagrama de classes apresentado na figura 18, estas classes como explicado nas seções anteriores implementam *interfaces* JAVA predefinidas para cada modelo para garantir as definições básicas para cada uma das classes.

A gestão dos relacionamentos entre as classes e as operações de banco de dados são realizadas utilizando a ferramenta de mapeamento objeto-relacional (ORM na sigla em inglês) Hibernate, esta ferramenta é responsável por toda a comunicação com a base dados do Heroku.

No JSF as operações de banco pelo Hibernate são definidas por meio de objetos especiais chamados de serviços (*services*) e repositórios (*repository*). Para cada classe que representa uma entidade no banco de dados são criados um serviço e um repositório relacionados. Os repositórios armazenam as operações de banco de dados relativas à classe registrada, enquanto os serviços são os responsáveis por gerenciar essas operações nos controladores.

Para cada uma das classes do modelo é criado um controlador (*Controller*) para realização das operações necessárias, o controlador é responsável por receber os dados da camada visão (tela de usuários), fazer todos os processamentos necessários e encaminhá-los de volta ao usuário ou ao banco de dados por meio da camada de modelo (*Model*).

Um usuário final poderá interagir com o sistema por intermédio de páginas web desenvolvidas em “**xhtml**” (*eXtensible HyperText Language*) utilizando o framework Primefaces. O Primefaces permite adicionar componentes visuais pré-estabelecidos e customizáveis nas páginas web criadas do JSF. Desse modo, facilitando o reaproveitamento do código e aumentando a velocidade de desenvolvimento, uma vez que não é preciso implementar cada componente visual do zero.

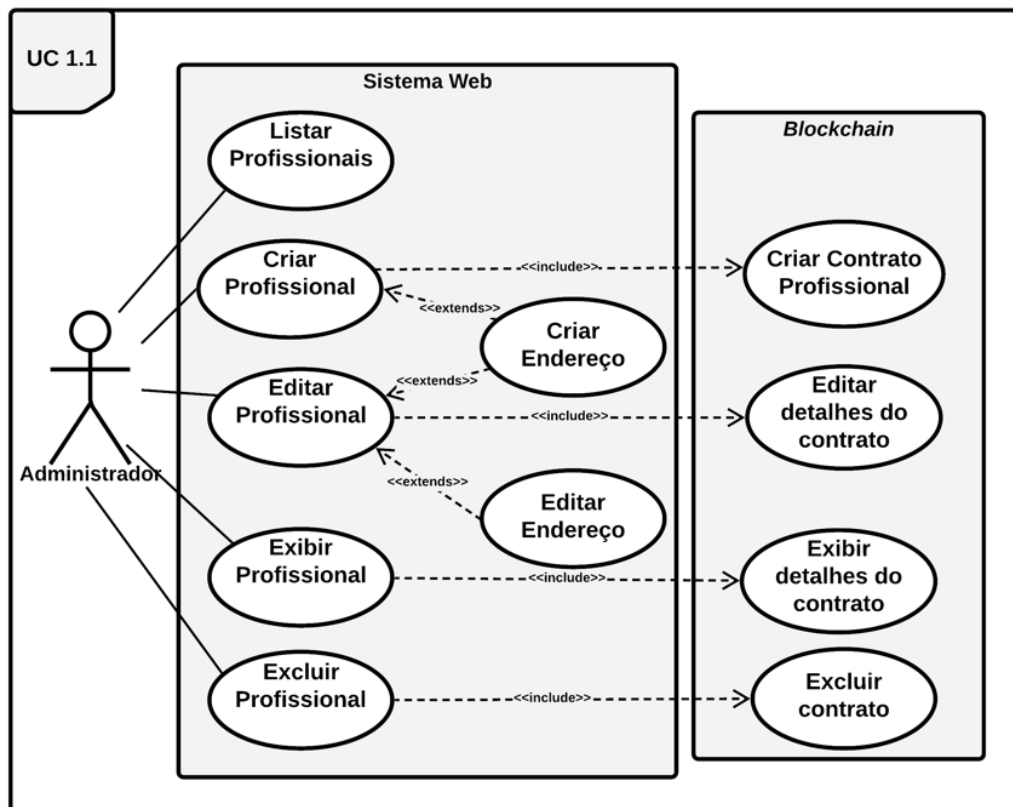
4.6.1 Integração com a blockchain

Um dos principais diferenciais do sistema IAS proposto por Souza Junior *et al.* (2019) é a utilização de uma *blockchain*. A criação e configuração da rede *blockchain*, o desenvolvimento e compilação dos *smart contracts* necessários para o funcionamento do sistema foram desenvolvidos por Melo (2021). Para isso foram criados *scripts* (arquivo com conjunto de comandos executados por um interpretador (COSTA, 2010)). Estes *scripts* realizam de forma automatizada a criação e configuração de uma rede *blockchain* Ethereum de acordo

com parâmetros pré-estabelecidos, deixando-a completamente pronta para a interação com o sistema. Os *scripts* são capazes de criar a rede e seus nós em três dos sistemas operacionais mais comuns para computadores, Windows, Linux e MacOs.

Os *smart contracts* adicionam uma camada a mais ao sistema realizando a validação dos dados inseridos na *blockchain*. Com a inclusão da rede *blockchain* ao sistema, as funcionalidades de criação de profissionais e organizações de saúde devem criar automaticamente os respectivos contratos de cada um dos participantes do sistema na rede *blockchain*, permitindo assim a sua participação em transações na rede. Deste modo, podemos representar estas funcionalidades através de casos de uso baseados nos casos de uso anteriormente apresentados. A figura 16 mostra o caso de uso do gerenciamento de profissionais com a inclusão dos componentes de *smart contracts* na *blockchain*.

Figura 16: Caso de uso - Gerenciamento de Profissionais com blockchain



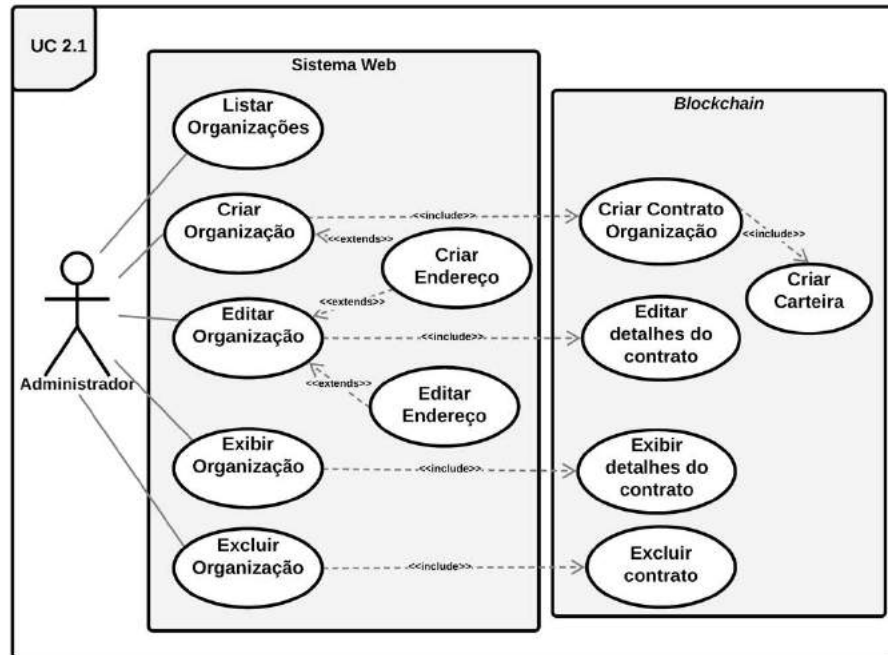
Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Da mesma forma como o gerenciamento de profissionais, o gerenciamento de organizações no sistema também deve ser alterado, o caso de usos correspondente pode ser encontrado na figura 17 mostrada a seguir. A diferença básica entre o gerenciamento de organizações e profissionais está no fato da criação da carteira para organizações na *blockchain*,

a carteira deve ser criada para permitir que as organizações possam receber as recompensas da mineração de transações na rede.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

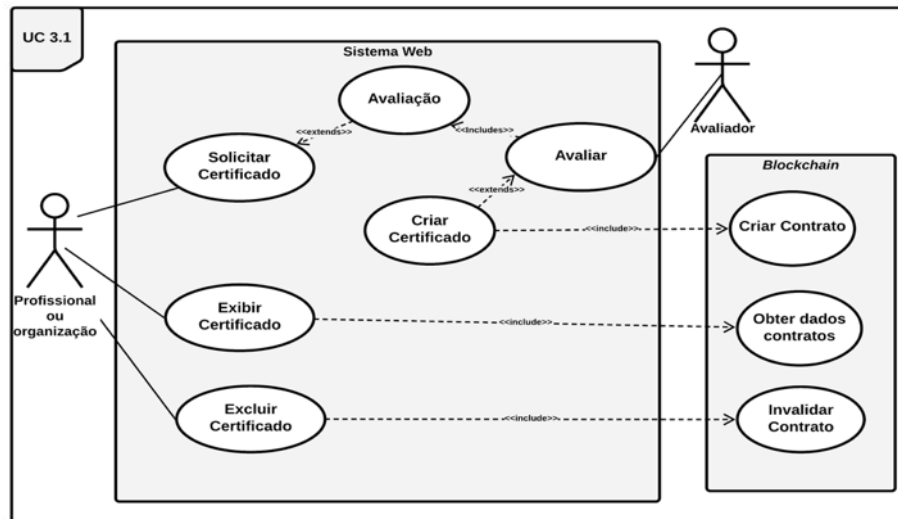
Figura 17: Caso de uso - Gerenciamento de Organização com *blockchain*



Em relação aos certificados o caso de uso após a inclusão da rede *blockchain* ao sistema é demonstrado na figura 18. Nesta figura é possível ver que um certificado criado no sistema é automaticamente enviado para a rede, após o processo de mineração do contrato na rede, o certificado é registrado e não deverá mais ser possível modifica-lo, sendo possível apenas marcá-lo como inválido na *blockchain* após sua exclusão no sistema.

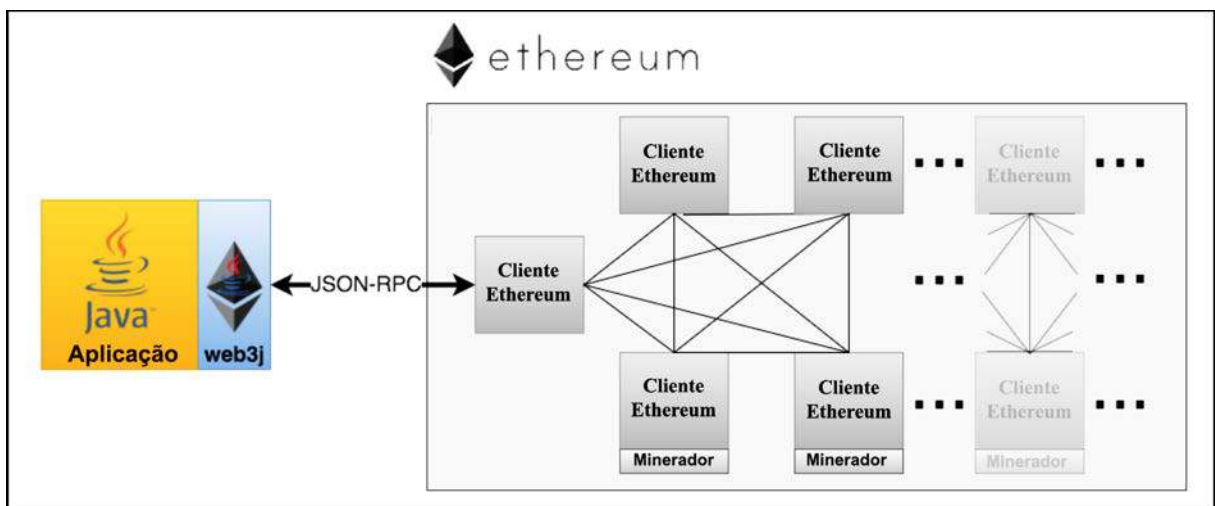
De forma técnica para realizar esta integração do sistema JSF com a *blockchain* Ethereum é utilizada a biblioteca **Web3j**. A página da biblioteca na internet a define como “uma biblioteca Java e Android modular, reativa e de tipo seguro para trabalhar com *smart contracts* e integração com clientes (nós) na rede Ethereum”.

Figura 18: Caso de uso - Gerenciamento de certificados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A Web3j funciona como um facilitador da comunicação entre os clientes e uma *blockchain* Ethereum, para isso utiliza o protocolo JSON-RCP (protocolo de chamada de procedimento remoto codificado em JSON) para realizar a o envio e o recebimento de dados da rede. Na figura 19 é apresentando um esquema gráfico da interação da aplicação com a rede utilizando a Web3j.

Figura 19: Integração aplicação/*blockchain* com Web3j

Fonte: Adaptado de web3j.net 2021.

Em uma abordagem mais técnica o funcionamento da biblioteca Web3j no sistema web desenvolvido pode-se resumir nos seguintes processos.

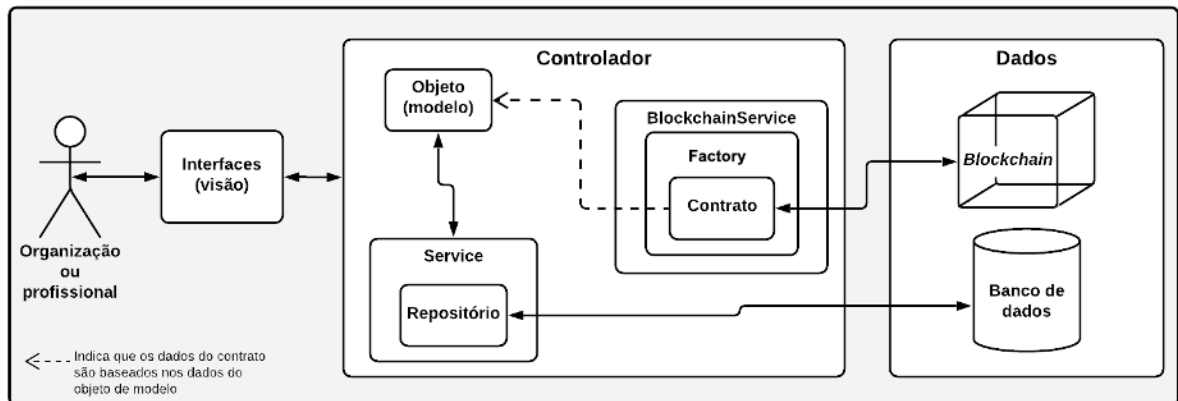
- a) A biblioteca web3j é utilizada para a criação de dois tipos de classes para cada um dos contratos desenvolvidos e compilados pelo *back-end*. Uma dessas classes geradas é responsável pelos atributos e definições do próprio contrato (esta classe geralmente leva o nome do próprio contrato, ex: Certificado.java), enquanto, a outra classe é responsável pela comunicação da classe contrato com a rede *blockchain* num processo semelhante aos repositórios e serviços do hibernate para as classes de modelo (estas classes recebem o nome do contrato seguido do termo “Factory”, por exemplo CertificadoFactory.java).
- b) Uma classe de serviço para gerenciar e encapsular todas as operações do sistema com a rede *blockchain* deve ser implementada (ex: BlockchainService.java), esta classe utiliza as classes de “factory” para suas operações.
- c) A classe BlockchainService é utilizado nos controladores das entidades JAVA para gerenciar a comunicação com a *blockchain*.

Como já citado a BlockchainService encapsula as funcionalidades das classes dos contratos e outras operações disponibilizadas pela biblioteca web3j. Esta classe, por exemplo, é responsável por criar as credenciais da conta que permite a realização das transações na *blockchain*. Além disso é responsável também por realizar a instanciação das classes de “factory”, esta função é importante pois sem estas classes não é possível a criação de novos contratos na rede.

A utilização destas classes pode ser melhor compreendida no seguinte exemplo, para realizar a criação de um profissional (o registro de organização segue o mesmo modelo de processos) os passos a seguir devem ser realizados. Este processo pode ser sintetizado na imagem exibida na figura 20.

- a) Usuário (organização ou profissional) acessa o formulário de cadastro de profissionais no sistema. (Camada de visão).
- b) Após o preenchimento os dados são enviados para o controlador responsável pela classe de profissionais (camada de controle), os dados recebidos no controlador são utilizados para gerar um profissional (camada modelo) e salvá-lo no banco.
- c) Paralelamente a inclusão de um profissional no banco de dados o controlador de profissional execute o BlockchainService passando os dados do profissional cadastrado.
- d) No BlockchainService uma instância da classe ProfissionalFactory utiliza os dados recebidos do controlador para criar um objeto da classe Profissional (contrato criado pelo Web3j), este objeto é enviado pela biblioteca web3j para uma rede Ethereum onde será inserido na *blockchain*.

Figura 20: Diagrama do funcionamento básico do sistema.



Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Por fim para exibição de um certificado registrado, os dados públicos são consultados na rede *blockchain* com o auxílio do BlockchainService, posteriormente estes dados são processados pelo controlador da entidade assim permitindo a exibição do certificado para os usuários, enviando os dados para uma página web com um padrão de exibição dos certificados registrados. Um exemplo de certificado cadastrado pelo sistema web e armazenado na rede *blockchain* pode ser visto na figura 21 a seguir.

Figura 21: Certificado emitido pelo sistema web



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.7 Testes e Estudo de caso instrumental

Para a validação conceitual do sistema foram realizados testes de funcionamento e operabilidade do sistema. Os testes realizados com o sistema foram desenvolvidos com base nas três abordagens para testes de software descritas por Santos (2016) e divididos as em duas etapas.

4.7.1 Testes de funcionamento

A primeira etapa de testes do sistema seguiu a abordagem de técnicas preditivas/analíticas para testes de software. Assim foram realizados testes básicos das funcionalidades desenvolvidos, realizados pelos próprios desenvolvedores do protótipo. Foram realizados testes de inserção e recuperação de dados, estes testes servem para identificar se os dados inseridos nas telas de cadastros estão sendo armazenados nas bases de dados utilizadas de forma correta, verificam se os dados inseridos estão sendo retornados corretamente pelas consultas e se a construção dos objetos pelos componentes ORM estão funcionando corretamente.

De forma prática os testes consistiram no cadastro de dados genéricos para profissionais e organizações de saúde, além da geração manual de certificados. O principal critério de aceitação destes testes foi a análise comparativa direta dos dados, identificando se os dados eram consistentes entre si em valor e em formato. As verificações realizadas nesta etapa estão descritas no quadro 3 abaixo.

Quadro 3- Verificações nos testes do protótipo.

Objetos de teste	Objetivos dos testes
Profissional e Organização	Verificar se os métodos de inserção registram os dados adequadamente.
	Verificar se os métodos de consulta de dados retornam os dados corretamente.
	Verificar se a exibição dos dados funciona adequadamente.
	Verificar se o método de edição de dados funciona adequadamente.
	Verificar se o método de exclusão funciona adequadamente.
	Verificar se a criação automática de contratos era realizada corretamente durante a criação dos registros de profissionais e organizações.
	Verificar se a possível edição de dados do contrato era realizada corretamente durante a edição dos registros de profissionais e organizações.
Certificados	Verificar a criação de um registro de solicitação de acreditação.
	Verificar a criação de etapas de avaliação para um profissional em determinada competência, caso definido nas parametrizações do sistema.
	Verificar a criação automática do contrato durante a criação de um certificado.
	Verificar a invalidação do contrato durante a exclusão de um certificado.
	Verificar se após os “votos” necessários para a acreditação por pares o certificado e o respectivo contrato eram gerados automaticamente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os testes de funcionamento básico do sistema, foram repetidos exaustivamente até que todos os métodos básicos de inserção, recuperação e exclusão de dados funcionassem corretamente.

4.7.2 *Estudo de caso instrumental*

A segunda etapa de testes consistiu em um estudo de caso instrumental, este tipo de estudo visa analisar um aspecto mais abrangente do que o objeto do estudo em si, o que reflete as necessidades do projeto, uma vez que o objeto do projeto (o protótipo) é utilizado para analisar a viabilidade (maior abrangência) do desenvolvimento e utilização do sistema.

Para realização desta etapa foram definidos três cenários de utilização do sistema, cada um destes cenários baseava-se nas funcionalidades utilizadas por um determinado tipo de usuário do sistema, simulando assim a utilização do sistema numa ambientação mais próxima a real. A avaliação destes cenários seguiu duas abordagens propostas por Santos (2016) para testes de software, a abordagem objetiva/empírica que consiste na observação de uso do sistema pelo usuário e na abordagem prospectivas que avaliam as opiniões expressadas pelos usuários sobre a experiência de utilização do sistema.

Importante ressaltar que os testes propostos nestes cenários não possuem um foco exclusivo em critérios de usabilidade ou acessibilidade do sistema, uma vez que se trata de um protótipo para validação conceitual do sistema em relação a viabilidade de seu desenvolvimento e utilização. Assim, diversos itens mais avançados de usabilidade não foram implementados. No entanto, para que os usuários pudessem testar o sistema sem maiores dificuldades, itens como máscaras de formatação de dados como “CPF” e “CNPJ” foram adicionados aos formulários do protótipo, bem como recursos de padronização visuais, como posicionamento e colorização dos botões em conformidade com suas funções também foram aplicadas, além de outros recursos de navegação no sistema como os menus laterais fixos.

Antes de começar as simulações dos cenários, o participante deveria responder uma pesquisa de opinião a respeito de seus conhecimentos sobre alguns temas, como criptomoedas, tecnologia *blockchain* e acreditação profissional. Após essa primeira pesquisa de opinião o participante deveria assistir um pequeno vídeo publicado no Youtube (https://youtu.be/_0exobr0WPI) sobre os temas abordados e posteriormente responder uma novamente a pesquisa de opinião. Estas pesquisas iniciais tem o intuito de identificar se a percepção dos usuários em relação ao sistema pode mudar com base no conhecimento sobre alguns aspectos da tecnologia ou do processo de acreditação.

Após a simulação de cada um dos cenários propostos os participantes deverão responder uma outra pesquisa de opinião, desta vez relacionada a experiência de uso do sistema no cenário realizado. Todos os questionários utilizados nas pesquisas do projeto utilizaram a escala de Likert, onde cada item afirmativo da pesquisa possui cinco opções de respostas: **(1)** Discordo totalmente, **(2)** Discordo parcialmente, **(3)** Neutro, **(4)** Concordo parcialmente e **(5)** Concordo totalmente. Esta escala nos permite ter diferentes níveis de opinião, o que não é refletido em respostas binárias como “sim” e “não”. Todos os questionários aplicados nas pesquisas de opinião podem ser vistos no Apêndice 1.

O primeiro cenário de teste do estudo de caso consistiu na etapa de solicitação de acreditação profissional. Neste cenário os usuários foram orientados a realizarem seu cadastro no sistema e solicitarem sua acreditação em uma das competências disponibilizadas. Após a solicitação eles deveriam consultar o resultado da sua solicitação, neste teste nenhuma instrução técnica de utilização do sistema foi passada aos participantes apenas o *link* de acesso ao sistema. Essa abordagem visa observar alguns critérios básicos de usabilidade do sistema como a facilidade de utilização sem um treinamento específico e a simplicidade das funcionalidades implementadas.

O segundo cenário consistiu na simulação de avaliações de uma solicitação de acreditação, tratando-se de uma funcionalidade mais administrativa do sistema, neste cenário os participantes foram instruídos sobre o funcionamento do processo para que eles pudessem realizar o teste. Os participantes foram instruídos a cadastrar a nota das etapas de uma avaliação em um determinado processo de acreditação e após a análise das notas de todas as etapas os participantes puderam conceder ou não a acreditação solicitada.

Por fim, o terceiro cenário é composto de duas partes, na primeira parte os usuários devem consultar todos os certificados disponíveis no sistema para um determinado profissional ou instituição. Na segunda parte o participante deveria verificar a validade de determinados certificados repassados a eles. Neste cenário nenhuma instrução técnica foi dada, apenas o nome do profissional ou organização para a primeira parte e os certificados (um válido e um inválido) que ele deveria verificar na segunda parte. A descrição detalhada de cada um dos cenários simulados pode ser encontrada no Apêndice 2.

Participaram dos testes vinte pessoas, entre profissionais de saúde como enfermeiros e fisioterapeutas, profissionais de engenharia civil, contabilidade, bibliotecário, zootécnica e desenvolvedores de *softwares*. Devido as restrições impostas pela pandemia de COVID-19 os testes foram realizados de forma remota, utilizando aplicativos de vídeo chamadas como o Whatasapp e o Google Meet. Para a infraestrutura de disponibilização do sistema para testes

foram utilizadas as plataformas de aplicação em nuvem Heroku e Azure, na plataforma Heroku ficaram a aplicação JAVA e o banco de dados PostgresSql enquanto na Azure foram configuradas máquinas virtuais para os nós de boot e de aplicação da *blockchain*. Como nós mineradores da rede *blockchain* foram utilizados notebooks pessoais para superar algumas limitações das plataformas em nuvem utilizadas em período de avaliação gratuita.

Nos testes os usuários compartilhavam a tela de seus computadores ou descreviam os passos realizados por eles para podermos analisar como interagem com o protótipo, principalmente nos cenários que não eram repassados instruções técnicas. Na abordagem por observação foi identificada pouca diferença na capacidade de interação dos usuários com sistema, basicamente profissionais com um pouco mais de idade ou com conhecimentos mais limitados de informática, levavam um tempo maior para completar os cenários de testes. A média de realização dos três cenários propostos foi de vinte minutos, um dos usuários levou cerca de quarenta minutos para realizar seu teste em parte devido sua baixa familiaridade com informática para a realização dos cadastros.

Durante a realização dos testes alguns dos participantes se depararam com alguns problemas técnicos, os problemas foram causados em parte pelas limitações da infraestrutura utilizada para disponibilizar o acesso ao sistema de forma remota. Entre os problemas observados, a perda da sessão do servidor de aplicação e banco de dados tiveram maior frequência, nas vezes que este erro ocorreu foi observado a inatividade prolongada por parte do participante do teste ou um excesso de comunicação da rede com o banco de dados, em ambos os casos recarregar a página do protótipo solucionavam a questão sem maiores dificuldades.

Além dos problemas técnicos citados foi possível observar algumas falhas no processamento de alguns dados, por exemplo, foi observada a criação de alguns registros duplicados no sistema. O erro de duplicação ocorria quando o usuário não esperava o processamento completo da requisição de cadastro de dados, reenviando os dados e criando um registro duplicado. Esta é uma falha básica da funcionalidade, uma vez que no protótipo não foram implementados alguns mecanismos mais avançados de validação dos dados o que impediria a duplicação dos registros, este mecanismo naturalmente deve ser implementando numa versão de produção do sistema. Os registros duplicados foram apagados para outros possíveis problemas na continuação dos testes.

No aspecto básico de usabilidade foi identificado uma dificuldade de alguns usuários com a funcionalidade de avaliação de etapas de acreditação. Nesta funcionalidade os usuários deveriam digitar as notas de cada etapa e confirmar utilizando o botão “enter”, apesar da mensagem que instruía este processo alguns usuários não realizavam da forma esperada, para

evitar transtornos esta funcionalidade foi alterada, permitindo que os usuários selecionassem a nota em vez de digitá-la, assim sem a necessidade de confirmar a nota selecionada, deste modo facilitando a realização das avaliações.

Ainda avaliando a usabilidade básica do sistema observou-se que alguns usuários não entendia a necessidade de utilizar um botão para adicionar um endereço no cadastro de profissionais, mesmo o botão estando destaque em tamanho e cor, a necessidade deste botão é definida pela possibilidade de cadastrar mais de um endereço sendo assim necessário adicionar um endereço por vez.

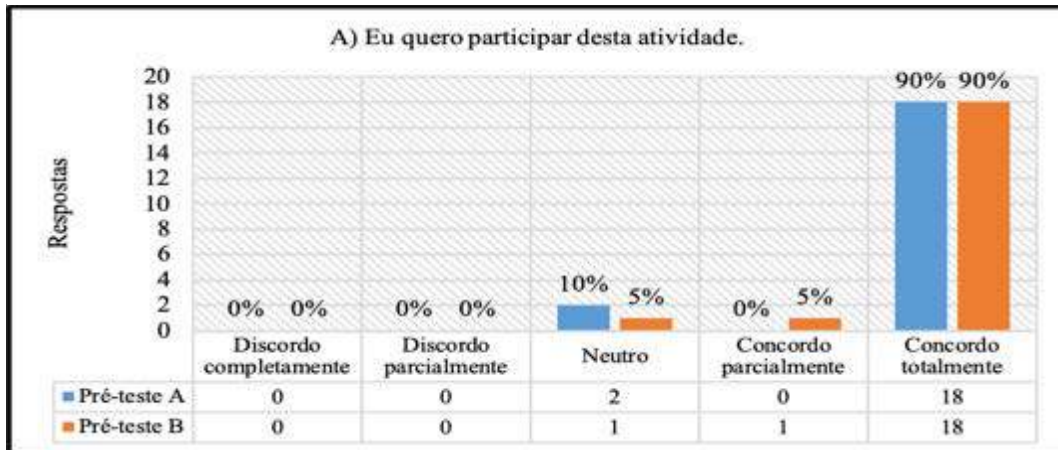
De uma maneira geral as análises observacionais não revelaram grandes dificuldades de interação dos usuários com o protótipo além do que foi citado anteriormente. Todos os usuários conseguiram realizar os testes com sucesso mesmo sem instruções de uso, o que nos permite inferir que a usabilidade básica do sistema minimamente adequada. Neste sentido acredita-se que a padronização visual dos componentes juntamente com a objetividade geral dos processos realizáveis no sistema contribui para a facilidade de utilização do protótipo, o que não descarta a necessidade de implementação de melhorias e de novos recursos usabilidade em versões futuras do sistema.

Neste âmbito, pelas observações da interação dos usuários com o protótipo, o funcionamento e a operabilidade do sistema foram considerados com um nível satisfatório, com os processos realizados de forma razoavelmente eficiente, cumprindo seu propósito de forma correta em tempo condizente com a capacidade da infraestrutura utilizada, ainda diante de algumas falhas e problemas técnicos o protótipo se mostrou bastante funcional.

A parte final do estudo de caso instrumental busca analisar as opiniões dos próprios usuários, com base nos dados das pesquisas de opinião realizadas durante os testes de uso do sistema. Para isso as informações das respostas das pesquisas de opinião foram transformadas em gráficos para facilitar a análise dos dados. Os gráficos podem ser vistos a seguir.

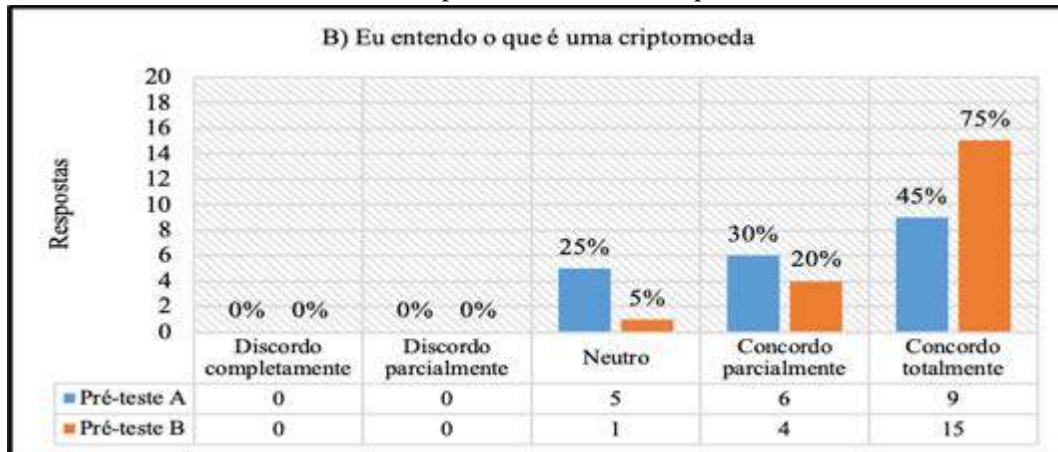
Antes do início dos testes propriamente ditos foram realizados dois pré-testes denominados Pré-teste A e Pré-teste B. Os dois testes têm os mesmos itens, porém deveriam ser respondidos em dois momentos diferentes antes e depois do vídeo explicativo sobre alguns conceitos relacionados ao projeto. Os gráficos de 1 a 9 comparam as respostas entre os dois testes para cada item questionado.

Gráfico 1- Respostas do item A dos pré-testes.



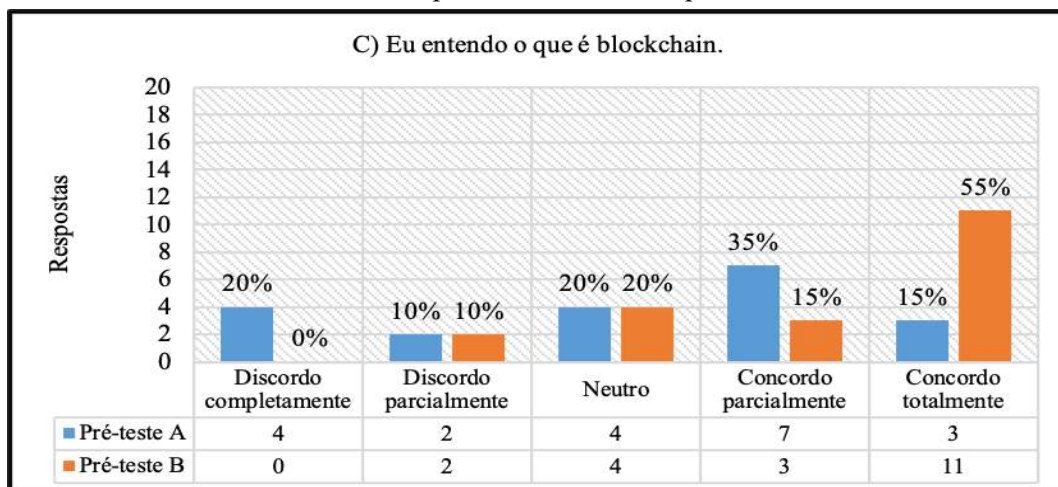
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 2- Respostas do item B dos pré-testes



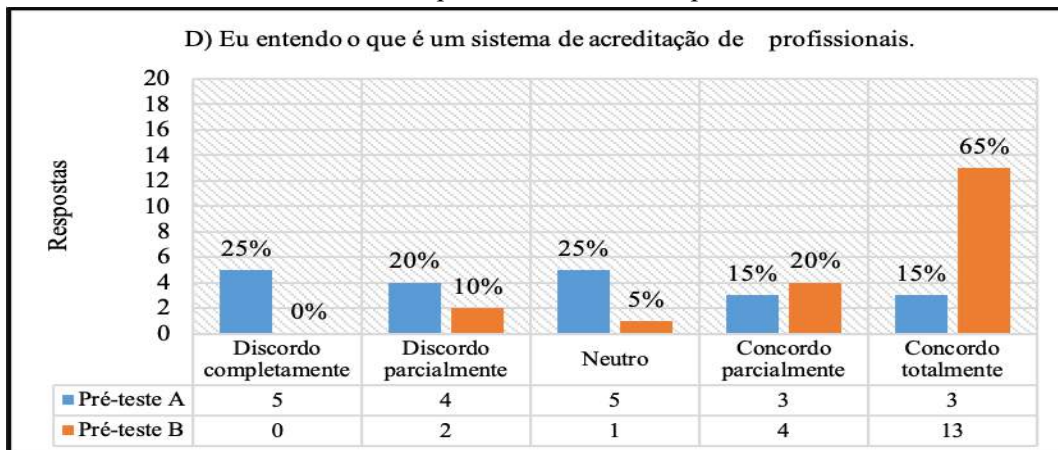
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 3- Respostas do item C dos pré-testes.



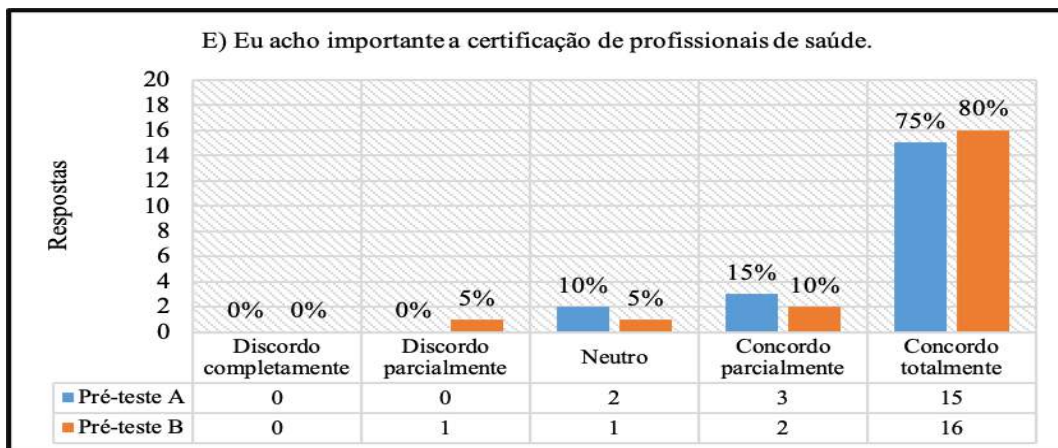
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Gráfico 4- Respostas do item D dos pré-testes.



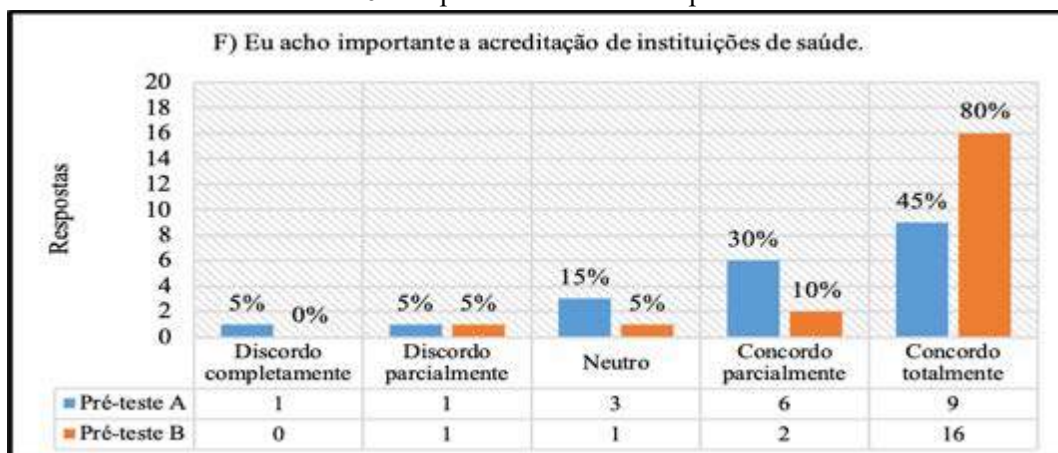
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 5- Respostas do item E dos pré-testes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 6- Respostas do item F dos pré-testes.



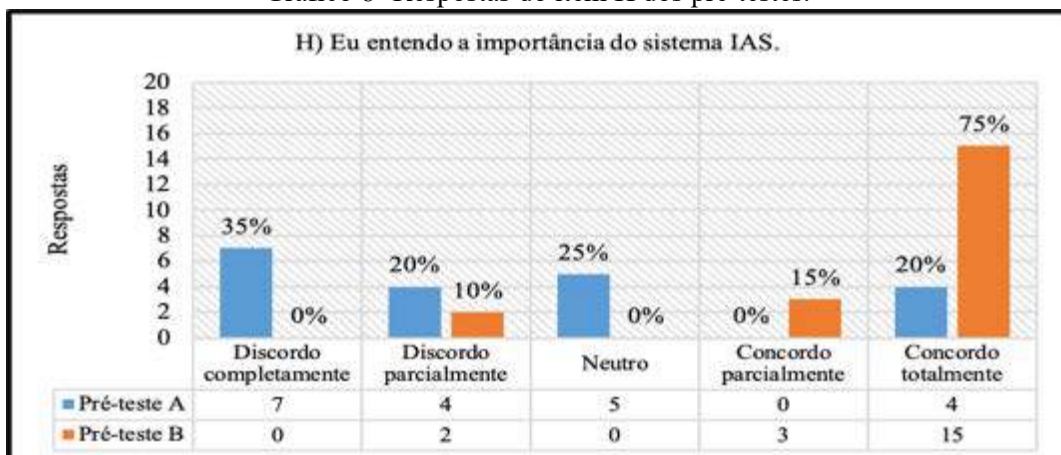
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 7- Respostas do item G dos pré-testes.



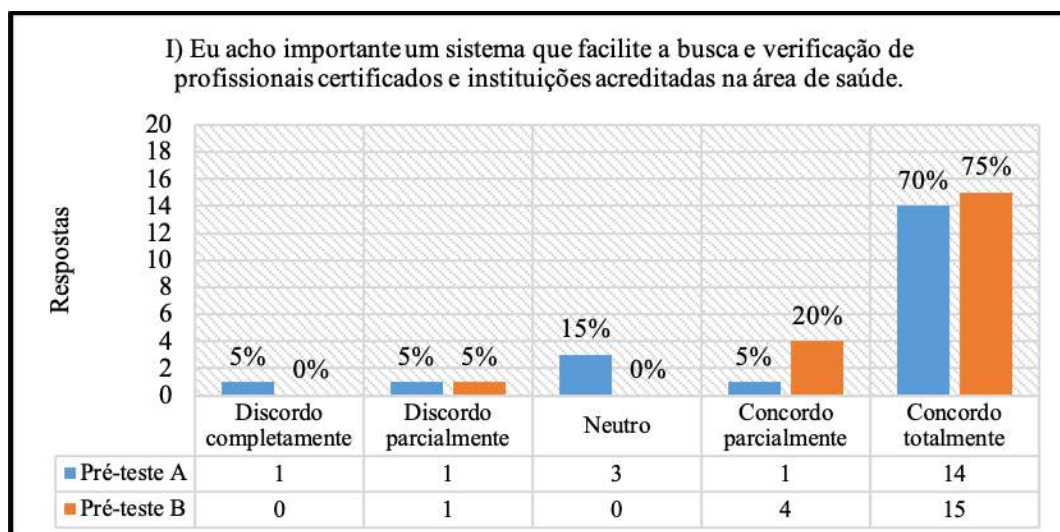
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 8- Respostas do item H dos pré-testes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 9- Respostas do item I dos pré-testes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os gráficos 2 a 4 nos permite identificar que a maioria dos participantes concordaram ainda que parcialmente conheciam o que eram criptomoedas, enquanto a metade possuía alguma noção básica sobre o que era *blockchain*, porém, menos de 30% dos participantes concordavam mesmo que parcialmente que entendiam o que era um sistema de acreditação. Após assistirem o vídeo sobre estes conceitos, o percentual de participantes que concordavam entender basicamente estes três conceitos atingiu a maioria entre os participantes.

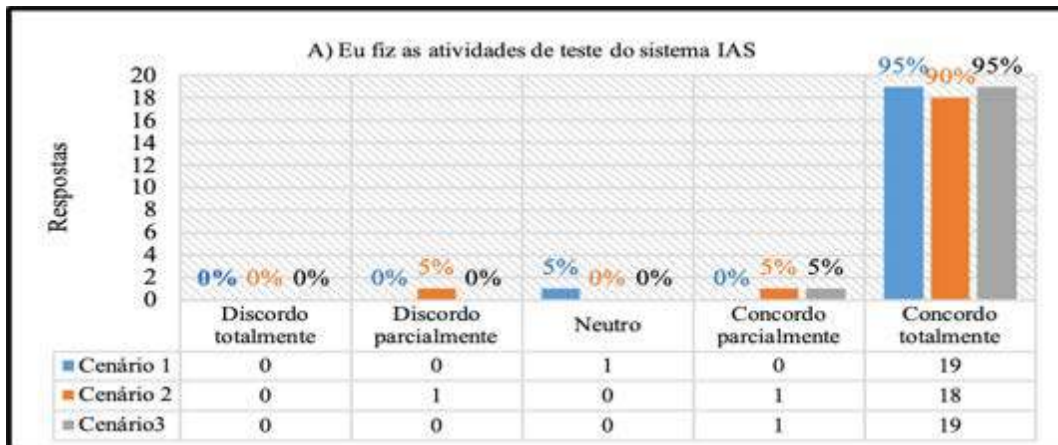
Em sentido semelhante, a percepção dos usuários sobre a importância de certificação para profissionais de saúde e acreditação de instituições de saúde também foram elevados após o esclarecimento sobre os conceitos que foram apresentados no vídeo. Neste caso, porém mesmo antes da exibição do vídeo a maioria dos participantes concordavam ainda que parcialmente que consideravam importante ambos os processos de controle de qualificação, seja para profissionais ou para instituições de saúde, o que pode ser observado pelas informações exibidas nos gráficos 5 e 6.

Interessante perceber que em relação ao entendimento sobre o que seria o sistema IAS e sua importância, o esclarecimento sobre os aspectos mostrados no vídeo foram fundamentais alterar esta percepção, os gráficos 7 e 8 demonstram claramente que sem conhecer minimamente o sistema ou entender os seus conceitos básicos, os participantes discordavam da importância do sistema, uma vez esclarecidos os aspectos básicos esta relação se inverteu significativamente com uma maioria absoluta dos participantes concordando com a importância do sistema.

Em última análise das opiniões externadas nos pré-testes realizados, o Gráfico 9 demonstra que a maioria dos participantes concordaram que facilitar busca e a verificação de dados sobre certificação profissional ou acreditação institucional é importante o que vai ao encontro da percepção sobre a importância do sistema IAS.

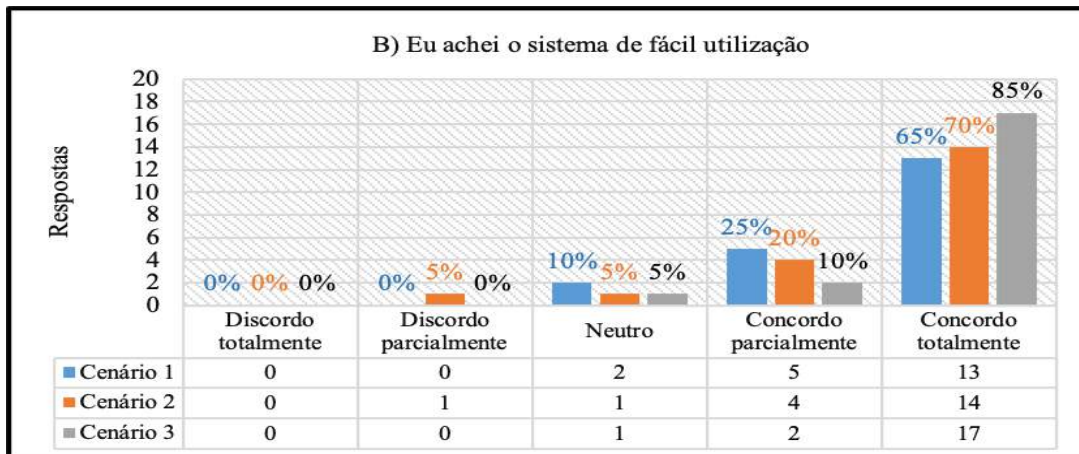
Após a realização das pesquisas pré-teste, foi então realizada a simulação de usos do sistema, como explicado anteriormente foram simulados três cenários de utilização do sistema estes cenários podem ser vistos por completo no apêndice 1. Após a realização de cada cenário simulado os participantes eram submetidos a uma nova pesquisa de opinião, desta vez relacionada a experiências com a utilização real do protótipo desenvolvido. Da mesma forma como os pré-testes estas pesquisas foram compiladas em forma de gráficos que são exibidos a seguir.

Gráfico 10- Resposta do item A da pesquisa pós cenário de teste.



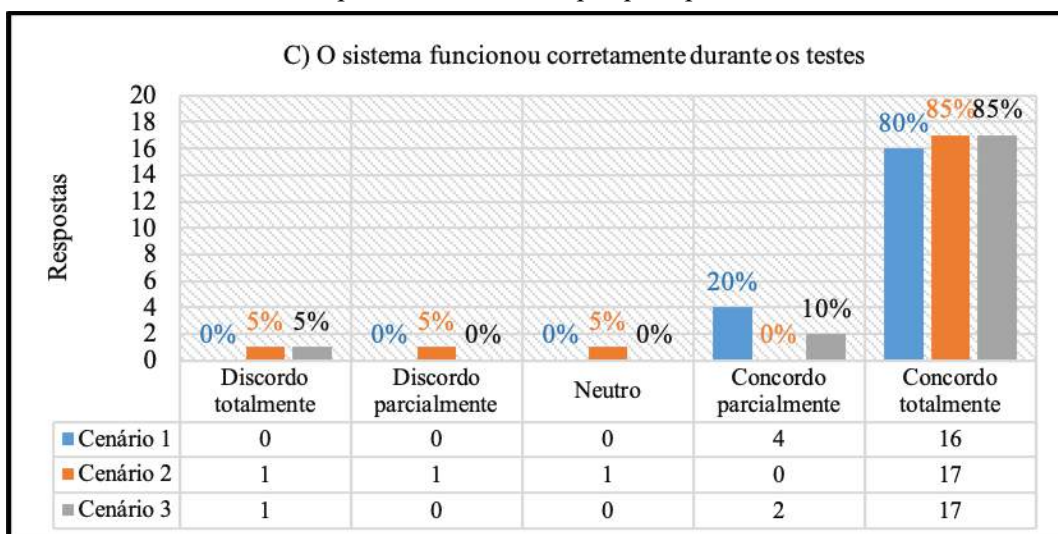
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 11- Respostas do item B da pesquisa pós cenários de teste.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 12- Respostas do item C da pesquisa pós cenário de teste.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

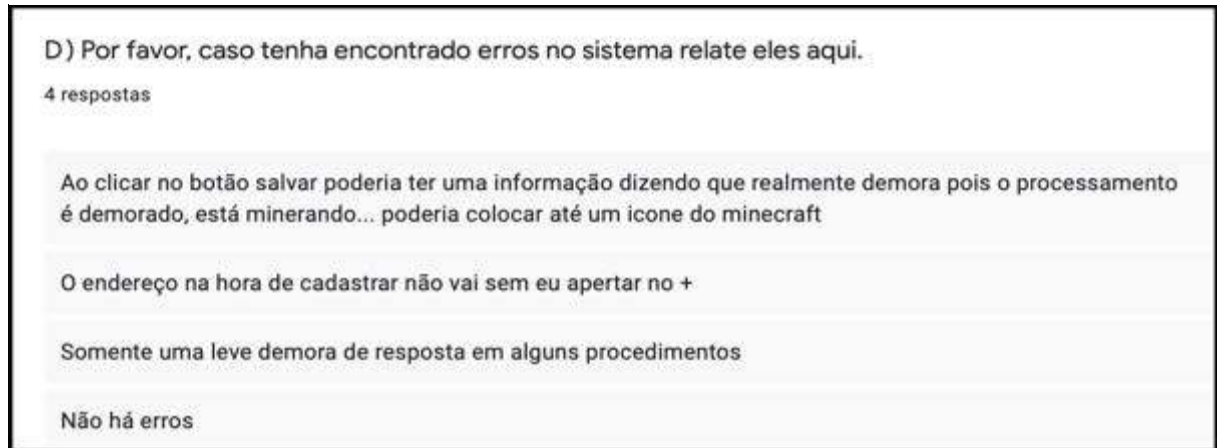
Apesar de todos os participantes terem realizado completamente os três cenários de testes, pelo Gráfico 10 identificamos que a percepção da realização pode não ser completa, principalmente no cenário 2 onde eram dadas instruções técnicas sobre a funcionalidade do sistema os usuários pareceram não se sentirem no completo domínio da atividade exercitada com alguns acreditando que não conseguiram completar os cenários de forma satisfatória. A maioria, no entanto, concordou que conseguiram realizar os três cenários de testes de forma completa.

O Gráfico 11 descreve a sensação do usuário em relação a facilidade de utilização do sistema, nos três cenários a maioria dos participantes concordou ainda que parcialmente que o sistema foi fácil de se utilizar. O cenário 2 foi percebido como o cenário menos fácil de se realizar, esta percepção era esperada uma vez que este cenário simulava uma funcionalidade administrativa do sistema que em uma situação real de uso demandaria um treinamento do usuário para realização, motivo pelo qual neste cenário foram passadas instruções técnicas de funcionamento, guiando os participantes pelo processo. O Cenário 3 consistia apenas na consulta ou verificação de um certificado no sistema, sendo um procedimento simples e intuitivo de se realizar, não proporcionou dificuldades para os usuários como pode ser verificado no referido gráfico.

O funcionamento do sistema foi avaliado pelos usuários no item C da pesquisa pós cenários, o Gráfico 12 demonstra que os participantes concordaram que o sistema funcionou corretamente, o gráfico mostra que mais de 85% dos participantes concordaram que o protótipo funcionou corretamente.

Apesar do Gráfico 12 revelar que o protótipo funcionou corretamente na maioria dos testes realizados, em alguns casos mesmo que de forma isolada o sistema apresentou algum tipo de falha, o item D dos questionários pós-cenários permitiu que os usuários descrevessem caso se deparassem com algum erro no sistema, as figuras a seguir mostram as respostas dos usuários ao item D das pesquisas pós cenários.

Figura 22- Respostas do item D da pesquisa pós cenário 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A figura 22 mostra que no primeiro cenário não foram descritos erros de funcionamento do sistema, alguns usuários fizeram algumas sugestões de melhorias em alguns aspectos de usabilidade como mensagens durante o processamento das funcionalidades, cabe esclarecer que parte da demora de alguns processos deve-se a limitação dos serviços utilizado para realização dos testes, ainda assim numa versão futura do estes itens de usabilidade devem ser implementados.

Por fim foi relatado que um endereço não era salvo no cadastro se não apertasse o botão de adicionar, este relato não se refere à um erro, a funcionalidade foi implementada desta forma para permitir que um usuário pudesse adicionar mais de um endereço, no entanto uma nova abordagem pode ser utilizada para facilitar a realização dos cadastros numa versão mais refinada do sistema.

A figura 23, mostra os relatos dos participantes após a realização do cenário 2, mas uma vez foi relatado uma demora no processamento do protótipo, como no cenário anterior a demora geral nas respostas do sistema são relacionadas a limitações de infraestrutura. Foram sugeridas mudanças em alguns itens, como melhoria da navegação dos processos de avaliação de etapas de acreditação e análise final da solicitação, neste aspecto o fluxo do processo no protótipo não reflete necessariamente o fluxo do sistema final, com o objetivo na validação conceitual do sistema alguns aspectos do sistema foram desconsiderados devendo ser implementados numa versão de produção.

Figura 23 - Respostas do item D da pesquisa pós cenário 2.

D) Por favor, caso tenha encontrado erros no sistema relate eles aqui.

5 respostas

A demora no processamento... parece que não foi!

Sem erros.

Navegação entre Grupo de avaliação e análise de solicitação poderia ser melhor.

Primeiro eu fiz a análise do profissional e na hora de deferir/indeferir a nota não apareceu.
A caixa de preenchimento da nota tá igual ao label daí demorei pra entender onde era a caixa de preenchimento

Nenhum erro. Somente o layout das notas deveria ser melhor customizado

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Um único erro propriamente dito foi reportado neste item da pesquisa, um erro relacionado as notas das etapas de um processo de acreditação. Este erro foi descrito nas observações dos testes iniciais, a metodologia de entrada das notas foi alterada ainda durante a realização dos primeiros testes para utilizar uma abordagem mais intuitiva e prevenir dificuldades na realização dos testes posteriores.

A figura 24, exibe os relatos de erros do cenário 3, neste cenário foi reportado uma inconsistência no nome de um item do certificado no certificado constava como “*hash certification*” e na tela de verificação era exibido como “*hash do certificado*”, apesar de não ocasionar erro de funcionamento estas inconsistências devem ser solucionadas nos verões seguintes ao protótipo.

No cenário 3 foi reportado o erro mais crítico do sistema, ao verificar um certificado foi exibido o nome de outra pessoa, foi identificado posteriormente que este erro foi causado devido a um problema técnico da infraestrutura utilizada onde algumas máquinas virtuais utilizadas tiveram que ser reconstruídas devido a limitação de acesso no período de avaliação gratuita do serviço utilizado, gerando uma inconsistência dos dados em relação a máquina virtual que não precisou ser reconstruída. Este erro deve ser prevenido com mecanismos de sincronização e integração continua e backup de dados num serviço de infraestrutura mais adequado para possível implantação do sistema em produção.

Figura 24- Resposta do item D da pesquisa pós cenário 3.

D) Por favor, caso tenha encontrado erros no sistema relate eles aqui.

3 respostas

Sem erros.

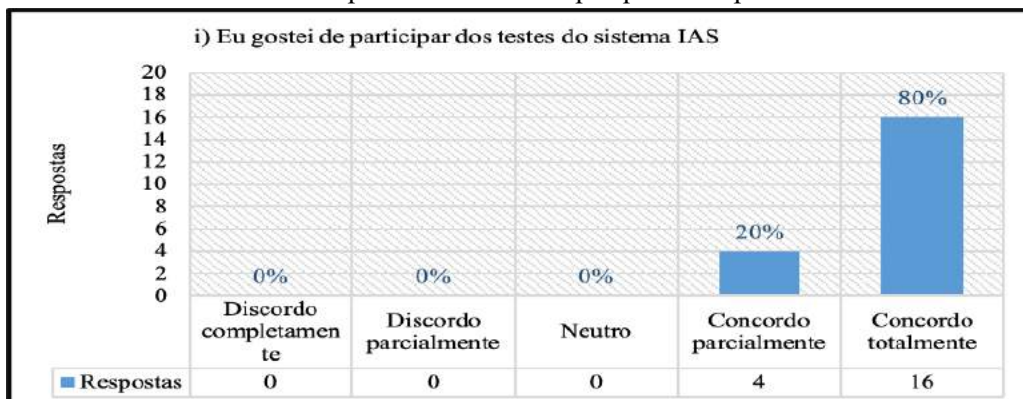
Consultar e verificar parece ser a mesma coisa. O Certificado tem a palavra hash certification e noutra parte a palavra hash do certificado

Quando peguei o hash do certificado para validar o certificado, apareceu o nome de outra pessoa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

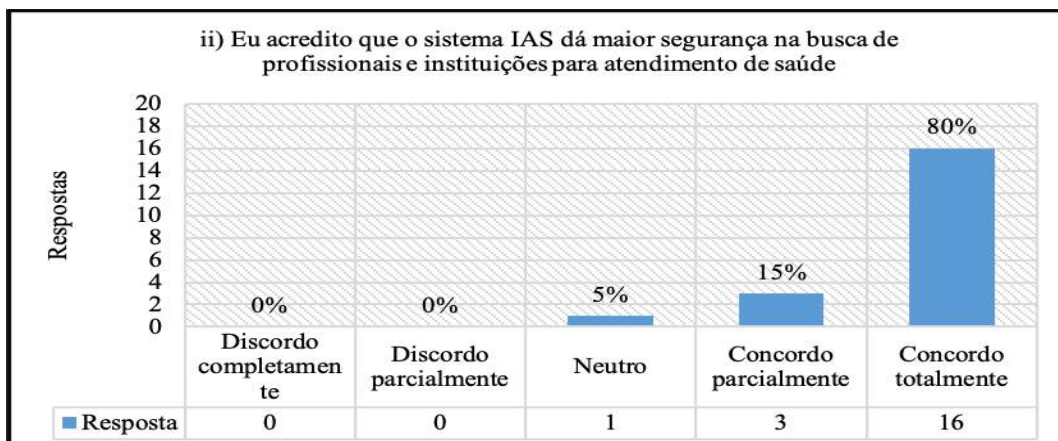
Por fim após a realização dos cenários de testes os participantes responderam uma última pesquisa de opinião a respeito do sistema IAS e de sua utilidade prática no mundo real, os resultados desta pesquisa foram registrados nos gráficos de 13 a 17 a seguir.

Gráfico 13- Respostas do item i da pesquisa de opinião final



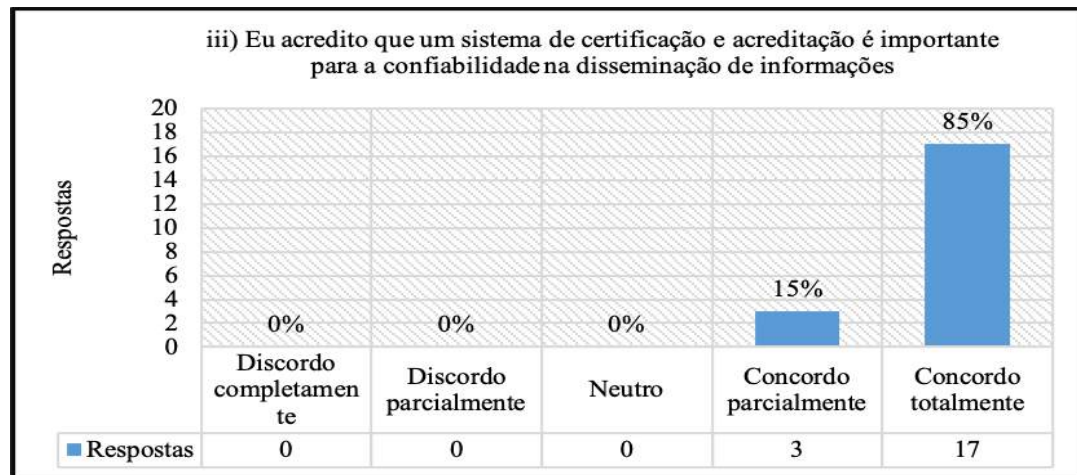
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 14- Respostas do item ii da pesquisa de opinião final.



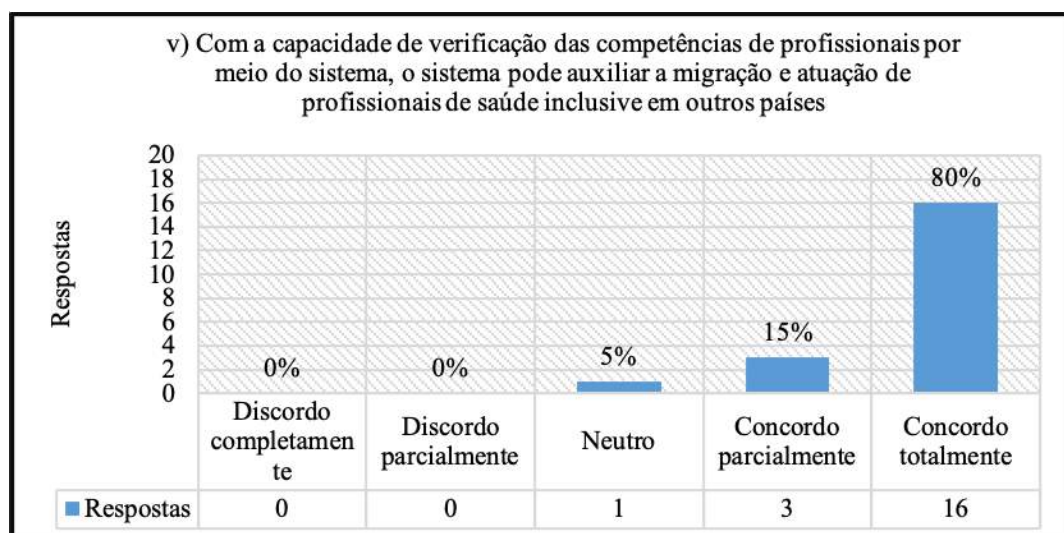
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 15- Respostas do item iii da pesquisa de opinião final.



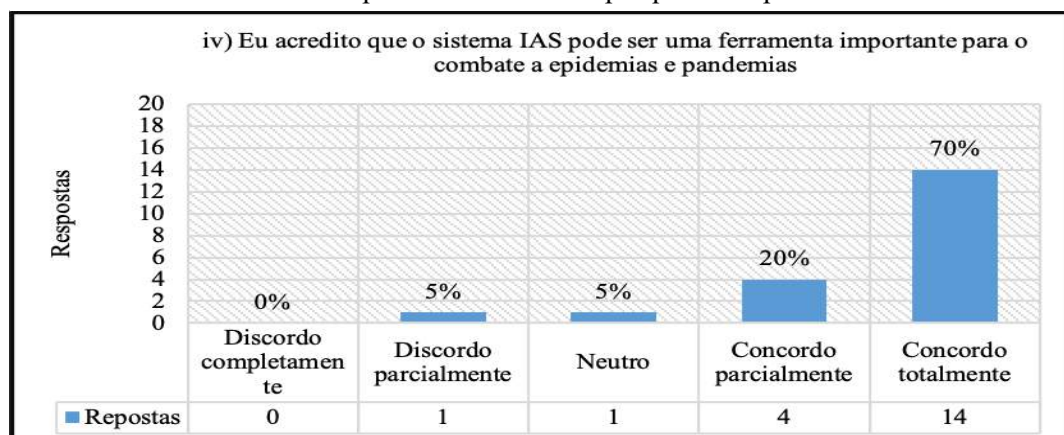
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 16- Respostas do item v da pesquisa de opinião final.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Gráfico 17- Respostas do item iv da pesquisa de opinião final.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nesta pesquisa final de opinião os participantes foram consultados sobre sua experiência ao participar dos testes, o Gráfico 13 demonstra que todos os participantes concordaram de alguma maneira que gostaram da experiência de participar dos testes do protótipo desenvolvido. Com base no Gráfico 14, podemos perceber que a grande maioria dos participantes concordam de alguma maneira que o sistema IAS proporciona maior segurança na busca por profissionais ou instituições da saúde de qualidade.

Um dos objetivos do projeto era avaliar se o sistema poderia contribuir para a maior confiabilidade na disseminação de informações e se o sistema poderia ser uma ferramenta importante no auxílio ao combate de epidemias e pandemias. Neste sentido, os gráficos 15 e 16 mostram uma maioria considerável concorda de alguma maneira que o sistema possa contribuir de forma importante nestas situações.

Por fim o estudo revelou que os participantes da pesquisa concordam ainda que parcialmente que o sistema IAS pode auxiliar a migração e atuação de profissionais de saúde inclusive em outros países.

4.8 Manual de Utilização do protótipo

Para facilitar a utilização do protótipo para outras pesquisas ou estudos, foram criados manuais de utilização para orientar os usuários sobre o seu funcionamento em dois formatos, sendo um documento de texto com ilustrações e um arquivo de vídeo disponibilizado na internet. O manual em formato textual pode ser encontrado no anexo 7 deste documento. o guia em formato audiovisual pode ser acessado pela internet no link https://www.youtube.com/playlist?list=PLL_zP8mu-7XQmpRBXEDj_Uk7nn8w6HkPO.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta base deste projeto era verificar a validade conceitual de um sistema internacional para acreditação de profissionais de saúde baseado em tecnologia *blockchain* chamado no projeto de IAS, este sistema foi proposto e descrito por Sousa Junior *et al* (2019). Para realizar esta validação foi desenvolvido um protótipo funcional do sistema para verificar sua viabilidade tanto técnica quanto conceitual por meio de um estudo de caso instrumental.

O protótipo funcional foi então desenvolvido em duas partes denominadas no projeto de *front-end* e *back-end*, definidos simplificada e como um sistema web desenvolvido em Java integrado em uma rede de *blockchain* da plataforma Ethereum. O protótipo funcionou adequadamente nos testes, permitindo a criação de certificados de acreditação em forma de *smart contracts* em uma rede privada Ethereum, permitindo assim todos os benefícios inerentes a tecnologia utilizada.

Os certificados gerados pelo sistema puderam ser facilmente verificados por meio de um código de autenticação impresso nos certificados, a implementação da tecnologia proporciona um nível de segurança contra falsificações bastante elevado e os processos utilizados para acreditação de cada organização participante do IAS podem ser customizados e inseridos no sistema conforme suas próprias definições.

As simulações realizadas permitiram avaliar o funcionamento básico do sistema proposto e demonstraram sua viabilidade de desenvolvimento, determinando assim que o conceito proposto é aplicável e implementável de forma real com as tecnologias disponíveis.

O sistema pode ser utilizado para a verificação de competência dos profissionais de forma ágil e fácil, transmitindo mais confiança aos usuários dos serviços de saúde a respeito da capacidade dos profissionais e instituições participantes. Em uma outra direção, organizações de acreditação podem incluir a realização de cursos e atualização de competências como etapas de seus processos, fomentando assim a disseminação orgânica de novos conhecimentos por meio do sistema.

Numa perspectiva de utilização internacional, acredita-se que o possa auxiliar o controle e gerenciamento da migração e atuação internacional de profissionais de saúde, permitindo que as informações sobre suas competências possam ser verificadas a qualquer momento em qualquer local do planeta numa plataforma com uma confiabilidade elevada proporcionada pela tecnologia *blockchain* que forma sua base.

Em uma abordagem diferente acredita-se também que em um cenário de pandemia, o sistema pode auxiliar de forma gerencial, permitindo a avaliação e identificação de profissionais

com competências relativas ao enfrentamento da patologia em questão, bem como pode ser utilizado como um ambiente para a disseminação de informações por meio dos cursos e demais etapas possíveis para os processos de acreditação que podem ser criados para este fim.

De uma maneira geral, conclui-se que todos os objetivos do projeto foram alcançados, como podemos verificar na listagem abaixo.

- a. **Selecionar a plataformas de desenvolvimento de *blockchain* com código aberto para apoiar a prototipação do Sistema de Acreditação Internacional para profissionais de saúde.** Este objetivo foi alcançado por meio da definição pela utilização da plataforma Ethereum a fundamentação para esta escolha pode ser encontrada na subseção 4.1 e no apêndice 4.
- b. **Identificar os metadados básicos necessários para os processos de certificação e acreditação do Sistema de Acreditação Internacional de Profissionais de Saúde.** Este objetivo foi alcançado ao determinar-se os dados e metadados que fazem parte do protótipo desenvolvido, as classes desenvolvidas utilizaram as definições do schema.org como base para seus atributos, esta definição pode ser melhor compreendida na seção 4.4 e visualizada detalhadamente no apêndice 1.
- c. **Desenvolver o “*front-end*” do protótipo funcional do Sistema de Acreditação Profissional para Profissionais de Saúde definindo a Arquitetura Preliminar prevista na estratégia *Model-Viewer-Control Evolutionary Acquisition Interdisciplinary Research Project Management* (MVC EA-IRPM).** O protótipo do sistema foi desenvolvido demonstrado no seções 4.1 a 4.6, os códigos do protótipo estão disponíveis publicamente na plataforma github no link <https://github.com/meloflavio/ias>.
- d. **Testar o protótipo funcional em um estudo de caso para a validação conceitual do sistema proposto.** O sistema foi testado em duas etapas conforme a descrição da seção 4.7, onde os resultados foram compilados e analisados.
- e. **Elaborar um manual de uso do sistema, em formato de texto e audiovisual.** O ultimo objetivo específico foi concluído ao disponibilizar o manual de utilização protótipo em forma textual e audiovisual respectivamente no apêndice 8 e no link <https://www.youtube.com/watch?v=S83ZJBRIZyw>.

Finalmente após atingir todos os objetivos específicos definidos para o projeto, identifica-se demonstrada a validade conceitual do sistema proposto, podendo o mesmo ser implementado e utilizado não somente para as possibilidades idealizadas pelos autores da proposta inicial como para outros fins como o auxílio ao enfrentamento de pandemias que citamos.

Trabalhos futuros podem ser realizados a partir da experiência deste projeto, tanto em relação ao *front-end* aqui descrito quanto ao *back-end* utilizado, pode se visualizar possibilidades para serem evoluídos em um sistema mais completo e funcional, utilizando novos recursos e novos processos com o avançar das tecnologias utilizadas, melhorias de usabilidade e acessibilidade ao sistema devem ser considerados em futuras implementações, além da integração com outras plataformas que podem e devem ser realizadas para ampliar a robustez e impacto positivo que o sistema IAS pode causar.

Referências

- ANDRADE, Thiago Faria de. **Programação: Back-end vs Front-end vs Fullstack: Escolha o seu futuro como programador!** 2018. Disponível em: <https://blog.algaworks.com/back-end-front-end-full-stack/>. Acesso em: 8 dez. 2020.
- ALHARBY, Maher; MOORSEL, Aad van. Blockchain-based smart contracts: a systematic mapping study. **Computer Science & Information Technology**, [San Jose, CA], p. 125– 140, 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1710.06372.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2020.
- ALIAGA, Y. E. M.; HENRIQUES, M. A. A. Uma comparação de mecanismos de consenso em blockchains. **Encontro dos Alunos e Docentes do Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial**, v. 10, 2017.
- ALVES, J. C.; CAFÉ, L. M. A. Análise focada em metadados sob a luz do padrão mtd-br. **Em Questão**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 16, n. 2, p. 179–202, 2010.
- ALVES, P. H. et al. Desmistificando blockchain: Conceitos e aplicações. **Computação e Sociedade. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Computação**, p. 1–24, 2018.
- ANTONOPOULOS, A. M.; WOOD, G. **Mastering ethereum: building smart contracts and dapps**. [S.l.]: O’reilly Media, 2018.
- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da Ciência: Filosofia e prática da Pesquisa**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- BASHIR, I. **Mastering blockchain**. [S.l.]: Packt Publishing Ltd, 2017.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML - Guia do Usuário**. Rio de Janeiro– RJ. Brasil: Elsevier Editora Ltda, 2012.
- BRAGA, A.; MARINO, F.; SANTOS, R. dos. Segurança de aplicações blockchain além das criptomoedas. **Livro-texto dos minicursos XVII Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais - SBSeg 2017**, p. 99–148, 2017.
- CHENG, J.-C. et al. Blockchain and smart contract for digital certificate. In: **IEEE.2018 IEEE international conference on applied system invention (ICASI)**. [S.l.], 2018.p. 1046–1051.
- CORUJO, Luís; SANT’ANA, Mário. **Recomendações para a produção de Planos de Preservação Digital**. Coordenação Francisco Barbedo. Lisboa: DGARQ, 2011. (Manuais técnicos área dos documentos eletrónicos; v.1). Disponível em: http://arquivos.dglab.gov.pt/wp-content/uploads/sites/16/2014/02/Recomend_producao_PPD_V2.1.pdf. Acesso em: 10 dez. 2020.
- COSTA, D. G. **Administração de redes com scripts: Bash Script, Python e VBScript**. [S.l.]: Brasport, 2010
- DIAS, Ricardo Pereira. **Prototipagem de Software**. 2019. Disponível em: <https://medium.com/contexto-delimitado/prototipagem-de-software-7ac07027e6d8>. Acesso em: 3 dez. 2020.

FEFERBAUM, M.; QUEIROZ, R. M. R. **Metodologia da pesquisa em direito: Técnicas e abordagens para elaboração de monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2019.

FILIPOVA, O.; VILÃO, R. **Software Development From A to Z**. Berlin: Apress, 2018.

GERARD, D. **Attack of the 50 foot blockchain: Bitcoin, blockchain, Ethereum & smart contracts**. [S.l.]: David Gerard, 2017.

GONÇALVES, Débora. O que é e como elaborar uma prova de conceito na empresa? 2020. Disponível em: <https://blog.cronapp.io/prova-de-conceito/>. Acesso em: 8 dez. 2020.

GRÁCIO, J. C. A.; Preservação Digital na Gestão da Informação: Um Modelo Processual para as Instituições de Ensino Superior. [S.l.]: **Cultura Acadêmica**, 2012.

GUEDES, Marylene. **Vantagens da prototipação no desenvolvimento de software**. 2019. Disponível em: <https://www.treinaweb.com.br/blog/vantagens-da-prototipacao-no-desenvolvimento-de-software/>. Acesso em: 3 dez. 2020.

IANSITI, M.; LAKHANI KARIM, R. The Truth About Blockchain. **Harvard Business Review**, p. 1–11, 2018.

SOUZA JUNIOR, J. I. M. de et al. An international accreditation system for healthcare professionals based on blockchain. **International Journal of Information and Education Technology**, Chhattisgarh, Índia, v. 9, n. 7, jul. 2019. Disponível em: <http://www.ijiet.org/vol9/1247-JR344.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2021.

KNIGHT, W.; KNIGHT, W.; CORRIGAN.UX for Developers. [S.l.]: Springer, 2019.

KOMNINOS, Andreas. Uma introdução à usabilidade. [2020]. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/article/an-introduction-to-usability>. Acesso em: 29 mai. 2021.

LAUFER, Carlos. Guia de web semântica. [Brasília, DF]: Governo do Estado de São Paulo: Embaixada Britânica Brasília, 2015. 132 p. Disponível em: https://nic.br/media/docs/publicacoes/13/Guia_Web_Semantica.pdf. Acesso em: 3 dez. 2020.

LETOUZE, P. Interdisciplinary research project management. **International Proceedings of Economics Development and Research**, vol. 14, pp. 338-342, 2011.

LETOUZE, P. Incorporating evolutionary acquisition into interdisciplinary research project management. **International Proceedings of Economics Development and Research**, vol. 30, pp. 231-235, 2012.

LETOUZE, P. et al. Applying mvc to evolutionary acquisition irpm. v. 45, p. 123–128, 2012.

LETOUZE, Patrick; DA SILVA, Valéria Martins; SOUZA JÚNIOR, J. I. M. Patient-centric healthcare service systems: evidence-based medicine as architecturally significant requirement. In: **Proceedings of the International Workshop on Software Engineering in Healthcare Systems - SEHS '16**. Austin, Texas: ACM Press, 2016, p. 26–32.

LETOUZE, P. et al. Applying the MVC EA-IRPM to Reporting-Guidelines in Medicine: a strategy that is a web system. 2017 **IEEE EMBS International Conference on Biomedical & Health Informatics (BHI)**. Orland, FL, USA: IEEE, 2017. 97-100;

LIGHTSEY, B. **Systems engineering fundamentals**. [S.l.], 2011b.

LIU, Y.; WANG, Q. An e-voting protocol based on blockchain. **IACR Cryptol. ePrintArch.**, v. 2017, p. 1043, 2017.

LUONG, T.; NGUYEN, T. hang. Globalization and infectious diseases: Evidence on the reproduction rate of the COVID-19 pandemic. **Economics Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 1675–1685, 2020. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/ebl/ecbull/eb-20-00500.html>>.

MELO, F. F. O “UM BACK-END PARA UM SISTEMA DE ACREDITAÇÃO EM SAÚDE – prototipação e testes para a validação conceitual”. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional de Sistemas, Universidade Federal do Tocantins. Palmas - TO. 2021.

NATHALI, Mariana. **Proof of concept no desenvolvimento de software: o que é?** 2020.

Disponível em: <https://gobacklog.com/blog/proof-of-concept/>. Acesso em: 3 dez. 2020.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

OLIVEIRA, J. L. C. de; MATSUDA, L. M. Vantagens e dificuldades da acreditação hospitalar: A voz dos gestores da qualidade. **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 63–69, 2016.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011

OUCHI, M. T.; SIMIONATO, A. C. Descrição de conjuntos de dados na web com schema.org. **Informação & Tecnologia**; v. 5, n. 1 (2018): **Informação & Tecnologia - Especial - ICDMWS**; 128-140, v. 24, n. 2, p. 140–128, 2018.

PACKER, C.; LABONTÉ, R.; SPITZER, D. Who commission on social determinants of health: globalization and health worker crisis. **Globalization and Health Knowledge Network**, 2007.

PRESSMAN, R. **Engenharia de Software Uma Abordagem Profissional - 7ª Edição**. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2011

REGGIO, G. et al. What are the used uml diagrams? a preliminary survey. **EESSMOD@MoDELS**, v. 1078, n. 10, 2013.

ROEHRS, A.; COSTA, C. A. D.; RIGHI, R. da R. Omniph: A distributed architecture model to integrate personal health records. **Journal of biomedical informatics**, Elsevier, v. 71, p. 70–81, 2017.

SAKER, L. et al. Globalization and infectious diseases: a review of the linkages. **WorldHealth Organization**, 2004.

SANTOS, P. L. V. A. d. C.; SIMIONATO, A. C.; ARAKAKI, F. A. Definição de Metadados para Recursos Informativos: Apresentação da Metodologia BEAM. **Informação & informação**, p. 146–163, 2014.

SAUNDERS-HASTINGS, P. R.; KREWSKI, D. Reviewing the history of pandemic influenza: understanding patterns of emergence and transmission. **Pathogens**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 5, n. 4, p. 66, 2016. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-0817/5/4/66>>.

SEGOUIN, C.; HODGES, B.; BRECHAT, P.-H. **Globalization in health care: is international standardization of quality a step toward outsourcing?** [S.l.]: Oxford University Press, 2005.

SILVA, Marco Antonio da. **Prova de conceito (PoC) em projetos**. 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/prova-de-conceito-poc-em-projetos/>. Acesso em: 8 dez. 2020.

SILVA, Marco Antonio da. **Prova de conceito (PoC) em projetos**. 2015. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/prova-de-conceito-poc-em-projetos-silva-pmp-prince2-practitioner/?originalSubdomain=pt>. Acesso em: 3 dez. 2020.

SILVA, Priscylla. **Front-end e back-end: o que é e para que serve?** 2019. Disponível em: <https://gobacklog.com/blog/front-end-e-back-end/>. Acesso em: 9 dez. 2020.

SINGHAL, B. DHAMEJA, G. e PANDA, P. S. **Beginning Blockchain: A Beginner's Guide to Building Blockchain Solutions**. [S.l.]: Springer, 2018.

SKVORC, B. et al. **A Developer's Guide to Ethereum**. Collingwood, Victoria. Australia: SitePoint Pty. Ltd., 2018.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software, 9ª. edição**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

STAKE, R. E. **The art of case study research**. Londres: Sage Publications Inc., 1995

TEXEIRA, F. **Introdução e boas práticas em UX Design**, São Paulo: Casa do código, 2014.

VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383–386, 2007.

VIANA, Daniel. **O que é front-end e back-end?** 2017. Disponível em: <https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-front-end-e-back-end/>. Acesso em: 5 dez. 2020.

WU, T. et al. Economic growth, urbanization, globalization, and the risks of emerging infectious diseases in china: a review. **Ambio**, Springer, v. 46, n. 1, p. 18–29, 2017.

Apêndices

Apêndice 1- Definição dos metadados do sistema com o Schema.org

	IAS	Schema.org	Definição
Item	Certificado	EducationalOccupationalCredential	Uma credencial educacional ou ocupacional. Um diploma, grau acadêmico, certificação, qualificação, distintivo, etc., que pode ser concedido a uma pessoa ou outra entidade que atenda aos requisitos definidos pelo credenciador.
Metadados	competencia	competencyRequired	Conhecimento, habilidade, habilidade ou atributo pessoal que deve ser demonstrado por uma pessoa ou outra entidade para fazer algo como ganhar uma Credencial Educacional Ocupacional ou entender um Recurso de Aprendizagem.
	categoria	credentialCategory	A categoria ou tipo de credencial que está sendo descrito, por exemplo, "diploma", "certificado", "crachá" ou termo mais específico.
	nivelEducacional	educationalLevel	O nível em termos de progressão ao longo de um contexto educacional ou de treinamento. Exemplos de níveis educacionais incluem 'iniciante', 'intermediário' ou 'avançado' e conjuntos formais de indicadores de nível.
	orgReconhedora	recognizedBy	Uma organização que reconhece a validade, valor ou utilidade de uma credencial. Nota: o reconhecimento pode incluir um processo de garantia de qualidade ou acreditação.
	statusDocumento	creativeWorkStatus	O status de um trabalho criativo em termos de seu estágio em um ciclo de vida. Os termos de exemplo incluem Incompleto,

			Rascunho, Publicado, Obsoleto. Algumas organizações definem um conjunto de termos para os estágios de seu ciclo de vida de publicação.
--	--	--	--

	IAS	Schema.org	Definição
	Pessoa	Person	Uma pessoa (real ou fictícia)
Metadados	nomeAlternativo	alternateName	Um alias para o item
	organizacaoes	memberOf	Uma organização (ou membro do programa) à qual essa pessoa ou organização pertence.
	endereco	address	Endereço físico do item.
	email	mail	Endereço de e-mail
	telefone	telephone	Número de telefone
	nome	name	O nome do item
	descricao	description	Uma descrição do item

	IAS	Schema.org	Definição
	Organizacao	Organization	Uma pessoa (real ou fictícia)
Metadados	endereco	addresses	Endereços da organização
	membros	member	Um membro de uma Organização ou Membro do Programa. As organizações podem ser membros de organizações; A associação do programa é normalmente para indivíduos
	endereco	address	Endereço físico do item.
	email	mail	Endereço de e-mail
	telefone	telephone	Número de telefone
	nome	name	Um nome para o item
	descricao	description	Uma descrição para o item

	IAS	Schema.org	Definição
	Endereco	PostalAddress	Um endereço físico
Metad	pais	addressCountry	Um país
	cidade	addressLocality	A localidade em que está o endereço da rua e qual é a região
	regiao	addressRegion	A região em que se encontra a localidade e qual se encontra no país
	caixaPostal	postOfficeBoxNumber	O número da caixa postal para endereços de caixas postais

	CEP	postalCode	Código postal do endereço
	rua	streetAddress	A rua que compõe o endereço

	IAS	Schema.org	Definição
I	Categoria	credentialCategory	A categoria ou tipo de credencial que está sendo descrito, por exemplo, "diploma", "certificado", "crachá" ou termo mais específico
	dado	dataTerm	Dado genérico para descrever o item
Meta	nome	name	Nome da categoria
	descricao	description	Descrição da categoria

	IAS	Schema.org	Definição
Item	Competencia	competencyRequired	Conhecimento, habilidade, habilidade ou atributo pessoal que deve ser demonstrado por uma pessoa ou outra entidade para fazer algo como ganhar uma Credencial Educacional Ocupacional ou entender um Recurso de Aprendizagem.
	dado	dataTerm	Dado genérico para descrever o item
Meta	nome	name	Nome da competência
	descricao	description	Descrição da competência

	IAS	Schema.org	Definição
Item	NivelEducacional	educationalLevel	O nível em termos de progressão ao longo de um contexto educacional ou de treinamento. Exemplos de níveis educacionais incluem 'iniciante', 'intermediário' ou 'avançado' e conjuntos formais de indicadores de nível.
	dado	dataTerm	Dado genérico para descrever o item
Meta	nome	name	Nome do nível educacional
	descricao	description	Descrição do nível educacional

G1) Eu entendo o que é o sistema IAS - Sistema Internacional de Acreditação de profissionais em saúde. *

1 2 3 4 5

Discordo Totalmente Concordo Totalmente

H1) Eu entendo a importância do sistema IAS. *

1 2 3 4 5

Discordo Totalmente Concordo Totalmente

I1) Eu acho importante um sistema que facilite a busca e verificação de profissionais certificados e instituições acreditadas na área de saúde. *

1 2 3 4 5

Discordo Totalmente Concordo Totalmente

Enviar

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários



G2) Eu entendo o que é o sistema IAS - Sistema Internacional de Acreditação de profissionais em saúde. *

1 2 3 4 5

Discordo Plenamente Concordo Completamente

H2) Eu entendo a importância do sistema IAS. *

1 2 3 4 5

Discordo Plenamente Concordo Completamente

I2) Eu acho importante um sistema que facilite a busca e verificação de profissionais certificados e instituições acreditadas na área de saúde. *

1 2 3 4 5

Discordo Plenamente Concordo Completamente

Enviar

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários



B3) Como profissional de saúde, eu achei o sistema de fácil utilização *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

C3) O sistema funcionou corretamente *

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

D3) Por favor, caso tenha encontrado erros no sistema relate eles aqui.

Sua resposta

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários



B3) Como usuário de uma organização do IAS, eu achei o sistema de fácil utilização *

1 2 3 4 5
Discordo Totalmente Concordo Totalmente

C3) O sistema funcionou corretamente *

1 2 3 4 5
Discordo Totalmente Concordo Totalmente

D3) Por favor, caso tenha encontrado erros no sistema relate eles aqui.

Sua resposta

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários



Seção 1 de 2

Pesquisa pós cenário 3 e final



Agradecemos sua participação deste teste.

Queremos saber seu feedback para continuar melhorando esse sistema. Responda a esta pesquisa rápida e conte-nos sua opinião. O questionário é composto de afirmações na escala Likert. Nessa escala você tem 5 opções entre:

- 1 - Discordo Totalmente;
- 2 - Discordo Parcialmente;
- 3 - Neutro;
- 4 - Concordo Parcialmente e
- 5 - Concordo Totalmente.

Escolha a opção que mais se adequa a sua opinião em relação a cada afirmação.

A3) Eu fiz as atividades de teste do sistema IAS como usuário (comum) *



	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

B3) Como usuário comum, eu achei o sistema de fácil utilização *

Feedback do Teste C Enviar C

Perguntas Respostas 20

C3) O sistema funcionou corretamente *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 Concordo Totalmente

○ ○ ○ ○ ○

D3) Por favor, caso tenha encontrado erros no sistema relate eles aqui.

Texto de resposta longa

Após a seção 1 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 2 de 2

Pesquisa de opinião

Descrição (opcional)

i) Eu gostei de participar dos testes do sistema IAS *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 Concordo Totalmente

○ ○ ○ ○ ○

ii) Eu acredito que o sistema IAS dá maior segurança na busca de profissionais e instituições para atendimento de saúde *

Discordo Totalmente 1 2 3 4 5 Concordo Totalmente

○ ○ ○ ○ ○

Apêndice 3- Cenários para as simulações de casos de uso do protótipo do IAS

Cenários para realização das simulações de utilização do protótipo funcional do IAS, para validação conceitual.

Cenário 1

Tipo de Usuário: profissional de saúde

Ações:

- Cadastro de profissional;
 - Solicitação de Acreditação;
 - Conferir resultado da solicitação;
-

Resultados Esperados:

- Criação de um novo registro de profissional;
 - Criação de um registro de solicitação de acreditação;
 - Verificação do resultado de uma solicitação;
-

Contextualização do cenário: Sendo você um profissional de saúde interessado em uma acreditação nas competências X, Y ou Z das Instituições W, P ou O, por favor, realizar sua solicitação utilizando o sistema.

Cenário 2

Tipo de Usuário: Usuário de uma organização participante do IAS.

Ações:

- Cadastrar notas para etapas do processo de acreditação profissional;
 - Deferir/Indeferir a solicitação de acreditação;
-

Resultados Esperados:

- Cadastro correto das notas para cada uma das etapas do processo solicitado;
 - Exibição da solicitação para avaliação com a exibição das notas das etapas avaliadas;
 - Geração automática do certificado caso solicitação deferida;
-

Contextualização do cenário: Sendo você um profissional instrutor da Organização Acreditora X, realizar a avaliação das cada uma das etapas de uma solicitação cadastrada no sistema. Após o cadastro das notas das etapas, realizar a avaliação final da solicitação deferindo ou indeferindo o processo.

Instruções Técnicas:

Avaliar Etapas: Utilize o menu lateral clicando na opção **Administração** e no submenu **Grupo de Avaliação** para acessar a lista de etapas avaliadas. Utilizando a tabela seleciona a etapa, a nota poderá ser cadastrada clicando na célula correspondente na tabela exibida e posteriormente salva utilizando o botão **salvar**. Repetir o processo para todas as etapas.

Avaliar Solicitação: Clique na opção **Solicitação** no menu lateral e utilize a opção **Solicitação de acreditação** para acessar a lista de solicitações, utilize o botão **finalizar** no registro selecionado, por fim selecione uma das opções **Deferir** ou **Indeferir** e salve o resultado;

Cenário 3

Tipo de Usuário: Usuário comum (população em geral)

Ações:

- Consultar os certificados de acreditação de um profissional ou organização;
 - Verificar validade de um certificado de acreditação;
-

Resultados Esperados:

- Consultar certificados de acreditação de profissionais ou organizações
 - Validar um determinado certificado;
-

Contextualização do cenário 3.1:

Precisando realizar um determinado procedimento de saúde utilize o sistema para consultar se uma organização X ou um profissional Y possuem competência para tal.

Contextualização do cenário 3.2:

De posse dos certificados de acreditação X e Y, verificar sua validade utilizando o Sistema IAS.

Apêndice 4- Relatório técnico comparativo de plataformas de “*blockchain*” para os estudos de viabilidade.

Modelo de “Relatório Técnico de Avaliação” criado por Prof. Dr. Patrick Letouze Moreira



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE SISTEMAS

RELATÓRIO TÉCNICO DE AVALIAÇÃO

ACADÊMICOS:

Flávio Fernandes de Melo e Carlos Eduardo Alves Cavalcante

PROFESSOR ORIENTADOR:

Prof. Dr. Patrick Letouze Moreira

(Membro permanente do PPG-MCS da UFT)

OBJETO DE AVALIAÇÃO NO CONTEXTO DA PESQUISA PARA A OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE MESTRE:

*Seleção de uma plataforma “blockchain” para os estudos de viabilidade
da aplicação do “blockchain”*

Palmas/TO
Novembro/2020

1. O Relatório Técnico de Avaliação

O processo de pesquisa para a obtenção do título de Mestre em **Modelagem Computacional de Sistemas** pela Universidade Federal do Tocantins pode eventualmente envolver avaliar um ou mais objetos, sistemas, processos, métodos, estratégias, estudos, equipamentos, softwares e teorias, isto é, o objeto de avaliação do projeto da pesquisa deve ser determinado e esclarecido. Neste sentido, os signatários deste Relatório Técnico de Avaliação (RTA) estabelecem conjuntamente o resultado da análise do objeto avaliado no âmbito de projetos de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em **Modelagem Computacional de Sistemas (PPG-MCS)** da UFT.

2. Sobre a Escolha do Objeto de Avaliação para a Pesquisa

O orientador membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em **Modelagem Computacional de Sistemas (PPG-MCS)** da UFT e os alunos regulares signatários deste relatório concordam com o Objeto de Avaliação para a Pesquisa que estabelecem neste Relatório Técnico de Avaliação (RTA).

2.1. O Objeto de Avaliação

O Objeto de Avaliação ***Seleção de uma plataforma "blockchain" para os estudos de viabilidade da aplicação do "blockchain"*** é de interesse dos acadêmicos e do professor orientador.

2.2. Sobre a Justificativa do Objeto de Avaliação

A Tecnologia ***Blockchain*** é uma lista crescente de registros, chamados de blocos, que são vinculados da seguinte forma: cada bloco contém um hash criptográfico do bloco anterior, uma marcação de data e hora, além dos dados de transação. Este sistema possui arquitetura resistente à modificação de seus dados *ex post facto*. Isto porque a alteração retroativa de dados registrados requer a alteração de todos os blocos subsequentes, e porque esses registros são armazenados de forma descentralizada numa rede *peer-to-peer*. Portanto, entende-se que a tecnologia ***blockchain*** apresenta características arquiteturais desejáveis a dados e serviços que necessitem segurança, imutabilidade e rastreabilidade. Deste modo, faz-se necessário escolher uma plataforma ***blockchain*** para o desenvolvimento desses serviços.

3. Sobre o Processo de Avaliação do Objeto para a Pesquisa

O orientador membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em **Modelagem Computacional de Sistemas (PPG-MCS)** da UFT e os alunos regulares deste mesmo programa de pós-graduação concordam com o método para a avaliação do objeto de interesse para a pesquisa que estabelecem neste Relatório Técnico de Avaliação (RTA).

3.1. O Método de Avaliação do Objeto para a Pesquisa

O método de avaliação do objeto para a pesquisa deve ser adequado a natureza do objeto. Isto implica em uma relação direta, ou seja, o objeto a ser avaliado para a realização da pesquisa deve compor um conjunto de possibilidades de investigação que seja contributivo para a pesquisa em questão. Neste caso, o método escolhido é o **benchmarking de plataformas blockchain**.

3.2. Sobre as Alternativas de Objeto de Avaliação

Recomenda-se que sejam elencadas pelo menos três alternativas pertinentes ao objeto de avaliação, pois caso haja um evento que impossibilite o desenvolvimento da pesquisa com o objeto selecionado, tem-se duas ou mais alternativas para prosseguimento dos trabalhos, e conseqüentemente se reduz o risco de fracasso do processo de **Mestrado**.

3.3. Sobre a Seleção do Objeto de Pesquisa

Para a seleção de objeto de avaliação, recomenda-se que as alternativas sejam comparadas. Sugere-se que os critérios de comparação sejam bem definidos, que a comparação seja tabulada e que a escolha seja justificada.

4. Sobre os Critérios de Seleção do Objeto de Pesquisa

Recomenda-se que as alternativas sejam bem definidas. O estabelecimento de critérios deve facilitar a avaliação, quanto propiciar os elementos de comparação que sustentarão a seleção do objeto entre as alternativas. As

Modelo de "Relatório Técnico de Avaliação" criado por Prof. Dr. Patrick Letouze Moreira

características das alternativas com relação aos critérios devem ser especificadas.

4.1.1. Primeiro Critério

O primeiro critério (1C): principal uso.

4.1.2. Segundo Critério

O segundo critério (2C): tipo de rede.

4.1.3. Terceiro Critério

O terceiro critério (3C): consenso.

4.1.4. Quarto Critério

O quarto critério (4C): *smart contracts*.

4.1.5. Quinto Critério

O quinto critério (5C): APIs.

4.1.6. Sexto Critério

O sexto critério (6C): possui código aberto.

5. Sobre as Alternativas do Objeto de Avaliação

5.1.1. Primeira Alternativa

A primeira alternativa (A1) consiste no **Bitcoin**.

5.1.2. Segunda Alternativa

A segunda alternativa (A2) consiste no **Ethereum**.

5.1.3. Terceira Alternativa

A terceira alternativa (A3) consiste no **Hyperledger**.

5.1.4. Quarta Alternativa

A quarta alternativa (A4) consiste no **Quorum**.

5.1.5. Quinta Alternativa

A quinta alternativa (A5) consiste no **EOS**.

5.1.6. Sexta Alternativa

A sexta alternativa (A6) consiste no **R3 Corda**.

6. Sobre a Comparação das Alternativas de Objeto de Avaliação

Quando possível os critérios estabelecidos devem ser tabulados. Isto consiste num processo de *Benchmarking*.

Modelo de "Relatório Técnico de Avaliação" criado por Prof. Dr. Patrick Letouze Moreira

6.1.1. Benchmarking dos Critérios de Seleção de Alternativas de Objeto de Avaliação

Alternativa \ Critério	1C	2C	3C	4C	5C	6C
A1	Criptomoeda	Não permissionada	PoW	Limitado	Bitcoin-cli (RPC)	Sim
A2	Plataforma genérica de blockchain	Não permissionada ou permissionada	PoW, PoS	Sim	Java, Python, Javascript, Go, Rust, dotNet, Delphi	Sim
A3	Blockchain voltado para empresas	Permissionada	Kafka, PoET, BFT	Sim	CLI, REST, Java e Node.js	Sim
A4	Para aplicativos que requerem alto nível de privacidade	Permissionada	QuorumChain, RAFT (baseado)	Sim	Ferramentas familiares da Ethereum	Sim
A5	Plataforma escalável para dapps em escala industrial	Permissionada	DPOS	Sim	Javascript, Swift, Java	Sim
A6	Plataforma especializada para a indústria financeira	Permissionada	RAFT, BFT	Sim	Kotlin, Java	Sim

6.1.2. Justificativa da Seleção da Alternativa

A *Ethereum Blockchain* foi escolhida por garantir as restrições as restrições impostas pelo projeto de origem como: a necessidade de código aberto, suporte à smart contracts e a compatibilidade da rede com a linguagem de programação JAVA. Após as comparações notou-se que a possibilidade de criar uma rede não permissionada seria a ideal para atingir objetivos futuros do projeto inicial, já que este tipo de rede é projetada para permitir a participação pública (por exemplo, alguns aplicativos que dependem de dados gerenciados pelos usuários).

7. Sobre o Resultado da Avaliação

A alternativa selecionada foi:


ETHEREUM BLOCKCHAIN

Neste sentido, de comum acordo, os signatários deste parecer tornam público seu entendimento sobre o objeto avaliado no contexto dos projetos de pesquisa dos acadêmicos **FLÁVIO FERNANDES MELO E CARLOS EDUARDO ALVES CAVALCANTE** sob orientação do **Professor Dr. PATRICK LETOUZE MOREIRA**, para a obtenção do título de **Mestre** pelos acadêmicos signatários.

Palmas, 1 de dezembro de 2020.


Flávio Fernandes Melo
(Aluno regular do PPG MCS - UFT)


Carlos Eduardo Alves Cavalcante
(Aluno regular do PPG MCS - UFT)


Prof. Dr. Patrick Letouze
(Membro permanente do PPG MCS - UFT)

Apêndice 5- Artigo Scripts de instalação de uma Rede Blockchain como Recurso Didático para Metodologias Ativas de Ensino de Computação

Scripts de Instalação de uma Rede Blockchain como Recurso Didático para Metodologias Ativas de Ensino de Computação

Flávio Fernandes de Melo
Universidade Federal do Tocantins
Palmas, Tocantins, Brasil
meloflavio@uft.edu.br

Carlos Eduardo Alves
Cavalcante
Universidade Federal do Tocantins
Palmas, Tocantins, Brasil
carlosalves@uft.edu.br

Patrick Letouze Moreira
Universidade Federal do Tocantins
Palmas, Tocantins, Brasil
letouze@uft.edu.br

RESUMO

Neste trabalho é proposto *Scripts* de instalação de uma rede *Blockchain* como recurso didático para o uso de metodologias ativas de aprendizagem com práticas *hands-on* no ensino de computação. O problema inicial proposto consiste na criação e instalação de uma rede *blockchain* privada. A intenção é disponibilizar um recurso didático que apoie as práticas no ensino de computação em relação a *blockchain* e as disciplinas que utilizem conceitos relacionados a essa tecnologia. Neste intuito, elaborou-se um *script* para a criação e configuração de uma rede *blockchain*, que juntamente com um roteiro de orientação compõem o material didático utilizado para introduzir os conceitos e fundamentos da tecnologia *blockchain* ao mesmo tempo que pode ser utilizado para demonstrar a criação e instalação real de uma rede. Este material pode ser facilmente adaptado para estimular os estudos além da tecnologia *Blockchain*, por exemplo, pode ser adaptado para as disciplinas de Introdução à Computação, Introdução à Programação, Algoritmos e Programação, Sistemas Operacionais, Banco de Dados, Redes de Computadores, Segurança em Tecnologia da Informação entre outras.

PALAVRAS-CHAVE

Blockchain, Metodologias Ativas de Aprendizagem, *Script*

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia *blockchain* foi apresentada inicialmente por Nakamoto [15] ao descrever uma moeda inteiramente digital, o que permitiria enviar pagamentos online diretamente de uma pessoa para outra, sem a necessidade de passar por uma instituição financeira. A tecnologia rapidamente se popularizou com a criação da criptomoeda Bitcoin, que teve seu bloco inicial criado no início de 2009 e, desde então, expandiu-se em uma escala sem precedentes.

Apesar de seu foco inicial na criação de criptomoedas, Abdellatif [1] afirma que cada vez mais setores, como governos, finanças, saúde, indústrias em geral e entre outros buscam novas possibilidades de uso para esta promissora tecnologia. Grande parte do interesse sobre *blockchain* baseia-se em suas propriedades básicas, que prometem alta segurança, confiabilidade e disponibilidade dos

dados contidos em sua rede, além de promover a descentralização no controle de suas transações.

Com o alto interesse na tecnologia, não demorou muito para que surgissem diversos projetos que a explorasse para além das criptomoedas, por exemplo, Cheng et al. [6], descreve um sistema para o reconhecimento de diplomas de graduação utilizando *blockchain*. Notheisen et al. [17] por sua vez, demonstra a utilização da tecnologia em um sistema para o gerenciamento de ativos do mundo real, como casas e carros. Brave (2019) desenvolveu um navegador com a possibilidade de recompensar os usuários e criadores de conteúdo utilizando uma *blockchain*. Em outros exemplos Souza Junior et al. [25] descreve a utilização de *blockchain* para um sistema internacional de acreditação de profissionais de saúde e Letouze et al. [13] descreve um sistema baseado em *blockchain* para a negociação de precatórios no Brasil.

As possibilidades de uso para a tecnologia *blockchain* são as mais diversas e a perspectiva de evolução e impacto da tecnologia são muito grandes. No entanto, Oliveira e Freitas [18] consideram insuficientes a quantidade de estudos realizados na área até então, o que segundo os autores dificulta a identificação de como ela poderá realmente afetar a sociedade de uma forma mais abrangente, assim necessitando de um maior número de pesquisas sobre o assunto.

Uma das grandes dificuldades na disseminação e utilização de *blockchain* segundo Bornelus, Chi e Shahriar [5] é a considerável curva de aprendizado da tecnologia, uma vez que os fundamentos científicos e computacionais por trás da tecnologia envolvem conhecimentos de múltiplas disciplinas, o que dificulta sua compreensão por pessoas que não estão familiarizadas com estes fundamentos. Diante dessas dificuldades, existem trabalhos que ajudam a difundir o conhecimento dessa tecnologia, como o material de apoio produzido pelo Tribunal de Contas da União [26], elaborado em forma de sumário executivo para auxiliar gestores públicos a avaliar a pertinência do projeto *blockchain* de suas organizações, apresentando a experiência de outras organizações no Brasil e no mundo.

Fomentar o estudo de *blockchain* em sala de aula em cursos de tecnologia é uma alternativa para incentivar novos projetos na área, além de promover a utilização dos conceitos de diversas disciplinas da computação. Porém vale ressaltar que a simples apresentação de conceitos em aulas teóricas pode não ser suficiente, pois como mencionado por Gavaza, Salvador e Do Santos [11], uma disciplina que trata de tópicos que possuem um alto nível de abstração exige bastante esforço dos alunos para sua compreensão.

Para facilitar o aprendizado de assuntos com um alto grau de abstração, como a tecnologia *blockchain*, é preciso buscar alternativas ao ensino tradicional baseada apenas na exposição teórica de seus conceitos. Pinto et al. [8] afirma que para isso é necessário

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp '21, Abril 27–30, 2021, Jataí, Goiás, Brasil (On-line)
© 2021 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

lançar mão de metodologias que busquem envolver mais o aluno no processo de aprendizagem, assim permitindo uma maior relação dos conhecimentos aprendidos em aula com sua utilização prática no mundo real. Neste contexto identifica-se a hipótese de utilização de metodologias ativas de aprendizagem, que contribuem para maior interação dos professores e alunos, permitindo a construção ativa e colaborativa dos conhecimentos.

Entre as metodologias ativas de aprendizado pode-se destacar o Aprendizado Baseado em Problemas (ABP) como metodologia para o ensino de disciplinas complexas. Nessa metodologia um problema é proposto para os estudantes, a solução prática é construída colaborativamente pelos alunos com a supervisão do professor. Neste âmbito, temos os exemplos de Silva et al. [24] que descreve a utilização de ABP para o ensino de urgência e emergência na enfermagem, um estudo realizado na Universidade Federal do Pará. Um outro exemplo de utilização de ABP é o trabalho de Rodrigues e Araújo [9] que relata a utilização da metodologia no ensino das disciplinas de contabilidade de uma universidade particular.

Outras abordagens de aprendizagem ativa também podem ser utilizadas, como o trabalho de Du [10] o qual descreve a utilização de exercícios laboratoriais práticos para o ensino de segurança na computação. Rao e Dave [20] por sua vez, apresenta a utilização de exercícios práticos para o ensino de novas tecnologias como Internet das Coisas (em inglês: Internet of Things, IoT) e *blockchain*. A abordagem descrita por estes autores é conhecida como aprendizado *hands-on*, onde os estudantes são apresentados aos conceitos teóricos e logo em seguida são levados a aplicar os conhecimentos em exercícios práticos. A abordagem *hands-on* de aprendizado pode ser facilmente adaptada e integrada ao ABP, utilizando os exercícios práticos para auxiliar na resolução de um determinado problema, ao passo que constrói gradualmente os conhecimentos necessários.

Neste trabalho propomos a utilização de um *script* - arquivo com conjunto de comandos executados por um interpretador (COSTA, 2010) [7], como um recurso didático *hands-on* no ensino da computação, produto de uma abordagem ABP. O *script* utilizado foi desenvolvido para a criação e configuração automática de uma rede *blockchain* privada, o que permite introduzir os conceitos necessários enquanto realiza-se a demonstração prática da tecnologia. O mesmo *script* pode ser utilizado para o ensino de diversas disciplinas da grade curricular em um curso de ciência da computação apenas alterando o foco da apresentação dos conceitos, uma vez que os fundamentos da tecnologia *blockchain* são compostos de conceitos básicos de várias destas disciplinas, como Introdução à Computação, Introdução à Programação, Algoritmos e Programação, Sistemas Operacionais, Banco de Dados, Redes de Computadores, Segurança em Tecnologia da Informação entre outras.

2 FUNDAMENTOS

Nesta seção são descritos alguns dos fundamentos utilizados no trabalho, como *Blockchain*, Metodologias Ativas de Aprendizagem e Aprendizagem Baseada em Problemas.

2.1 Blockchain

Segundo Nakamoto [15], a tecnologia *Blockchain* funciona como um tipo de livro razão distribuído, com recurso de imutabilidade entre os nós em uma rede *peer-to-peer* baseado em um protocolo de

consenso. Cada nó pode manter a mesma razão sem uma autoridade centralizada utilizando *hashes* criptográficos e assinaturas digitais garantindo a integridade das transações em cada bloco.

Quanto a estrutura do *Blockchain*, esta é construída por blocos ligados por uma lista encadeada, de forma que cada bloco contenha a referência do seu antecessor, garantindo assim que a modificação de informações gravadas em cada bloco exija um grande poder computacional, tornando essa ação computacionalmente impraticável em grandes redes.

Antonopoulos [2] descreve um bloco sendo composto por um identificador (*block hash*), definido pela dupla aplicação do algoritmo SHA-256 em seu cabeçalho, o *block hash* do bloco anterior, o conjunto de todas as transações, juntamente com um conjunto de informações que compõem seu cabeçalho.

A estrutura do cabeçalho pode ser dividida em três conjuntos de dados de acordo com o seu propósito. O primeiro chamado de *Previous Block Hash*, composto com o *hash* do bloco anterior, garante a conexão entre todos os blocos da *Blockchain*. O segundo é campo *Merkle Root*, usado para resumir de maneira eficiente o conjunto de transações do bloco. Por fim, o conjunto dos campos *timestamp*, *difficulty target*, e *nonce* são referentes ao processo de mineração, representando respectivamente, hora aproximada da criação do bloco, dificuldade alvo do algoritmo utilizada no bloco e o contador utilizado pelo algoritmo.

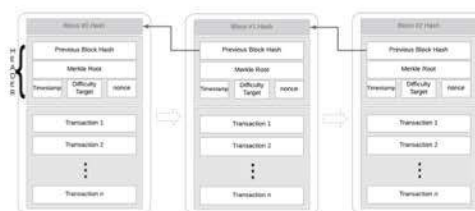


Figura 1: Blocos encadeados. Fonte: Adaptado de Antonopoulos [2].

A Figura 1 mostra um exemplo da estrutura dos três conjuntos de dados do bloco e do encadeamento entre eles, sendo comum para a identificação do bloco, além do *hash* duplo criado pela criptografia, o número da posição em que ele se encontra na *Blockchain*. Sobre as propriedades inerentes aos conceitos confiabilidade e segurança da tecnologia de *blockchain*, Iansiti e Lakhani [12] descrevem cinco princípios básicos, os quais seguem listados abaixo:

- **Banco de dados distribuído:** cada parte em um *blockchain* tem acesso a toda base dados e ao seu completo histórico de transações sem a necessidade de intermediários, no entanto, ninguém pode alterar seus registros individualmente.
- **Transmissão ponto-a-ponto:** a comunicação ocorre diretamente entre os pontos, em vez de serem realizadas de forma centralizada, cada ponto armazena e encaminha as informações aos demais participantes.
- **Transparência e pseudoanonimato:** cada transação e os valores associados são disponibilizadas a qualquer usuário com acesso ao sistema. No entanto, cada nó, ou usuário, em

um *blockchain* tem um “endereço” alfanumérico único que o identifica. Um usuário pode escolher se manter anônimo ou compartilhar provas de identidade com os outros. As transações ocorrem entre estes “endereços” no *blockchain*.

- **Irreversibilidade de registros:** uma vez realizada uma transação e esta transação adicionada ao *blockchain*, os registros não podem ser alterados, uma vez que as propriedades do *blockchain* garantem que cada registro esteja relacionado a todos os registros adicionados antes dele.
- **Lógica computacional:** a natureza digital dos registros significa que as transações de *blockchain* podem ser vinculadas à uma lógica computacional e, em essência, programadas. Assim, os usuários podem determinar algoritmos e regras que vinculam automaticamente transações entre nós.

A introdução de *Smart Contracts*, que funcionam como “um contrato digital que é escrito em código-fonte e executado por computadores, que integra o mecanismo à prova de adulteração de *Blockchain*” (LIN, 2017) [14], propiciou maiores níveis de programabilidade para a tecnologia. A utilização de redes *blockchain* que dispõem desses recursos são ideais para aplicações em novas áreas que diferem de seu foco original das criptomoedas.

Visando estes conceitos e utilizando a linguagem de criação de códigos para automatização de tarefas *Shell Script*, foram desenvolvidos arquivos (*scripts*) contendo instruções que ao serem executadas criam e configuram uma rede *blockchain* privada. Vale ressaltar que estes *scripts* foram escritos para que possam ser executados em máquinas com os sistemas operacionais Windows, Linux e MacOS. Utilizamos para os testes as seguintes versões:

- Windows 7 e 10
- Ubuntu 18.04, Ubuntu 19.04 e Debian 9
- MacOS 10.15

2.2 Metodologias Ativas de Aprendizagem

As Metodologias ativas de aprendizagem colocam o aluno como centro do processo de ensino. Conforme Barbosa e Moura em [3], nessas metodologias a aprendizagem ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo das mais diversas formas, como falando, ouvindo, discutindo ou fazendo. O aluno deixa de ser um receptor passivo das informações limitado a memorizar o conteúdo para ele apresentado e torna-se um colaborador ativo do processo de aprendizado, despertando seu pensamento crítico. Neste sentido, Rocha e Lemos em [21] afirmam que nestas metodologias o conhecimento é construído pela interação dos alunos, professores e o ambiente, reforçando a participação do aluno como fundamental para a construção dos conhecimentos.

2.2.1 Aprendizado Baseado em Problemas. De acordo com Savery [22], a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma abordagem instrucional e curricular centrada no aluno que permite que eles conduzam pesquisas, integrem teoria e prática e apliquem conhecimentos e habilidades para desenvolver uma solução viável para um problema pré definido. Orey [19] afirma que em cursos acadêmicos, a ABP é usada como uma ferramenta para ajudar os alunos a compreender a utilidade de um determinado conceito ou estudo.

Segundo Silva et al. [24] nessa metodologia para solucionar o problema apresentado, os alunos devem recorrer aos sete passos do ABP, que são:

- Esclarecer termos e conceitos desconhecidos;
- Definir o problema;
- Analisar o problema baseado em conhecimentos prévios;
- Resumir as conclusões;
- Formular metas de estudo;
- Auto-aprendizado;
- Dividir conhecimentos com o grupo;

O aprendizado nessa abordagem não se limita apenas aos conhecimentos adquiridos, mas também no processo que foi empregado. Dessa forma, o aluno não só aprende resolver o problema proposto, mas como lidar com novas dificuldades que a ele serão apresentadas. Neste sentido Orey [19] afirma que a metodologia ABP é frequentemente abordada em um ambiente de equipe com ênfase na construção de habilidades relacionadas à tomada de decisão consensual, diálogo e discussão, manutenção da equipe, gestão de conflitos e liderança de equipe.

Senna e Lopes [23] ressaltam que a expressão Aprendizagem Baseada em Projeto surge, às vezes, como sinônimo de Aprendizagem Baseada em Problema, por aparecerem na língua inglesa como Project Based Learning e Problem Based Learning utilizando a mesma sigla – PBL, ou as vezes PjBL para o primeiro e PBL para o segundo, e mesmo que o desenvolvimento de um projeto possa ocorrer com a resolução de problemas, uma prática tem como foco o problema, e a outra, o projeto.

De acordo com Bender em [4], a Aprendizagem Baseada em Projetos é uma metodologia de ensino baseada no fato de os alunos confrontarem questões e problemas do mundo real que eles consideram significativos, determinar como abordá-los e, então, agir de forma colaborativa para criar soluções de problemas.

Neste trabalho foi proposto inicialmente um problema, a criação automatizada de uma rede privada de *blockchain*, que servirá como base para um projeto de mestrado e dado a proximidade das duas abordagens de aprendizado a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projeto também foi utilizada.

Bender em [4] apresenta como base ou essencial para uma abordagem de Aprendizagem Baseada em Projeto as seguintes palavras ou conceitos:

- **Âncora:** a base para fazer a pergunta que serve para fundamentar a instrução em um cenário do mundo real.
- **Artefatos:** os itens que representam soluções possíveis para o problema ou aspectos da solução do problema, cenários de dramatização são incluídos.
- **Realização autêntica:** representa a ênfase, o tipo de coisas que os profissionais podem esperar fazer na vida real.
- **Debate:** este é um processo pelo qual os alunos passam para formular um plano para as tarefas do projeto.
- **Pergunta de direcionamento:** a pergunta principal que fornece o objetivo geral do projeto.
- **Voz e escolha do aluno:** representa que os alunos devem ter uma palavra a dizer na seleção do projeto e na formulação da questão essencial.

Levando em consideração esses conceitos e que este trabalho representando a primeira fase de um projeto apresenta-se o cenário mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Cenário ABP para fase 1 do projeto

Cenário ABP para Fase 1: Automação da criação da rede <i>Blockchain</i>	
Âncora	O problema apresentado aos alunos deve ser a necessidade da automatização do processo de criação e preparação de uma rede <i>blockchain</i> privada que possa ser integrada a um sistema web já existente escrito na linguagem JAVA.
Artefatos	Um script que possa ser executado em diferentes sistemas operacionais e um roteiro de como utilizá-lo.
Realização autêntica	A rede <i>blockchain</i> em funcionamento.
Debate	Esse processo deve ser realizado em reuniões periódicas de gerenciamento de projetos.
Pergunta de direcionamento	A automatização do processo de criação e preparação de uma rede <i>blockchain</i> é um ativo valioso para integração de um sistema web em JAVA?
Voz e escolha do aluno	Os alunos devem ajudar a escolher as ferramentas e técnicas para o desenvolvimento do sistema.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Alguns trabalhos e abordagens para a introdução e ensino de tecnologia *blockchain* e computação podem ser encontrados na literatura, Rao e Dave [20] utilizaram uma abordagem de aprendizado baseado em exercícios de laboratório (*hands-on*) para ensinar os alunos de graduação os conceitos de IoT, computação em nuvem e também *blockchain*. O projeto consiste na criação de um sistema que deveria obter imagens, salvar registros criptografados imutáveis, transmitindo e armazenando-os na nuvem.

Os autores então dividiram o projeto prático em dois exercícios de laboratório, no primeiro os alunos deveriam realizar a captura da imagem, a transmissão e o armazenamento na nuvem. Para este primeiro exercício foi solicitado aos alunos que estudassem conceitos básicos de comandos Linux e a linguagem de programação Python, além disso foram instruídos sobre o básico da plataforma Raspberry Pi. No exercício prático os alunos então deveriam criar um código em Python para a captura de uma imagem utilizando o módulo de câmera do Raspberry Pi, posteriormente os alunos deveriam codificar a etapa de envio da imagem para uma conta criada no Google Drive.

No segundo exercício os alunos são apresentados previamente aos protocolos de segurança SHA-256, um conjunto de algoritmos de criptografia baseados em funções matemáticas *hash*. Neste exercício os alunos então deveriam converter a imagem capturada no primeiro exercício em uma cadeia de caracteres e então transformá-la

em código *hash* utilizando uma biblioteca de python chamada *hashlib*, segundo os autores utilizando este exercício os alunos puderam entender o fundamento de criptografia e demonstrar a característica de imutabilidade contido na base da tecnologia *blockchain*.

Apesar das afirmações dos autores sugerirem um ensino mais abrangente de *blockchain*, no trabalho descrito apenas foi apresentado o conceito de criptografia comumente usado neste tipo de rede, tópicos como instalação, configuração e o funcionamento real da tecnologia não foram abordados pelos autores, o trabalho apresenta alguns conceitos de segurança da informação, limitando a abordagem aos conceitos de criptografia. Mesmo não sendo explicitamente abordados, conceitos de Redes, Sistemas Operacionais e Programação foram exercitados no citado trabalho.

Uma outra abordagem para o ensino de *blockchain* foi descrita por Negash e Thomas [16], neste trabalho os autores apresentaram um projeto baseado em sete cenários da indústria para transmitir conhecimentos teóricos e técnicos (práticos) de *blockchain* para um conjunto de estudantes de negócios com poucos conhecimentos técnicos. Para exemplificar quatro dos sete cenários propostos pelos autores estão descritos abaixo:

- **Educação:** neste cenário é descrito a utilização de um sistema baseado em *blockchain* para a verificação e autenticação de diplomas, as universidades registram os diplomas numa rede *blockchain* pública que permite a verificação da autenticidade de um diploma posteriormente apresentado.
- **Saúde:** o cenário descreve a possibilidade de utilização da *blockchain* para o armazenamento e controle de prontuários médicos, segundo os autores uma abordagem com *blockchain* permite que pacientes tenham o controle de seus prontuários, permitindo acesso apenas aos dados necessários para cada atendimento.
- **Aviação:** neste cenário é descrito uma oportunidade de negócios onde as passagens aéreas poderiam ser vendidas entre passageiros com o auxílio de um sistema de *blockchain*, onde um indivíduo que comprasse uma passagem poderia vendê-la para outra pessoa diretamente, registrando a transação numa *blockchain* compartilhada com as companhias aéreas.
- **Cadeia de suprimentos:** o cenário descreve a automatização do controle de estoque de empresas, para isso utiliza um sistema *blockchain* baseados em contratos inteligentes com execução semi autônoma onde um pedido de compra pode ser lançado automaticamente quando o estoque da empresa estiver num nível determinado.

Os demais cenários utilizados pelos autores incluem a descrição de sistemas das áreas de Governança, Internet das Coisas (IoT) e FinTech (finanças digitais). Para promover uma experiência significativa aos estudantes os autores projetaram interações reais para para demonstrar a aplicabilidade da tecnologia, para isso utilizaram a infraestrutura da LinuxOne Foundation (com suporte da IBM), utilizando a plataforma Hyperledger-Fabric (plataforma de desenvolvimento *blockchain*), desenvolveram práticas para demonstrar os cenários propostos.

Apesar de uma descrição básica e de alguns exemplos práticos de funcionamento da tecnologia, nesta abordagem o foco é voltado mais para a apresentação das possibilidades de uso da tecnologia *blockchain* do que propriamente para a construção dos sistemas

descritos. Além disso, esta abordagem necessita de mais recursos de infraestrutura para serem aplicadas, o que pode inviabilizar sua utilização em algumas situações.

Uma terceira abordagem para o ensino de *blockchain* é o framework apresentado por Bornelus, Chi e Shahriar (2019), neste propõe a utilização de diversos laboratórios que de forma modular apresentam todos aspectos da aplicação da tecnologia *blockchain*. A descrição dos laboratório *hands-on* está apresentada abaixo:

- **Entendendo a segurança por trás da Blockchain:** segundo os autores o objetivo é apresentar a criptografia por trás dessa tecnologia - são demonstrados tópicos como - árvores Merkle, criptografia de curva elíptica e SHA256.
- **Laboratório prático - Criando seu próprio cripto-sistema:** O objetivo deste laboratório é apresentar aos alunos a plataforma Ethereum, utilizando a criação de contratos inteligentes usando a linguagem Solidity e o Remix, uma ferramenta poderosa para escrita de contratos diretamente no navegador.
- **Passado, presente e futuro:** O objetivo deste tópico é demonstrar os aplicativos de *blockchain* da vida real: são demonstrados exemplos como Bitcoin, AWS Quantum Ledger Database, Azure MS Blockchain, IBM Hyperledger, e a perspectiva de utilizações futuras da tecnologia *blockchain* como o Block-Lattice.
- **Laboratório prático dApps:** O objetivo deste laboratório é aumentar a capacidade de desenvolvimento do aluno, criando um aplicativo descentralizado (d-Apps), para isso são utilizadas ferramentas como Solidity, Ethereum, Truffle, Ganache, Meta Mks entre outros.

A representação gráfica do framework com o conteúdo completo de cada laboratório é apresentada na Figura 2.

Entendendo a segurança por trás da Blockchain	- SHA256 - Árvore Merkle - Curva Elíptica - Chaves Pública-Privada
Laboratório Prático: Crie Seu próprio cripto-sistema	- Criando seu próprio cripto-sistema parte 1: Usando Solidity, Remix na plataforma Ethereum - Vários Artigos e eventos atuais sobre desenvolvimento <i>blockchain</i>
Passado, Presente e Futuro do desenvolvimento Blockchain	- Bitcoin e outras criptomoedas - Desenvolvimento de aplicações Ethereum - Block-Lattice - Vários artigos e eventos atuais sobre desenvolvimento <i>blockchain</i>
Laboratório Prático: dApp cripto-sistema	- Crie seu próprio cripto-sistema parte 2: Usando Ethereum, código aberto para criar seu ambiente local de desenvolvimento com Truffle e Ganache para lançar dApps

Figura 2: Conteúdos dos laboratórios *hands-on*, Adaptado de Bornelus, Chi e Shahriar [5] .

Nesta abordagem a tecnologia *blockchain* é ensinada de forma bastante robusta e avançada, todos os conceitos são apresentados de forma teórica e em sequência são realizadas as atividades práticas para fixação dos conhecimentos apresentados. No entanto é necessário por parte dos alunos um nível mais avançado de conhecimentos teóricos fundamentais, nesta abordagem os professores constroem toda a base teórica para depois utilizarem os laboratórios para as práticas ensinadas, numa abordagem que utiliza a exposição tradicional do conhecimento com atividades mais práticas.

Neste trabalho os alunos devem de antemão terem determinado domínio sobre outras disciplinas de computação, sendo trabalhados conceitos mais avançados nos laboratórios sugeridos pelos autores.

4 METODOLOGIA DESENVOLVIMENTO DOS SCRIPTS

Inicialmente a necessidade de criação de um *script* para inicialização e configuração de uma rede *blockchain* surgiu em um projeto para o desenvolvimento de um sistema, no entanto logo percebeu-se a possibilidade de uso deste *script* como recurso didático, uma vez que diversos conceitos da computação tiveram que ser estudados para sua criação. Dentre as restrições impostas pelo projeto de origem estavam a necessidade de código aberto, suporte à *smart contracts* e a compatibilidade da rede com a linguagem de programação JAVA. Desse modo, o primeiro passo para o desenvolvimento dos *scripts* foi a definição da plataforma *blockchain* a ser utilizada. Foram analisadas as redes Bitcoin, Ethereum, Hyperledger Fabric, Quorum, EOS e R3 Corda.

Na tabela na Figura 2 segue um *benchmark* com algumas características levantadas para a escolha da plataforma deste projeto dentre elas: proposta da plataforma, tipo de rede se permite ou não a participação de partes sem ser previamente autorizadas, protocolos de consenso, interfaces de programação de aplicações (em inglês: Application Programming Interface - API) disponíveis e o suporte para *Smart Contracts*.

A Ethereum *Blockchain* foi escolhida por garantir as restrições mencionadas e após as comparações notou-se que a possibilidade de criar uma rede não permissionada seria a ideal para atingir objetivos futuros do projeto inicial, já que este tipo de rede é projetada para permitir a participação pública (por exemplo, alguns aplicativos que dependem de dados gerenciados pelos usuários).

Com a plataforma escolhida a próxima questão a ser resolvida foi a escolha da forma de instalação que posteriormente deveria ser automatizada. Foram identificadas três formas distintas para a instalação da rede *blockchain* da Ethereum:

- através de sistemas de gerenciamento de pacotes;
- através da compilação de códigos fontes e;
- através de download de arquivo binário já compilado.

No primeiro caso, o sistema de gerenciamento de pacotes do Linux e do MacOS podem auxiliar na instalação da rede Ethereum, precisamos para isso, adicionar um repositório PPA no caso do Linux ou instalar o Homebrew no caso do MacOS, sendo que para o sistema da microsoft esta forma de instalação não está disponível. A problemática deste modo ficaria a cargo de seguir tutoriais desatualizados do Ethereum que poderiam indicar versões não mais suportadas em sistemas operacionais mais recentes, devendo fazer a correção das versões manualmente à medida que forem identificadas versões não mais existentes ou incompatíveis com dependências instaladas.

Para o segundo modo, algumas dependências são requeridas, sendo necessário baixá-las antes de se iniciar o processo de instalação. Aqui novamente, podemos ter problemas quanto a versão das dependências e do sistema operacional da máquina, o que no futuro poderia ser um complicador quanto a utilização das mesmas

Tabela 2: Benchmark das plataformas *blockchain*

	Bitcoin	Ethereum	Hyperledger	Quorum	EOS	R3 Corda
Principal uso	Criptomoeda	Plataforma genérica de <i>blockchain</i>	<i>Blockchain</i> voltado para empresas	Para aplicativos que reque-rem alto nível de privacidade.	Criar uma plataforma escalável para dapps em escala industrial	Plataforma especializada para a indústria financeira (ativos digitais)
Tipo de Rede	Não permissionada	Não permissionada ou permissionada	permissionada	Permissionada	Permissionada	Permissionada
Consenso	PoW	PoW, PoS	Kafka, PoET, BFT	QuorumChain, RAFT(baseado)	DPOS	RAFT, BFT
Smart Contracts	Limitado	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
APIs	bitcoin-cli (RPC)	Java, Python, Javascript, Go, Rust, .NET, Delphi	CLI, REST, Java e Node.js	Ferramentas familiares da Ethereum	Javascript, Swift, Java	Kotlin, Java
Possui Código Aberto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

dependências utilizadas em um tutorial já que estas poderiam apresentar depreciação e incompatibilidade ao passo que estas forem sendo atualizadas.

O último meio de instalação é através do download de arquivo binário, deve-se baixar o arquivo compactado e extraí-lo para sua utilização, este meio tem menores riscos de problemas com dependências, assim basicamente o problema que pode ocorrer é escolher um arquivo desatualizado e incompatível com seu sistema operacional, o que geralmente pode ser contornado baixando a versão mais atual do arquivo.

No entanto, todos os três meios têm em comum a desvantagem de não ter um único arquivo, ou um único comando 100% funcional em todos os sistemas operacionais, já que para cada um deles existe uma série de comandos específicos e/ou um link exclusivo para download dos arquivos necessários. Para este projeto, o intuito é fornecer um ambiente configurado e pronto para uso com menor esforço para instalá-lo. Assim, a fim de tornar os passos únicos para instalação e configuração da rede decidiu-se no primeiro momento pela utilização do Docker, que através de um *script* único criaria-se um contêiner linux ubuntu em uma versão 19.04 com seus comandos de instalação e configuração já predefinidos através do repositório PPA da Ethereum, já que o sistema operacional e sua versão serão sempre o mesmo, a desvantagem anterior não se aplica a esta abordagem.

A abordagem do docker, no primeiro momento pareceu eficiente, uma vez que foi possível criar e configurar nós da rede totalmente funcionais, mas para a comunicação de containers em máquinas diferentes até com o mesmo sistema base, são necessárias configurações adicionais de infraestrutura que aumentaram consideravelmente a complexidade do *script* fugindo da ideia inicial de simplicidade na instalação, então decidiu-se procurar outra abordagem.

Mesmo com as diferenças entre os sistemas operacionais anteriormente citados, para a confecção de um novo *script* foi retirado o container docker e adicionados todos os comandos necessários para

criar e configurar o ambiente nos três sistemas operacionais escolhidos, ficando a cargo do *script* primeiramente reconhecer qual o sistema operacional o usuário está utilizando e escolher qual a série de comandos deve ser executada. Para simplificar a quantidade de comandos, a abordagem selecionada foi o download de um arquivo binário que também é escolhido de acordo com o sistema em que for executado.

5 RESULTADOS

Foram desenvolvidos dois *scripts* cada um com o objetivo de iniciar um tipo de nó e alguns arquivos com configurações e parâmetros que serão utilizados durante a execução dos arquivos.

Antes de começar a utilizá-los, caso esteja utilizando o sistema operacional da microsoft, primeiramente instale o git através da url <https://git-scm.com/download/win> ou caso utilize o windows 10 o mais indicado seria ativar o Subsistema do Windows para Linux (WSL) seguindo as instruções oficiais em <https://docs.microsoft.com/pt-br/windows/wsl/install-win10>.

Os principais componentes do *script* são os arquivos:

- genesis.json
- boot.sh
- start.sh
- .accountpassword
- .privatekey

A seguir explicamos as principais funcionalidades de cada um destes componentes:

5.1 Arquivo Genesis

Para iniciar uma nova cadeia precisamos definir o bloco inicial com algumas configurações que indicaram como novos blocos serão inseridos, dentre estas definições destacamos:

- **config**: a configuração da *blockchain*. Em suas definições temos o "chainId", um identificador utilizado na proteção

contra ataque de repetição. Por exemplo, se uma ação é validada combinando certo valor que depende do ID da cadeia, os atacantes não podem obter facilmente o mesmo valor com um ID diferente.

- **coinbase**: é um endereço onde todas as recompensas coletadas com a validação de bloco bem-sucedida serão transferidas. Uma recompensa é uma soma do pagamento pela mineração e dos reembolsos da execução de transações de contrato. Como é um bloco de inicial, o seu valor não é relevante. Para todos os próximos blocos, o valor será um endereço definido pelo mineiro que validou esse bloco.
- **difficulty**: dificuldade de mineração, para desenvolvimento e testes defina esse valor baixo para que você não precise esperar muito pelos blocos de mineração.
- **gasLimit**: o limite do custo do gás por bloco.
- **nonce**: é o número de transações enviadas de um determinado endereço. É usado em combinação com *mixhash* para provar que uma quantidade suficiente de computação foi realizada neste bloco.
- **mixHash**: um *hash* de 256 bits que, combinado com o "nonce", prova que uma quantidade suficiente de computação foi realizada no bloco. A combinação de "nonce" e *mixhash* deve satisfazer uma condição matemática.
- **parentHash**: é o *hash* do cabeçalho do bloco pai. Familiar a um ponteiro para o bloco pai necessário para formar uma cadeia real de blocos. Um bloco de gênese não possui um bloco pai, portanto, o resultado será apenas neste caso igual a 0.
- **alloc**: esse parâmetro é usado para pré-financiar alguns endereços com *ether* (criptomoeda da rede Ethereum). Ele contém dois parâmetros, o endereço da carteira que deve ser um *hash* de 160 bits e o número de *ether* com o qual uma conta deve ser financiada.

A seguir na Figura 3 temos o arquivo *genesis* com duas contas já pré-financiadas para não ser necessário criar uma conta manualmente e colocá-la para minerar a fim de receber fundos necessário para realizar transações.

5.2 Execução dos Scripts

A ferramenta apresenta dois *scripts* executáveis o *boot.sh* e *start.sh*, o primeiro responsável pelo nó de Boot (bootnode), o qual deve ser instanciado apenas uma única vez e apenas em uma máquina, e o segundo responsável pela instância de nós de aplicação e mineradores. As tarefas dos nós foram divididas para melhor observar as funcionalidades e tarefas executadas pelos nós da *blockchain*, de forma a tentar se aproximar de uma rede de múltiplas máquinas bem como veríamos com a rede em produção.

O processo executado por cada um dos *scripts* é basicamente o mesmo, com as diferenças apenas nas configurações necessárias para especialização de cada nó.

A Figura 4 mostra o fluxograma dos processos executados pelo usuário e pelos *scripts* ao iniciar cada nó componente da rede *blockchain*.

A seguir discutiremos mais a fundo o funcionamento e peculiaridade de cada um dos *scripts*.

```

"config": {
  "chainId": 1234,
  "homesteadBlock": 0,
  "eip155Block": 0,
  "eip158Block": 0,
  "eip150Block": 0,
  "eip100Block": 0,
  "byzantiumBlock": 0,
  "constantinopleBlock": 0,
  "petersburgBlock": 0,
  "istanbulBlock": 0,
  "ethash": 0
},
"nonce": "0x0",
"timestamp": "0x5F527aa",
"extraData": "0x",
"gasLimit": "0x2f000000",
"difficulty": "0x1",
"mixHash": "0x0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000",
"coinbase": "0x0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000",
"alloc": {
  "0x0200000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000": {
    "balance": "0x1000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
  },
  "0x0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000": {
    "balance": "0x1000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"
  }
},
"number": "0x0",
"gasUsed": "0x0",
"parentHash": "0x0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000"

```

Figura 3: Exemplo de um arquivo *genesis.json*

5.3 BootNode

Um passo importante para o correto funcionamento de uma rede privada conectada por vários nós e a definição de um nó central o qual os demais se ligaram. Nomeamos o *script* para criação deste nó como *boot.sh*.

Para a execução deste e dos próximos nós faz necessária a definição de alguns parâmetros referentes à conexão da rede. Todos os parâmetros estão definidos no início do *script* e podem ser editados ou passados por meio de *flags* na chamada de sua execução. Os parâmetros referentes ao nó do Boot e as *flags* utilizadas para alterar seus valores ao executar a função são:

- **VERSION (-v)**: Versão do arquivo binário do Ethereum a ser instalado.
- **NETWORKID (-n)**: Deve ser o mesmo valor do "chainId" presente no arquivo *genesis*.
- **BOOTDATADIR (-d)**: Pasta no computador em que os arquivos da rede serão armazenados. Por padrão: **\$HOME/.ethereum/private/boot**.
- **BOOTNODEKEY (-k)**: Um nó de inicialização pede uma chave hexadecimal e através dela será gerado um ID com um esquema de URL chamado "enode" para conexão de outros nós, deixamos esse valor pré-definido para podermos ter certeza da url de conexão que será utilizado pelos demais nós. Esse valor pode ser gerado pelo comando: **bootnode -genkey bootnode.key**.
- **BOOTNODEIP (-b)**: O IP da máquina em que será instanciado o bootnode.
- **BOOTNODEPORT (-p)**: A porta em que o boot node deverá expor à rede. Por padrão: **30301**.

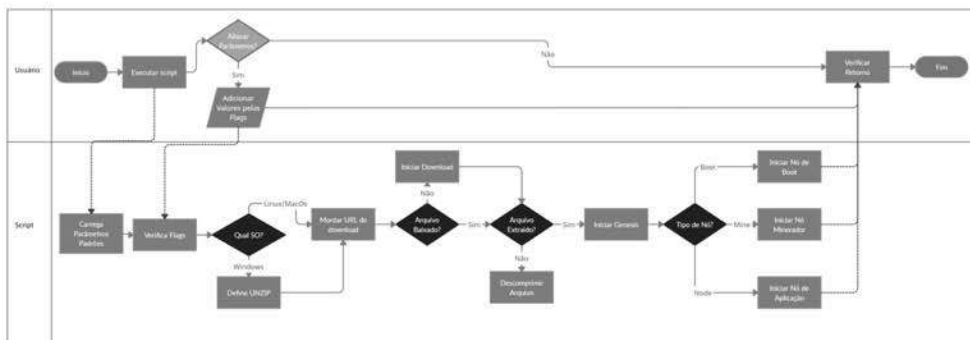


Figura 4: Fluxo geral dos scripts para iniciar um nó.

Depois de definidos os parâmetros, o script identifica qual o sistema operacional que está sendo utilizado e seleciona os comando adequados para baixar e descompactar, executar a rede, a Figura 5 mostra um exemplo deste trecho do script.

```

UNZIP="tar -xvzf" #comando para descompactar o arquivo binário (linha a mac)
if [[ "$OSTYPE" == "linux-gnu" ]]; then #verifica se é um sistema linux
    OS="linux"
    EXT="tar.gz" #extensão de arquivo binário
elif [[ "$OSTYPE" == "darwin*" ]]; then #verifica se é um sistema mac
    OS="darwin"
    EXT="tar.gz" #extensão de arquivo binário
else #caso não seja linux ou mac
    OS="windows" #caso não seja linux ou mac
    EXT="zip" #extensão de arquivo binário
fi
UNZIP="unzip" #modifica o comando para descompactar o arquivo binário
...
if [ -f "$FILEEXT" ]; then #verifica se é o arquivo já foi baixado
    echo "Arquivo encontrado"
else
    curl -O $URL #faz download do arquivo binário
fi
if [ -d "$FILE" ]; then #verifica se é o arquivo foi descompactado
    echo "Arquivo descompactado"
else
    $UNZIP $FILEEXT #descompacta o arquivo binário
fi
    
```

Figura 5: Comandos de para baixar o arquivo conforme o sistema operacional identificado

Em seguida, na Figura 6 temos o trecho do script responsável pelos comandos que executam o nó central.

```

#inicializar a cadeia com o bloco genesis
$FILE/genesis --dataDir=$DATA_DIR init genesis.json
#iniciar o bootnode da rede
$FILE/genesis --dataDir=$DATA_DIR --nodekeyhex=$BOOTNODEKEY --networkid $NETWORKID
--nat extip:$BOOTNODEIP --port $BOOTNODEPORT > boot.log
    
```

Figura 6: Comandos de execução do nó central

O primeiro comando gera o bloco inicial e o segundo inicia a rede com os parâmetros definidos anteriormente que será executado em background e guardando as saídas da execução no arquivo **boot.log**.

Ao executar o arquivo **boot.sh** por linha de comando, caso não seja passados nenhum argumento a rede será instanciada com todos os parâmetros padrões, dentre eles o que pode inviabilizar a utilização da rede, caso incorreto, é o IP da máquina, logo certifique-se que este parâmetro foi definido corretamente.

Exemplo da utilização do script **boot.sh** é exibido na Figura 7 abaixo.

```

./boot.sh #iniciar com todos os parâmetros padrões
./boot.sh -i 192.168.1.158 #iniciar alterando ip do bootnode
    
```

Figura 7: Comandos para iniciar o boot.sh

O trecho abaixo apresenta a saída esperada escrita no log, indicando que a rede foi inicializada e qual é o endereço de conexão (enode) de novos nós.

```

INFO [09-24|18:00:36.897] Started P2P networking self
=enode://4e87faaa0ed677c3ec389f3ac37f8b0e366876f73e72
764e3518031daca322768befb783be5c4aea4200f3439f4361571
e860c38776142094adc35913964096b@192.168.1.158:30301
    
```

Se estiver utilizando o sistema windows certifique-se que tenha instalado o git e execute os scripts através do terminal do wsl ou git bash. Uma forma mais rápida de utilizá-lo seria dentro da pasta dos scripts clicar com o botão direito do mouse e escolher a opção "Git Bash Here", ou abri-lo através do menu de programas

5.4 Nós de aplicação e mineração

Com o bootnode criado, podemos integrar à redes mais dois tipos de nós, o de aplicação (responsável por externar a API que será utilizado para inserção e consulta dos dados da **blockchain**) e outro nó para mineração dos dados enviados para serem inseridos na rede.

Para estes dois tipos de nós foi criado apenas um *script* sendo indicado qual o tipo de nó deseja ao iniciar o *script*. Dessa forma, a diferença no *script* para os dois tipos de nós é apenas os parâmetros indicados para execução da rede.

Os arquivos criados para este fim são o `start.sh` (*script* executável), `accountpassword` (contendo a senha da carteira a ser pré-alocada) e `privatekey` (chave privada da carteira pré-alocada). A senha e a chave privadas foram pré definidas por estarmos importando uma conta ao invés de criar uma nova, já que para pré-financiar uma conta devemos colocá-la no arquivo `genesis.json` antes de iniciarmos a rede.

Como no arquivo anterior, temos no início do arquivo a definição de parâmetros. Os parâmetros referentes a esses nós e as *flags* utilizadas para alterar seus valores ao executar a função são:

- **NODETYPE** (-t): Identifica o tipo de nó, aceita como valores: 'node' para um nó de aplicação, este definido por padrão, e 'mine' para um nó minerador.
- **OPERATIONTYPE** (-o): Aceita os comandos 'start' e 'stop' para, respectivamente, iniciar e para a rede *blockchain*.
- **MYNODEPORT** (-p): Porta em que será executada a rede no computador que está iniciando o nó. Por padrão: **30303**.
- **DATADIR** (-d): Pasta no computador em que os arquivos da rede serão armazenados. Por padrão: `$HOME/.ethereum/private/node`.
- **BOOTNODEIP** (-i): Deve ser o IP da máquina que está rodando o bootnode.
- **BOOTNODEID** (-b): Deve ser o id ("enode") gerado pela execução do bootnode, se não foi alterado o **BOOTNODEKEY** no `boot.sh` este valor já está configurado.
- **BOOTNODEPORT** (-r): Porta em que está sendo executado bootnode. Por padrão: **30301**.
- **NETWORKID** (-n): É o mesmo "chainId" do arquivo `genesis.json`.

Estes parâmetros podem ser alterados diretamente no *script* ou passado como argumentos em sua execução. Um exemplo é demonstrado na figura 8.

```
. /start.sh
./start.sh -t node
./start.sh -t mine -i 192.168.1.18
```

Figura 8: Comandos e parâmetros para iniciar a rede.

No primeiro comando iniciamos a rede com todos os parâmetros pré definidos, no segundo deixamos explícito que queremos iniciar um nó do tipo aplicação, e no último iniciamos um nó minerador indicando um outro valor para o IP do bootnode.

Quanto ao funcionamento do *script*, assim como no anterior após a definição dos parâmetros é identificado o sistema operacional e selecionado os comandos corretos. Em seguida é necessário iniciar a rede *blockchain* com o mesmo arquivo `genesis` do bootnode, e posteriormente o seguinte comando da Figura 9 serve para iniciar o novo nó e o conectando a rede já iniciada.

Neste comando podemos notar que comumente para os dois tipos de nó ao ser iniciados o argumento `-bootnodes` indica a url de

```
#NÓ DE APLICAÇÃO
$FILE/gets --datadir=$DATADIR --bootnodes "enode://$BOOTNODEID:$BOOTNODEIP:$BOOTNODEPORT" --networkid $NETWORKID --port $MYNODEPORT --verbosity=4
--rpc --rpcaddr "0.0.0.0" --rpcapi "eth,web3,net,admin,debug,personal"
--rpcorsdomain "*" --syncmode="full" $IPC console

#NÓ MINERADOR
$FILE/gets --datadir=$DATADIR --bootnodes "enode://$BOOTNODEID:$BOOTNODEIP:$BOOTNODEPORT" --networkid $NETWORKID --port $MYNODEPORT --verbosity=4
--syncmode="full" --gasprice "0" --etherbase $ADDRESSACCOUNT
--unlock $ADDRESSACCOUNT --password $ACCOUNTFILE --mine
--miner.threads 1 $IPC
```

Figura 9: Comandos para iniciar e conectar um novo nó a rede.

conexão a rede iniciada pelo bootnode e o `networkid` confirma que o ID de todos os nós são iguais para compartilhar as informações.

O que define que o novo nó será de aplicação são os argumentos `"--rpc --rpcaddr --rpcapi --rpcorsdomain"`, responsáveis pela configuração de um servidor responsável pela API de comunicação com serviços externos, dentre estas configurações temos quais as funções que serão liberadas pela API pelo argumento `--rpcapi` e quais endereços IP terão acesso a requisições com `--rpcorsdomain`.

O nó minerador tem como características principais os argumentos `"--etherbase $addressAccount --unlock $addressAccount --password $accountFile --mine"`. Indicando assim, qual o endereço da base de *ether* ou seja o endereço da conta mineradora bem como destravando a conta para realizar as transações e o argumento `--mine` para que já seja iniciada a tarefa de mineração ao iniciar o nó.

Abaixo temos a saída esperada do nó de aplicação quando iniciado, podemos notar que a última linha indica que o servidor HTTP foi ativado, característica existente apenas nesse tipo de nó.

```
INFO [09-24|18:10:56.117] HTTP server started
endpoint=127.0.0.1:8545 cors= vhosts=localhost
```

Enquanto no próximo trecho temos a saída esperada da execução de um nó minerador, este tem como característica o início do trabalho de mineração indicado pela saída "Commit new mining work".

```
INFO [09-24|18:15:13.672] Commit new mining work
number=1 sealhash="c8ecb8...6394dc" uncles=0 txs=0
gas=0 fess=0 elapsed="216.9s"
```

Para utilizar a ferramenta, basta acessar o repositório (https://github.com/meloflavio/private_etheruem_scripts) o qual estão descritos o seu funcionamento e apresenta um vídeo tutorial demonstrando sua utilização.

6 DISCUSSÕES

O desenvolvimento deste trabalho tinha o objetivo de apresentar um produto educacional destinado àqueles que pretendem iniciar seus estudos práticos na área do *blockchain*. Foram desenvolvidos *scripts* e um tutorial para a criação de um ambiente completo de uma rede Ethereum. Com estes *scripts* não só o ambiente é construído

como também é apresentando uma parte teórica sobre os conceitos necessários para criar uma cadeia de blocos.

Dessa forma, este trabalho pode ser utilizado para introduzir o conceito de *blockchain* bem como explicar seu funcionamento e detalhes necessários para sua configuração resultando em uma aula prática na qual o aluno poderá construir sua própria rede *blockchain*, exemplificando também um sistema distribuído. Todavia, um maior aprofundamento no básico da tecnologia *blockchain* é desejável, pois os conceitos apresentados estão concentrados apenas na estrutura do bloco.

Uma aula de Segurança em Tecnologia da Informação, por exemplo, seria interessante também ser apresentada a criptografia empregada na rede *blockchain* como uma técnica de proteção para comunicação segura. Já em aulas sobre Banco de Dados, pode-se fazer um paralelo entre as duas tecnologias para indicar as diferenças e em que situação devemos utilizar cada uma dessas tecnologias. Neste sentido, a análise do *script* pode abordar conceitos de outras disciplinas, o *script* como um todo é um bom exemplo de algoritmo podendo ser utilizado em aulas como Introdução a Programação e Algoritmos, por exemplo as verificações do sistema operacional, se o download ou descompressão do arquivo já foram executadas podem demonstrar o funcionamento de estruturas de seleção.

Em aulas de Sistemas Operacionais fazendo uso do *script* pode-se abordar chamadas de sistema, explicar o que são processos, seus estados, execução em primeiro e segundo plano e o que os diferencia dos programas. Detalhes como o redirecionamento de portas, o servidor HTTP do nó de aplicação e as permissões de acesso à API da *blockchain* poderão também ser utilizados nas disciplinas que abordam configurações de redes.

A primeira versão deste *script* foi utilizada durante uma aula de Computação e Sociedade, disciplina do primeiro semestre do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Tocantins, nesta aula foram apresentados cada um dos passos de execução do *script* e os conceitos envolvidos a fim de explanar novas tecnologias e abrir uma troca de informações com os conceitos familiares aos alunos. Neste caso, o maior resultado dessa experiência não é necessariamente o resultado do *script*, mas a exposição de todas as áreas de estudos envolvidas em sua execução que possibilita o debate de todas as possibilidades que a computação nos traz.

Durante a apresentação, os alunos e o professor da disciplina puderam discutir cada um dos conceitos apresentados utilizando o *script*, os alunos puderam identificar de uma forma prática a utilização de diversas disciplinas que eles estudarão no decorrer de seu curso de graduação, nesta perspectiva diversos alunos interagiram com perguntas e comentários que demonstravam seus interesses e alguns conhecimentos básicos sobre cada um dos conceitos apresentados, de uma forma orgânica ocorreram debates mais aprofundados sobre os assuntos que os alunos demonstravam maior interesse.

Ao final da aula, alguns dos alunos continuaram discutindo sobre a apresentação, solicitando algumas dicas e materiais sobre as disciplinas que mais lhes chamaram a atenção. Neste momento, foi possível observar também que a apresentação despertou a curiosidade sobre algumas novas possibilidades oferecidas pela tecnologia *blockchain*.

Desse modo, a apresentação dos *scripts* nesta aula serviu não apenas para demonstrar a criação de uma rede de *blockchain*, mas também para ensinar alguns dos conceitos básicos das disciplinas

envolvidas no desenvolvimento dos *scripts*, além disso a apresentação despertou o interesse dos alunos em se aprofundarem nestas disciplinas demonstradas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, este produto educacional, ou recurso didático, pode ser utilizado por outros professores em sala de aula para apresentarem o comportamento de rede *blockchain* na prática e discutir os demais conceitos envolvidos. Além disso, o material pode auxiliar as pessoas que estão estudando por conta própria na criação de suas redes *blockchain* privadas iniciais na plataforma Ethereum, já prontas para interação com outros sistemas.

Além dos produtos já descritos neste trabalho, espera-se que este trabalho continue a evoluir, já estão em desenvolvimento para próximas etapas a implantação de exemplos de contratos inteligentes e um tutorial para compor este produto educacional. Essa e outras atualizações serão incorporadas ao repositório no GitHub.

REFERÊNCIAS

- [1] Tesnim Abdellatif and Kei-Léo Brousmiche. 2018. Formal verification of smart contracts based on users and blockchain behaviors models. In *2018 9th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)*. IEEE, 1-5.
- [2] Andreas M Antonopoulos. 2014. *Mastering Bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies*. O'Reilly Media, Inc.
- [3] Eduardo Fernandes Barbosa and Dácio Guimarães de Moura. 2013. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac* 39, 2 (2013), 48-67.
- [4] William N Bender. 2012. *Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st century*. Corwin Press.
- [5] Bertony Bornelus, Hongmei Chi, and Hossain Shahriar. 2019. A Novel Framework to Teach Hands-on Laboratory Exercises in Blockchains. (2019).
- [6] Jiin-Chiou Cheng, Narn-Yih Lee, Chien Chi, and Yi-Hua Chen. 2018. Blockchain and smart contract for digital certificate. In *2018 IEEE international conference on applied system invention (ICASI)*. IEEE, 1046-1051.
- [7] DANIEL G COSTA. 2010. *Administração de redes com scripts: Bash Script, Python e VBScript*. Brasport.
- [8] Antonio Sávio da Silva Pinto, Marilene Rodrigues Pereira Bueno, Maria Aparecida Félix do Amaral, Milena Zampieri Sellmann, Sônia Maria Ferreira Koehler, et al. 2012. Inovação Didática-Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com "peer instruction". *Janus* 9, 15 (2012).
- [9] Edna de Almeida Rodrigues and Adriana Maria Procópio de Araújo. 2007. O ensino da contabilidade: aplicação do método PBL nas disciplinas de contabilidade em uma instituição de ensino superior particular. *Revista de Educação* 10, 10 (2007).
- [10] Wenliang Du. 2011. SEED: hands-on lab exercises for computer security education. *IEEE Security & Privacy* 9, 5 (2011), 70-73.
- [11] Luiz Otávio Ramos Gavaza, Lais do Nascimento Salvador, and David Moises Barreto dos Santos. 2017. Uma experiência de aplicação de uma abordagem baseada em problemas no ensino de teoria da computação em sala de aula tradicional. In *Anais do XXV Workshop sobre Educação em Computação*. SBC.
- [12] Marco Iansiti and Karim R Lakhani. 2017. The truth about blockchain. *Harvard Business Review* 95, 1 (2017), 118-127.
- [13] Paola YB Ogawa Letouze, Patrick Letouze, JIM de Souza Junior, Bruna Laisy C Everton, Denise S Araujo, and Gentil Veloso Barbosa. 2020. Court-Ordered Government Debt Payment in Brazil: Perspectives for Blockchain Technology. *International Journal of Social Science and Humanity* 10, 4 (2020).
- [14] Xiuping Lin. 2017. Semi-centralized Blockchain Smart Contracts: Centralized Verification and Smart Computing under Chains in the Ethereum Blockchain. *Department of Information Engineering, National Taiwan University, Taiwan, ROC* (2017).
- [15] Satoshi Nakamoto and A Bitcoin. 2008. A peer-to-peer electronic cash system. *Bitcoin -URL: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf* (2008).
- [16] Solomon Negash and Dominic Thomas. 2019. Teaching Blockchain for Business. In *2019 IEEE Canadian Conference of Electrical and Computer Engineering (CCECE)*. IEEE, 1-4.
- [17] Benedikt Notheisen, Jacob Benjamin Cholewa, and Arun Prasad Shamugam. 2017. Trading real-world assets on blockchain. *Business & Information Systems Engineering* 59, 6 (2017), 425-440.

- [18] Eduardo Oliveira and Angilberto Freitas. 2020. Os porquês da tecnologia blockchain ainda não ter sido popularizada: um ensaio teórico. *Revista Gestão & Tecnologia* 20, 1 (2020), 332–343.
- [19] Michael Orey. 2010. *Emerging perspectives on learning, teaching and technology*. CreateSpace North Charleston.
- [20] A Ravishankar Rao and Riddhi Dave. 2019. Developing hands-on laboratory exercises for teaching STEM students the internet-of-things, cloud computing and blockchain applications. In *2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*. IEEE, 191–198.
- [21] Henrique Martins Rocha and Washington de Macedo LEMOS. 2014. Metodologias ativas: do que estamos falando? Base conceitual e relato de pesquisa em andamento. *IX Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Comunicação, Resende, Brazil: Associação Educacional Dom Boston* 12 (2014).
- [22] John R Savery. 2015. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows* 9 (2015), 5–15.
- [23] Célia Maria Piva Cabral Senna and Graziela Mié Peres Lopes. [n.d.]. Aprendizagem baseada em projetos como forma de inclusão. ([n. d.]).
- [24] Elianny Sousa Silva, Brenda Jamille Costa Dias, João Lucas Moraes Souza, and Mariana Souza de Lima. 2019. Aprendizagem baseada em problema aplicada no ensino de urgência e emergência na enfermagem: um relato de experiência/Learning based on a problem applied in emergency and nursing education in nursing: an experience report. *Brazilian Journal of Health Review* 2, 4 (2019), 2525–2529.
- [25] José Itamar Souza Junior, Denise Sampaio de Araujo, Gentil Veloso, and Patrick Letouze. 2019. An international accreditation system for healthcare professionals based on blockchain. *International Journal of Information and Education Technology* 9, 7 (2019), 462–469.
- [26] Brasil Tribunal de Contas da União. 2020. Levantamento da tecnologia blockchain. (2020). <https://portal.tcu.gov.br/levantamento-da-tecnologia-blockchain.htm>

Apêndice 6 - Impact Analysis of sisu at the Federal University of Tocantins



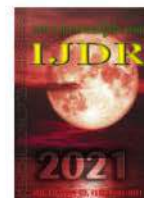
ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research
Vol. 11, Issue, 02, pp. 44756-44762, February, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.21166.02.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

IMPACT ANALYSIS OF SISU AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF TOCANTINS

Flávio Fernandes De Melo, Carlos Eduardo Alves Cavalcante, Patrick Letouze Moreira,
Andreas Kneip and *José Itamar Mendes De Souza Júnior

Universidade Federal do Tocantins, Palmas - TO, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11th December, 2020
Received in revised form
25th December, 2020
Accepted 17th January, 2021
Published online 28th February, 2021

Key Words:

SISU; ENEM, Entrance Exam,
Applied Statistics.

*Corresponding author: José Itamar Mendes
De Souza Júnior

ABSTRACT

This work aims to analyze the possible impacts of using the Unified Selection System (SiSU) at the Federal University of Tocantins. Thus, statistical and comparative research was carried out, using data generated from 2008 to 2018. Through statistical data, it was possible to compare results from the use of SiSU and the selection process previously used by the university.

Copyright © 2021, Flávio Fernandes De Melo et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Flávio Fernandes De Melo, Carlos Eduardo Alves Cavalcante, Patrick Letouze Moreira, Andreas Kneip and José Itamar Mendes De Souza Júnior. "Impact Analysis of SiSU at the Federal University of Tocantins". *International Journal of Development Research*, 11, (02), 44756-44762.

INTRODUCTION

The proposal to create a Unified Selection System (SiSU) aimed, according to the Ministry of Education (MEC) (BRAZIL, 2010b), to achieve greater democratization of opportunities for access to higher education institutions (HEIs) in the country. In this same direction, Nogueira *et al.* (2017) state that the use of SiSU should supposedly produce at least three initial advantages, namely:

- The reduction of the operational costs of the selection processes, which until then were carried out individually by each institution;
- Greater efficiency in filling vacancies, with an increase in the number of possible candidates; and,
- Increase social inclusion, making it possible for the poorest to apply for any vacancy at participating institutions at no additional cost, or the need to travel to take tests in other cities.

In this context, some studies were carried out to analyze the impacts of SiSU, Santos (2011) observed that after the adoption of SiSU at the Federal University of Recôncavo da

Bahia (UFRB), there was a considerable increase in the number of applicants and in the rate of filling in vacancies. Gómez and Torres (2015) identified in their research the reduction of dropout in engineering courses at the Campus Medianeira of the Federal Technological University of Paraná (UTFP). In another research on the topic, Barbosa *et al.* (2017), using binomial statistical tests, found significant variations in the dropout rates at the University of Uberlândia, when analyzing areas of knowledge separately, the author identified, for example, a significant increase in the dropout rate of Exact Sciences and Terra, on the other hand, identified a reduction in the dropout rate in the areas of Human Sciences, Linguistics, Letters and Arts. In turn, Li and Chagas (2017) studied, using data from ENEM from 2009 to 2014 and data from ENADE (National Higher Education Examination) of the years 2007 and 2008, the effects of SiSU on student migration and dropout nationwide. The study was determined through mathematical models that show that the use of the SiSU would increase the likelihood of interstate migration while reducing intra-state migration. Furthermore, according to the authors, the probability of evasion in the first year would also increase by 4.5% with the use of SiSU.

Therefore, the papers cited showed different possibilities, aspects, and impacts of the application of SiSU in each of the federal universities that were studied. Hence, this plurality of possibilities encourages the need to study the effects of SiSU in other universities that adhere to the Unified Selection System proposed by MEC. Thus, it is relevant to assess the impact of SiSU at the Federal University of Tocantins (UFT). Currently, approximately 3,300 vacancies are offered by UFT, distributed in classes of 53 undergraduate courses in its 7 campuses. From 2004 to 2015, the university admission process of students was carried out by the Permanent Selection Committee (COPESE), managed by the university itself. In 2010, in Ordinance No. 2 of the MEC (BRAZIL, 2010a), the use of the National High School Examination Notes (ENEM) was instituted, as a basis for the selection processes of public HEIs in the country. For this, SiSU was created, with national coverage, which allowed interested institutions to replace their individualized selection processes. UFT initially allocated only part of its vacancies to SiSU, maintaining the application of the entrance exam conducted by COPESE, its main selection process. The number of places available for SiSU has been systematically changed since 2010 until reaching the total number of places in 2015, remaining so until 2018.

Given the above, this work aims to verify the possible impacts of the adoption of SiSU by UFT. In pursuit of this purpose, statistics were generated and analyzed for data produced between the years 2008 and 2018. This period includes the implantation and use of SiSU, as the main university selection process.

METHODOLOGICAL ASPECTS

In order to carry out the evaluation of the impacts of SiSU at UFT, the data provided by the institution itself will be used, in order to generate evidence that supports conclusions or that leads to further in-depth studies. Thus, in this methodological path, the defined process will be presented to seek to answer whether the adoption of SiSU was a correct decision or not. In this work, the proposal of Santos (2007) was adopted, that is, for a statistical study to produce reliable results, it is necessary to fulfill some essential steps: problem identification, planning, data collection, presentation of information, its analysis and interpretation. Based on these steps, this work analyzes some statistics impacted by the adoption of SiSU by UFT. Aspects such as age, sex, dropout rate by type of selection process, and the entry of academics from other states were analyzed.

In particular, in this work, a special focus was given to new students through the university's affirmative action system. These actions were defined by UFT through resolutions No. 3A / 2004 (CONSEPE, 2004) and No. 14/2013 (CONSUNI, 2013), which instituted the reservation of vacancies for self-declared indigenous and quilombola candidates, respectively. Following the definition of the problem, the raw data was collected and organized. All data studied were requested from the Dean of Undergraduate Studies, which provided a general report of the information used for the academic census. This report was processed and imported into a database, so that the records were organized and grouped year by year, from 2008 to 2018. After obtaining and organizing, the data were then exported in a table format, to facilitate computational processing using algorithms in Software R. The R is a language and environment for statistical computing that offers a wide variety of techniques and graphics (R

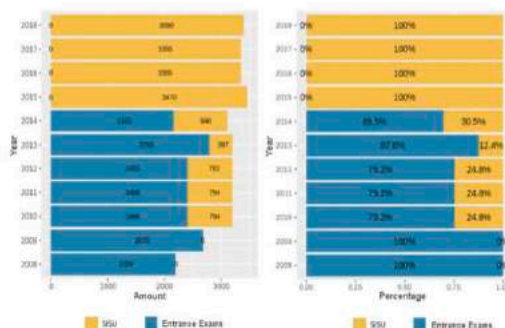
DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018). With the aid of R, some metrics were calculated to allow the analysis of the information. Among the statistics generated, basic measures were used, such as: minimum, maximum, and average values. In addition, the standard deviation was determined as a measure of dispersion, whose utility, as described by Feijoo (2010), is to find a value that summarizes the variability of a data set, describing the degree of dispersion around a central position. In the last step, after the data processing has been completed and all predetermined statistics have been calculated, the results have been compiled and presented in a graphic format, facilitating visualization and understanding, which are analyzed and discussed in the following sections.

DATA ANALYSIS

In this section, we seek to separately analyze each of the statistics that have been generated regarding the impacts of using SiSU at UFT. In the following subsections, the availability of vacancies, the rate of filling vacancies, the number of calls per process, the age of the freshmen, sex, the origin of the freshmen, and data on the dropout rate of UFT students were analyzed.

Vacancy: The vacancies offered by SiSU in 2013 were reduced to almost 12.5%, maintaining this value until the first semester of 2014. For the second period of 2014, the number of vacancies for SiSU has changed again, this time to 50%, which determined a final annual rate of 30.5% in the aggregate of the two semesters. In 2015, 100% of undergraduate courses were allocated to SiSU, which became the university's main selection process. The total availability of places for SiSU remained until 2018.

It is important to note that, due to the non-filling of all vacancies even after making extra calls to the waiting list, as of 2015, the use of Complementary Selective Processes (PSC) was instituted for the remaining vacancies. The PSCs performed by UFT, also use the grades obtained in the ENEM test. However, these processes were entirely managed by the institution itself. Figure 1 presents graphs that represent the distribution of vacancies offered for the selection processes: own entrance exam and SiSU. In the years 2008 and 2009, the UFT selection process was exclusively the entrance exam. In 2010, SiSU started to be used as one of the selection processes, providing almost 25% of the total vacancies, with the same rate remaining until 2012.

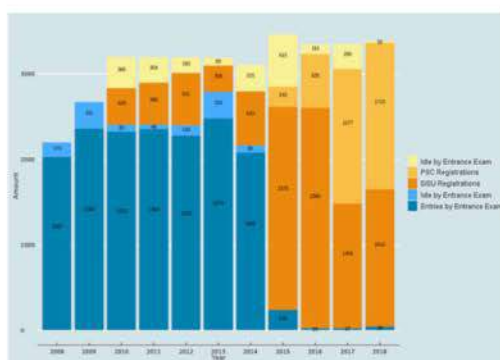


Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 1 – Vacancies by Ticket Form.

Annual Registration: In 2008 and 2009, the entrance exam was the only selection process, registering vacancy filling rates of 92.1% and 88.4% respectively. In 2010, already with the use of SiSU, 96.5% of the places destined for the entrance exam were filled, while the occupation of the places destined for SiSU was only 53.9%. In 2011, the entrance exam filling rate rose to 98.0%, in the same year the SiSU occupancy rate increased slightly, ending the year at 61.7%. The occupancy rates for the entrance exams and SiSU in 2012 were 94.8% and 76.9%, respectively. In 2013, there was a significant reduction in the number of places available for SiSU. However, the percentage of SiSU vacancies that were filled this year remained at the same level as the previous year, at 77.6%. Conversely, with a greater offer of vacancies this year, the percentage of occupation by the entrance exam fell to 88.7% of the total. After further changes in the vacancies offered by UFT's selection processes, in 2014 the occupation of vacancies from SiSU decreased to 66.8%.

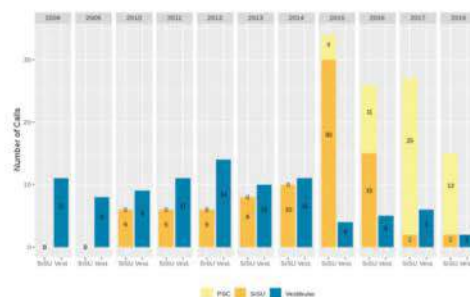
In turn, the occupation of vacancies offered by the entrance exam had significant growth, representing 96.3% of the vacancies offered for this process. As of 2015, the institution began to make the vacancies available to SiSU in full. However, even after some extra calls and the use of the PSC, the occupation of vacancies was low, registering 75.4%. Considering only the filling of vacancies by SiSU, the rate was only 68.4%. In the years 2017 and 2018, The UFT made only the regular call and one call from the SiSU waiting list, leaving all vacancies that remain idle in charge of the PSCs, making the number of enrolled by the latter more expressive than in fact by SiSU. In relation to 2017, we have 42% enrolled through the SiSU process, 45.5% through PSCs, and 8.4% idle vacancies. At the end of 2018, the total number of enrollments by PSCs registered an increase again reaching 49.4% of the total vacancies, against 46.4% of SiSU, thus we have the lowest vacancy rate registered in the analyzed periods, 0.7% of vacancies offered. It is also worth mentioning that, in addition to the use of several PSCs, there were some "extras entrance exams" and vacancy rescheduling processes, courses with lower demands for others with more waiting candidates, which also helped to reduce the number of vacant vacancies in these last few years. the full use of SiSU. Figure 2 shows a graph showing the status of the vacancies that were offered by UFT. The data were grouped separately for the entrance exam, SiSU and PSCs. The idle vacancies of SiSU and PSCs were grouped because they are the same vacancies.



Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 2. Status of vacancies by school year

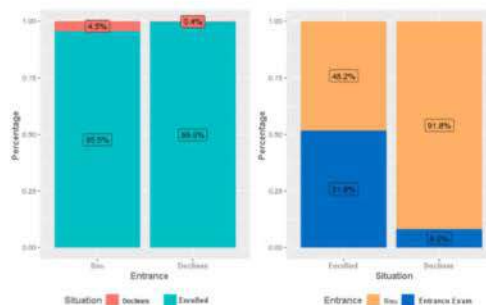
Quantity of Calls: In the analyzed period, there was a significant increase in the number of calls and complementary processes. From the information in Figure 3, it can be seen that the number of calls from the entrance exam changes little. There were small fluctuations until 2015, falling from this year onwards since only vacant vacancies were offered in classes that had already started. In the case of SiSU, until 2014 the number of calls was less than the number of calls from the entrance exam "vestibulares". With the use of SiSU as the main means of entry, it was necessary to significantly increase the number of calls to fill the vacancies offered. The number of SiSU calls went from 10 in 2014 to 30 in 2015 with 4 extra calls coming from PSCs, decreasing over the years, reaching the lowest level in 2018 with 2 calls to the SiSU national process and 13 other calls made by PSCs. It is also observed that, with the strategy of making only two calls from students from the process conducted by the MEC, the PSC becomes the process with the highest number of calls.



Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 3. Number of Calls per Entry Process

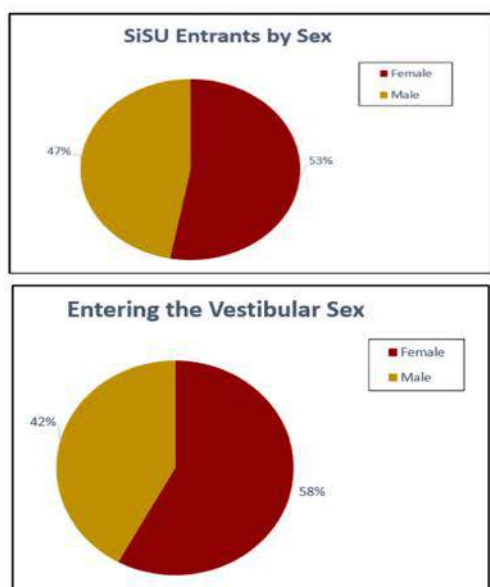
Declinants: Another aspect analyzed was the number of students who, although enrolled, for some reason gave up their places at the university before the effective start of the course and requested the cancellation of their enrollment. In this case, the university automatically cancels enrollment and classifies them as declining. The graphs in Figure 4 show the relationship between total enrolled and declining students from 2008 to 2018 grouped by the selection process. It is possible to identify that the percentage of declines in the institution is less than 5%. However, most of the declines in the analyzed period were selected through SiSU, representing 91.8% of the total.



Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 4. Relationship between declining and enrolled students by admission process

Sex of Members: Analyzing the data on the sex of the students who entered UFT, during the studied period. It was identified in the graph in Figure 5 that the number of female entrants exceeds the number of males in both forms of selection. The female sex represents 53% of those entering SiSU. Regarding the entrance exam, this percentage rises to 58% of newly enrolled students. It is important to emphasize that the database currently used is not fully adapted to consider new concepts on gender identity. For this reason, the analysis was restricted to the two basic genres already mentioned.



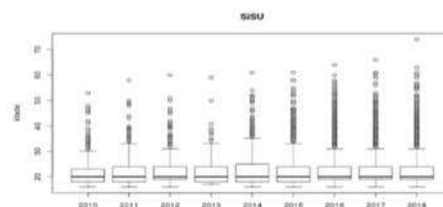
Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 5. Enrollments grouped by gender

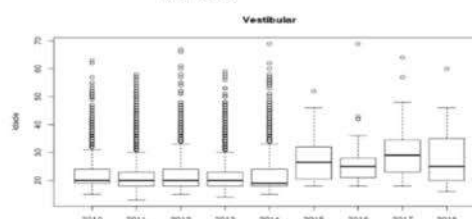
Age of Members: In order to perform a better analysis of the age of the freshmen, it was decided to consider only the period from 2010 to 2018, to allow a year-to-year comparison between the forms of selection studied. Also, the outliers of each sample were disregarded in order not to influence the efficiency of the analyzes. Therefore, the box diagram presented in figures 6(a) and 6(b) was used, which facilitate understanding. Considering only students selected by the entrance exam, in Figure 6 (b), there was a greater variation in the mean and in the age deviations.

Initially, the values found remained close to those of SiSU, with an average of 22 years and a maximum of 31 years. From 2015, the values fluctuated more, reaching the maximum age of 48 years in 2017. At the end of 2018, we found an increase in the average to 28 years and a 9.7 standard deviation. Analyzing the entrance exam data, there is a smaller number of outliers compared to SiSU.

State of Origin of Academic: One of the great advantages that should be obtained by using SiSU would be the increase in academic mobility in the country. This was one of the main forecasts of the MEC, which were contained in the proposal submitted to the National Association of the Directors of Federal Institutions of Higher Education (ANDIFES), in 2010 (BRASIL, 2010b).



(a) SiSU



(b) Vestibular

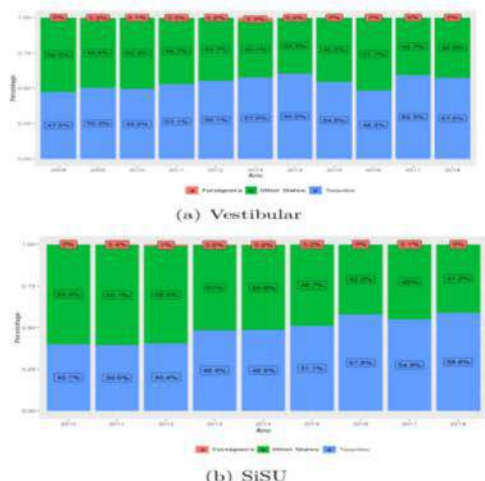
Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 6. Age distribution by admission process

Given this assumption, we seek to verify the real influence of SiSU on the statistics of the naturalness of UFT students. In this study, only interstate migration was analyzed, not considering mobility between municipalities in the state itself. When analyzing the graph in Figure 7 (a), it can be seen that the total number of students from the state itself remained almost always higher than students from other states. Only in the years 2008, 2010 and 2016, students from other states surpassed the total of Tocantins. Despite this, the number of non-Tocantins who entered the university entrance exam remained very expressive, always above 39%. The total number of foreigners selected, in turn, remained low, with the exception of 2013, which registered 2.3%.

The graph in Figure 7 (b) indicates that in the initial years of using SiSU, the MEC's forecast for increasing academic mobility came to fruition. In the period between 2010 and 2014, the total number of students from other states exceeded the number of students from the Tocantins, at a higher rate than that found in the numbers related to the entrance exam. However, from 2015 onwards, the number of new entrants from the Tocantins began to exceed the total number of students from other states, a different behavior than expected with the use of SiSU. The number of foreign students selected through SiSU represented a tiny portion of those entering, almost always being below 1% of the total. In general, the academic community at UFT, whether selected via entrance exam or SiSU, remains very diverse.

The number of non-Tocantins students selected, remains significant in the institution, since more than 39% of all students selected in the analyzed period, were not born in the state. However, the use of SiSU did not have a permanent impact on general academic mobility related to UFT.



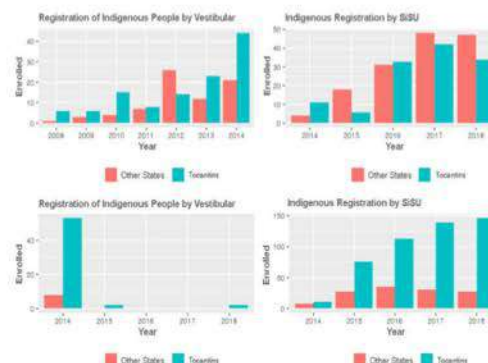
Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 7. Grouping of Origin of Enrolled Persons

Affirmative Actions: The main affirmative actions developed by UFT are the reservation of vacancies for indigenous and quilombola candidates. For this reason, special attention was paid to the analysis of the impact of SiSU, in relation to the origin of the newcomers by these actions. The data obtained are compiled in the graphs shown in Figure 8. In detail, the reservation of places for indigenous students began in 2003. During the period studied, most of the indigenous people entering through the entrance exam were from the Tocantins. Only in 2012, the total number of students from outside the state surpassed the number of Tocantins. In contrast, with the use of SiSU, indigenous students from other states had greater access to UFT vacancies. The number of non-Tocantins students surpassed the total number of local students entering SiSU, in most years analyzed, with the exception of the years 2014 and 2016, demonstrating that in the case of indigenous candidates, SiSU represented greater access of students from other states to places reserved by UFT.

In turn, the reservation of places for quilombola students began in 2014, the last year before the use of SiSU as the main means of selection. In this way, the numbers related to the entrance exam after 2014, consider only quilombolas entering through the extra-entrance exam for vacant vacancies, which explains the low number represented in the graph, and all of them being of the Tocantins. However, in relation to students entering through SiSU, it is possible to verify that the total number of quilombola students from the Tocantins always remains well above those from other states. Of the selected, the students' quilombolas born of Tocantins represented 79% of the total quilombolas registered by SiSU, against 21% in other states. However, despite remaining below the total number of Tocantins, the number of quilombolas from other states had a considerable increase in relation to those selected by the entrance exam, from 8 candidates approved in the 2014 entrance exam to an average above 25 with the use of SiSU.

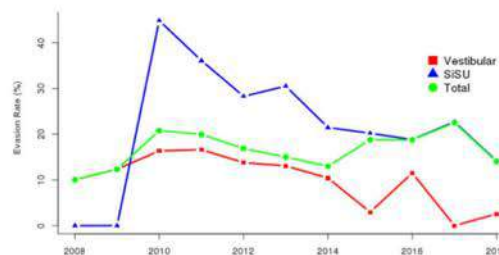
Evasion: A negative consequence of using SiSU as a means of entry is the possible increase in evasion, as determined by Li and Chagas (2017).



Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 8. Grouping of enrolled origin (affirmative actions)

The evasion of new students by SiSU appears to be associated with student migration and strategic behaviors, for example, the possibility of selecting other universities as a second option during enrollment at SiSU. To verify if this effect reached UFT, Figure 9 that shows the survey of students who gave up their enrollment at the institution, in the same year they entered. From the graph, we see that in the years 2008 and 2009, when the SiSU had not yet been implemented, the dropout rate represents an average of 11.21% of the total enrolled. In 2010 the dropout of enrolled students, selected by SiSU, registered a rate of 44.9%, raising the total dropout rate to 20.8%. Despite the beginning with such a high rate, over the years it was gradually reduced until 2012, when it obtained a rate of 28.3%, however, remaining quite high. In 2013, the evasion rate at SiSU had a slight jump to 30.5%, but since it represented only 25% of the vacancies available, the total evasion did not suffer major changes, decreasing by 1.9%, since the entrance exam, with greater weight over this year's rate, had a drop of 0.7% in its evasion rate.



Source: Authors' elaboration based on data from PROGRAD, UFT, 2019.

Figure 9. Comparison between dropout rates by entry mode

2014 was initially marked by a decrease in the number of vacancies offered by SiSU in the first semester and an increase in the second. The dropout rate was still higher than the entrance exam, about 21.5% against 10.4% in the annual aggregate. Total evasion, however, declined slightly reaching 13%, as a result of the 9.0% drop in SiSU evasion in relation to the previous year. From 2015 to 2017, with the adoption of 100% of vacancies by SiSU, the dropout rate is basically not affected by new entrants through the entrance exam, since the same is done only to fill idle vacancies.

Thus, the total dropout rate is basically represented through the SiSU, going up to 18.8% and continues to gradually rise until reaching 22.5% in 2017. However, in 2018 the total number of dropout students is calculated at 14, 0%, which represents a decrease of 8.5% compared to the previous year. In comparison to the effect of SiSU on the total dropout rate over the years, we can observe that regardless of the number of vacancies offered by this form of selection, there was an increase in the total dropout rate. According to the numbers surveyed, in the analyzed period, the average dropout rate from the entrance exam (disregarding the years without selection processes) was 13.0%. SiSU, in turn, had an average rate of 26.4% of dropout students. With the use of SiSU, UFT's average total evasion rate rose to 16.6%, resulting in an increase of 3.65% overall, close to that estimated by Li and Chagas (2017) in their article, of 4,5 percentage points.

FINAL CONSIDERATIONS

One of the impacts of the adoption of SiSU at UFT was the low filling of vacancies offered in the process, which demanded the need to make multiple calls, raising this amount significantly. However, even with the high number of calls, it was still necessary to create and use complementary selection processes in addition to the relocation of vacancies, which generates an additional cost and effort on the part of the university management, not fulfilling one of the objectives intended by SiSU the reduction of operating costs. Another unwanted effect by SiSU, was the increase in the number of declining students related to this process, more than 90% of the total declining students in the studied period were students selected by SiSU. Regarding the characteristics of the freshmen, it is observed that the profile of the students, little changed, given the use of SiSU. It was identified that the average age and the general number of enrolled grouped by sex did not suffer any relevant impacts. Although they did not impact the average age, there was a small increase in the number of older people who joined through SiSU. When analyzing the academic background, it is noteworthy that the share of freshmen from other states has always been quite significant. With the implementation of SiSU, during the first three years, the representativeness of these students grew as an expected consequence of adopting a nationwide process. However, this effect has diminished over the years, demonstrating a temporary impact on the institution. In turn, the migration of students using affirmative actions has had a greater impact due to the adoption of SiSU, enabling a considerable increase in the access of these students to UFT. In the case of indigenous people, students from outside the state started to represent more than half of those selected in the modality referring to this affirmative action by SiSU. Similarly, access to UFT vacancies for quilombola students from other states has increased significantly with the use of SiSU as a selection process, practically tripling the number of quilombola students from other states at UFT. Regarding the permanence of academics, since the implantation of SiSU as a selection process, there was a relationship between the form of admission used and a higher dropout rate.

In this sense, although we cannot determine that it is the only cause, since the implantation of SiSU, the evasion rate of the institution increased, principally after 2015 when 100% of vacancies were allocated to SiSU. Despite some positive impacts with the use of SiSU, such as increasing the inclusion of indigenous and quilombola students from other states and

the initial reduction in the costs of the selection process, some other impacts proved to be quite negative. The reduction in initial costs is overcome by the need for several calls, complementary processes, and relocation of vacancies, thus requiring a great effort to fill the vacancies offered by the institution. The considerable increase in dropout in the first year together with the growth in the number of declines related to SiSU also testify against the effectiveness of the process. These facts maybe some of the motivators for the institution to take the entrance exam again in 2019, reserving only 50% of the places in undergraduate courses for SiSU, seeking to reduce the negative impacts while maintaining the benefits obtained. Thus, it is concluded that the use of SiSU as the only form of admission was not successful as expected, and it is still interesting to be used as a complementary process, making the form of admission of the institution a little more comprehensive. As future work, the mentioned impacts can be further investigated using, for example, individual studies by courses or areas of knowledge. In this way, we could identify a possible occurrence of the Simpson paradox (also known as the reversal paradox or Yule-Simpson effect), which according to Mheen and Shojania (2014) refers to an association or effect found in several subgroups, but which is canceled or reversed when data from these groups are aggregated. The use of new variables can generate situations similar to the results of Barbosa *et al.* (2017) that may differ from the results initially found in this work. For this reason, it is pertinent to deepen the studies carried out to obtain a more precise analysis of the results found.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, J. P. G. *et al.* 2017. A adoção do sisu e a evasão na universidade federal de Uberlândia (*The adoption of the system and evasion at the Federal University of Uberlândia*). Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v. 12, n. esp., p. 722–738.
- Brasil. 2010. Ministério da Educação (*Ministry of Education*). Portaria normativa nº 2, de 26 de janeiro de 2010 - dispõe sobre o sistema de seleção unificada - SiSU (*Normative Ordinance N° 2, of January 26, 2010 - provides for the unified selection system - SiSU*). Diário Oficial da União.
- Brasil. 2010. Ministério da Educação (*Ministry of Education*). Proposta à Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (*Proposal to the National Association of Managers of Federal Institutions of Higher Education*). p. 1, 2010. Disponível em: <[Http://Portal.Mec.Gov.Br/Index.Php?Option=Com_Content&View=Article&Id=13318&Itemid=310](http://Portal.Mec.Gov.Br/Index.Php?Option=Com_Content&View=Article&Id=13318&Itemid=310)>.
- Consepe, C. 2004. Resolução do conselho de ensino, pesquisa e extensão - CONSEPE nº 3a/2004 (*Resolution of the teaching, research and extension council*) - Aprova a implantação do sistema de cotas para estudantes indígenas no vestibular da Universidade Federal do Tocantins - UFT (*Approves the implementation of the quota system for indigenous students in the entrance exam of the Federal University of Tocantins*). Boletim Interno UFT.
- Consuni, C. U. 2013. Resolução do conselho universitário - Consuni nº 14/2013 (*University Council Resolution*) - Dispõe sobre a implantação do sistema de cota para os quilombolas em todos os cursos de graduação da Universidade Federal do Tocantins - UFT (*Provides for the implementation of the quota system for quilombolas in all*

- undergraduate courses at the Federal University of Tocantins). Boletim Interno UFT.
- Feijoo, A. M. L.C. 2010. A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação [online] (*Research and statistics in psychology and education*). Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 109p. ISBN: 978-85-7982-048-9. Disponível em: SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.
- Gómez, M. R. F., Torres, J. C. Discutindo o acesso e a permanência no ensino superior no contexto do sisu - sistema de seleção unificada (*Discussing access and permanence in higher education in the context of SiSU - unified selection system*). ORG & DEMO, v. 16, n. 1, p.69-88, 2015.
- LI, D. L., Chagas, A. L. S. 2017. Efeitos do Sisu sobre a migração e a evasão estudantil (*Effects of SiSU on student migration and dropout*). In: Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos - ENABER. São Paulo: ABER.
- Mheen, P. J. Marang-van de., Shojania, K. G. 2014. Simpson's paradox: how performance measurement can fail even with perfect risk adjustment. [S.l.]: BMJ Publishing Group Ltd.
- NOGUEIRA, Cláudio Marques Martins *et al.* 2017. Promessas E Limites: O Sisu E Sua Implementação Na Universidade Federal De Minas Gerais (*Promises And Limits: Sisu And Its Implementation In The Federal University Of Minas Gerais*). Educ. rev., Belo Horizonte, v. 33, e161036, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982017000100116&lng=en&nrm=iso>. Access em: 11 dec 2019.
- Development Core Team. R. 2018. A language and environment for statistical computing. r foundation for statistical computing v, austria. 2016. URL <http://www.R-project.org>.
- SANTOS, C. 2007. Estatística descritiva (*Descriptive statistics*). Manual de Auto-aprendizagem, 2 ed. Lisboa: Edições Silabo.
- SANTOS, J. dos. 2011. Política pública de acesso ao ensino superior: Um olhar sobre a utilização do ENEM/Sisu na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (*Public policy of access to higher education: A look at the use of ENEM/SiSU at the Federal University of Recôncavo da Bahia*). XI Congresso Luso Afro Brasileiro de Ciências Sociais, XI, n. 1.

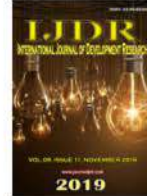
Apêndice 7- Parking space management using internet of things



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research
Vol. 09, Issue, 11, pp. 31311-31315, November, 2019

RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

PARKING SPACE MANAGEMENT USING INTERNET OF THINGS

*Carlos E. A. Cavalcante, Flávio F. Melo, Patrick Letouze, Gentil Veloso, David Prata
and Humberto X. Araujo

Universidade Federal do Tocantins, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 09th August, 2019
 Received in revised form
 23rd September, 2019
 Accepted 17th October, 2019
 Published online 20th November, 2019

Key Words:

Smart Parking, Esp8266 Micro-controllers,
 Internet of Things, Monitoring of vacancies

*Corresponding author: Carlos E. A.
 Cavalcante

ABSTRACT

This paper proposes the use of an IoT system as a tool to reduce the time spent searching for parking spaces. The developed system consists of a monitoring prototype, a real-time database and a smartphone application. The monitoring prototype consists of a development board, based on ESP8266 microcontroller and wireless network modules, connected to ultrasonic sensors for monitoring parking spaces. The microcontroller uploads all data to a cloud-hosted database, which lets you identify which parking spaces are available in real time through a smartphone app. By identifying parking spaces available directly from your mobile phone, you can significantly reduce the time wasted while searching for a parking space.

Copyright © 2019, Carlos E. A. Cavalcante et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Carlos E. A. Cavalcante, Flávio F. Melo, Patrick Letouze, Gentil Veloso, David Prata and Humberto X. Araujo. 2019. "Parking space management using internet of things", *International Journal of Development Research*, 09, (11), 31311-31315.

INTRODUCTION

The growth rate of vehicles in circulation in Brazil has been gradually decreasing since 2011, according to re-ports by the Brazilian Institute of Planning and Taxation (IBPT, in Portuguese) (Amaral, 2018). In 2017, the growth of the vehicle fleet was 1.37%, while in 2015 the growth was 2.67% and in 2011 the growth rate was 8.32%. Even with this reduced growth rate in the number of vehicles, the country has reached a total of over 65 million vehicles currently in circulation in the country, of which 41 million are passenger cars. The growth in the number of vehicles in circulation, especially passenger cars, is increasing the severity of various urban problems such as infrastructure and mobility such as congestion on public roads and the difficulty of finding a suitable parking spot. The number of parking spaces, whether public or private in Brazil, is often insufficient to accommodate the increasing number of vehicles, overloading public roads with cars parked on their side roads. However, the difficulty is often in locating available parking spaces in very large parking lots, wasting a lot of time in this search, and sometimes wasting available parking spaces that were not found by drivers.

The difficulty in finding parking places has caused more than half of Brazilian drivers not to shop in some shops, this data was obtained during the survey conducted in all state capitals, by the Credit Protection Service (SPC Brasil, in Portuguese) and by the National Confederation of Shopkeepers (CNDL, in Portuguese), which sought to analyze the impacts of urban mobility on local retail. From information like this, we can assume that the difficulty in finding a job has a significant and negative impact, not only on people's quality of life, but also on the country's economy. This justifies the search for solutions to avoid wasting time and resources when looking for a parking space, allowing them to be located more quickly and efficiently, thus improving the quality of life a little more and providing the most efficient use of parking lots. Technology has long become an important part of our daily lives, an example of our heavy reliance on technology today. It is related to the extensive use of smartphones, whether to communicate with friends and family through social networks, ordering a quick snack, or finding a place using GPS, the dependence on these devices is increasing, and we are getting used to new ways of interacting with these devices. The 29th Annual Survey on IT Use (Meirelles, 2018) conducted in 2018 by the Getúlio Vargas Foundation (FGV, in

Portuguese), reveals that the number of active smartphones in the country has reached more than 220 million units, the equivalent of more than one device. per inhabitant of the country. However, it is important to clarify that this does not mean that all Brazilians have such a device, since the same person may have more than one device. Similarly, or even because of the widespread use of smart- phones, the internet has become an almost ubiquitous tool in our daily lives, the current generation is almost always connected to the internet, a number that helps us visualize this scenario. released by the National Institute of Geography and Statistics (IBGE, in portuguese) as a result of the National Continuous Household Sample Survey (Continuous PNAD) , which reveals that 70.5% of Brazilian households have access to the Internet, of which 67% use their smartphones to connect to the network. Overall, figures such as those released by this research allow us to believe that the use of a car parking monitoring system based on IoT concepts could be a possible solution to minimize the difficulty of finding a space to park. It is important to highlight the existence of some systems proposals with similar objectives to the system developed in this work. A vacancy identification system was proposed in (Mahdi, 2018), which developed a prototype using pressure sensors, which at the moment a car is standing over them send a signal using Wi-Fi from a NodeMCU microcontroller. notifying the server, in this case Firebase, that the space has been taken.

The (Mahdi, 2018), approach was created by thinking about the traffic situation of Dhaka City in Bangladesh, which is suffering from major congestion caused mainly by cars parked in illegal places, such as in the middle of roads, sidewalks and other areas not allowed for traffic. parking. The application targets both the driver looking for a parking spot and the owners of a particular parking space who wish to rent it during business hours. This way, when a driver selects a vacancy in the application, the information and criteria defined by the vacancy owner are displayed. It is noteworthy that only one prototype was built, not really applied in a real situation, which raises doubts on the size of the sensors that should be used.

More complex systems using low-processing microcomputers, infrared sensors, NFC readers, or real-time camera image-based readers are also described in work done in (Kim, 2018; Baroffio, 2015; Abdulkader, 2018; Kodali, 2018). However, the implementation of some of these proposals does not fit the reality of this project, generally due to the high cost of some components or the need for major modifications to local infrastructure. Another system was devised in (da Silva, 2016). where ultrasonic sensors connected to Arduino Uno microcontrollers and Zigbee radios were used to monitor each parking space, sending the data to a central formed with a Zigbee receiver connected directly to a computer. Unlike the previously mentioned, the system developed in this work uses a monitoring prototype with multiple ultrasonic sensors, these sensors are connected to a microcontroller with integrated wireless modules and can identify the occupancy of two slots simultaneously for each prototype built. The microcontroller transmits the data, over the internet, in real time, to an online database, allowing applications for smartphones developed to access this database to obtain the status of each of the monitored parking spots.

Smart Parkings

The system developed in this work initially aimed to make it faster and more efficient to search for a parking space in a public parking environment. However, considering the

possible use of the system to support private parking environments, an option to reserve an available parking space was developed. To ensure drivers have better access to this information, a real-time communication approach using a smartphone app is required. To check the situation of the parking space, after defining the possible states: available/free, unavailable/busy and reserved. An ultrasonic sensor was chosen for detection of the parked vehicle. The choice of sensor type was determined by the cost-benefit ratio, since this sensor type has good reading efficiency and a relatively more affordable price than the others, such as infrared presence and motion sensors. Noting that these according (Ernani Moura Amaral Filho, 2016), these sensors, despite the names they carry, do not really work due to movement, but with temperature variations, they are therefore calibrated with the temperature of the human body, so they are not suitable for identifying objects. that do not emit this temperature range, for this reason the ultrasonic sensors better fit the system proposal. An ultrasonic sensor will emit a sound wave that, when encountering an obstacle, will reflect back towards the receiver module, being possible to identify the distance between the object and the sensor. object near the sensor, in the case of the system developed in this project, the presence of this object characterizes the occupation of the monitored parking space by a particular vehicle.

The information generated with the sensors is sent using a microcontroller with wireless internet module to an online database, that will record the status of parking spaces. This database can be consulted in real time to check the status of all spots in which sensors are being used. For the display of parking information, a mobile application was developed that receives data from monitored spaces, directly from the online database platform, providing real-time display of the status of each monitored space. This way, the driver can either go directly to the nearest available place or reserve one of them while heading straight for it. It is important to emphasize that once booked, the driver will have a certain time to occupy the reserved place, if the parking space is not occupied by the driver in time, the reservation will be automatically canceled, and the parking space will be available again.

System Architecture: The project was gradually developed in stages, first it was necessary to analyze each component individually, to ensure the correct functioning of the projected prototype, and then to test the necessary software for correct communication between all components of the system.

Development platform: The platform used for the development of this project was NodeMCU, which according to (de Oliveira, 2017) consists of an ESP8266 module - which is a 32-bit microprocessor with native support for wireless network connections, with a power and programming port, having 10 digital and one analog inputs. The choice of the ESP8266 was motivated by its low cost, coupled with the built-in wireless connection on the microcontroller board, which allows a more convenient way of communicating with a server to receive and send the data sent by the tests.

Software and Systems: For programming the chosen microcontroller, Arduino IDE was used, where the default programming language is C / C ++ and works on various platforms and operating systems such as Windows, Linux and macOS, Arduino IDE is ideal for creating various interactive environments and can be configured to use NodeMCU. The

mobile application developed in this project was built using Ionic which is a framework for mobile application development aimed at the development of hybrid applications and rapid development. After installing the application, it is required to login, if the user does not have a registered account yet, can create at this time. Once authenticated the user can select the option to display all monitored parking spaces, the status of each parking space is represented by colors, being green to indicate a available parking space, red for busy and gray for a reserved parking spot. A user can request the reservation of the parking spaces that are available at the moment, after the reservation, if the user who made the reservation no longer wants to use that parking space is possible to make the release, making it available to other users again, as shown in Figure 1. It is important to clarify that a reserved parking space remains unavailable to others until it is released by the driver who reserved it or exceeds the time limit for the user to park in the reserved parking space. The limit was initially set at 15 minutes after the reservation was confirmed. A great benefit of the mobile application is that the parking situation display is in real time, so when any car uses a parking space the application immediately changes the display of the parking space to busy for all users without reloading the page. This synchronization of information between the software and the microcontroller is performed by Firebase - a mobile and web application development platform, more specifically, the real-time database, which provides an API that enables application data is automatically synced across multiple clients. Firebase was chosen for its ability to store and synchronize data across all clients in real time and remain available when the app is offline. The schematic view of the project system can be observed in the Figure 2.

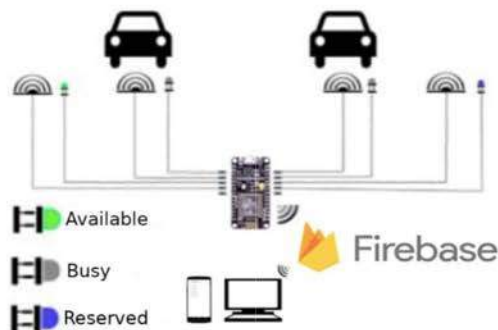


Figure 2. Proposed System

Components and Modules

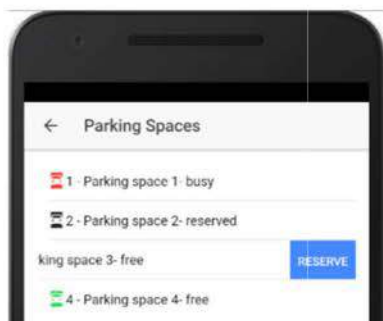
After studying the basic concepts for the project development, it was necessary to organize the components, assemble the equipment and configure the projected prototype. Thus, the prototype works using a model structure constructed from the electronics and materials listed below:

- Jumper wire;
- 1 Protoboard 810 points;
- 1 NodeMCU Esp8266;
- 2 Resistor 330 ohms;
- 4 Resistor 200 ohms
- 2 RGB LED Common Anode;
- 2 Ultrasonic Module HC-SR04.

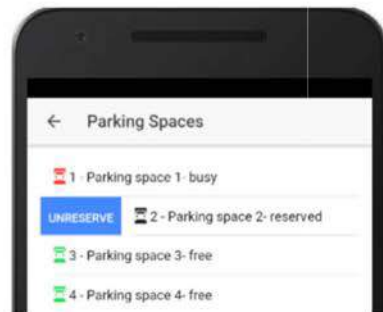
The Table below shows the average values found in the market between January and February 2019. Of which, jumper wires and resistors, for being sold only in kits with a closed quantity of units can be reused for other projects or in the replication of new ones parking sensor prototypes.

Table 1. Initial Prototype Budget

Component	QTY	Price per item	Price(sum)
Jumper wire (Kit 40pcs/lot)	1	\$2,0	\$2,0
Protoboard 810 points	1	\$ 4,0	\$ 4,0
NodeMCU Esp8266	1	\$ 7,6	\$ 7,6
Resistors (100pcs Assorted)	1	\$ 2,95	\$ 2,95
RGB LED Common Anode	2	\$ 0,20	\$ 0,40
Ultrasonic Module HC-SR04	2	\$2,30	\$4,60
TOTAL	-	-	\$21,55



(a) Reserve parking space







(b) Unreserve parking space

Figure 1. Mobile Application Screens

The Circuit: The circuit is powered via USB cable by connecting a 5v output power supply to the microcontroller. On the digital pins of the development board are connected 2 LEDs and 2 ultrasonic sensors, these occupy the 10 available digital pins, all being interconnected using a protoboard. The LEDs are powered by 3.3v outputs, but the sensors used in the project need more power to function properly, so they are powered using the 5v output of the microcontroller. The circuit works as follows, according to the implemented algorithm, the ultrasonic sensors are in charge of calculating the distance from the end of the parking space to the car. The microcontroller reads the sensors and analyzes the situation of each monitored parking space. If an object is identified by the sensor within a distance of up to 100 centimeters over a period of 40 seconds, the microcontroller will consider the occupation of the monitored parking space. Consequently, the LED

Table 2. Monitoring Test Results

Distance App	Output
120 cm	 2 - Parking space 2- free
102 cm	 2 - Parking space 2- free
100 cm	 2 - Parking space 2- busy
50 cm	 2 - Parking space 2- busy

Conclusion

In this work, an IoT-based system was designed to manage parking spaces in a parking lot. The system was developed using relatively low-cost components to build the necessary equipment. The project presented satisfactory results, reaching the objective of monitoring some parking spaces using ultrasonic sensors, and the internet as a means of providing the information generated to users. Thus, the viability and efficiency in the use of internet of things to control parking spaces has been demonstrated. This is an efficient and relatively low-cost way to control parking spaces, both in terms of system development, maintenance and installation. It was also possible to observe benefits by using the internet, not being necessary to use other communication resources such as bluetooth or radio devices to send the generated information, being sufficient the use of a web system connected using only the internet.

REFERENCES

- A. D. R. da Silva, C. R. D. Sousa, F. R. Gomes, I. De, O. Rêgo, J. Cristina, F. Nunes, L. Renata, L. Castelo, V. D. M. Oliveira, N. Mendes, N. Mendes, P. Raissa, R. S. Silva, S. Gabrielle, C. Franco, F. Alves, and F. M. A. D. Araújo, "PROTÓTIPO DE ESTACIONAMENTO INTELIGENTE COM COMUNICAÇÃO SEM FIO," Mostra Nacional de Robótica (mnr), vol. 3, pp. 1–5, 2013.
- Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, "Características gerais dos domicílios e dos moradores 2017," Rio de Janeiro, pp. 1–8, 2018. [Online]. Available: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101566>.
- D.-h. Kim, S.-h. Park, S. Lee, and B.-h. Roh, "Iot platform based smart parking navigation system with shortest route and anti-collision," in 2018 18th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT). IEEE, 2018, pp. 433–437.
- Ernani Moura Amaral Filho, "Como funciona o sensor de presença," 2016. [Online]. Available: <http://datalink.srv.br/artigos-tecnicos/como-funciona-o-sensor-de-presenca/>
- F. S. Meirelles, "29a Pesquisa Anual do Uso de TI," Fundação Getúlio Vargas, vol. 29, pp. 1–24, 2018. [Online]. Available: <http://caesp.fgv.br/sites/caesp.fgv.br/files/pesti2018gvciaipt.pdf>.
- G. L. do Amaral, C. L. Yazbek, and J. E. Olenike, "FROTA BRASILEIRA DE VEICULOS EM CIRCULAÇÃO," EMPRESÔMETRO - Inteligência de Mercado, pp. 1–11, 2018. [Online]. Available: <http://materiais.ibpt.com.br/estudo-frotas>.
- L. Baroffio, L. Bondi, M. Cesana, A. E. Redondi, and M. Tagliasacchi, "A visual sensor network for parking lot occupancy detection in smart cities," in 2015 IEEE 2nd World Forum on Internet of Things (WF-IoT). IEEE, 2015, pp. 745–750.
- M. D. Mahdi, Z. H. Anik, R. Ahsan, and T. Motahar, "Ez parking: Smart parking space reservation using internet of things," in 2018 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS). IEEE, 2018, pp. 113–118.
- O. Abdulkader, A. M. Bamhdi, V. Thayanathan, K. Jambi, and M. Al-rasheedi, "A novel and secure smart parking management system (spms) based on integration of wsn, rfid, and iot," in 2018 15th Learning and Technology Conference (L&T). IEEE, 2018, pp. 102–106.
- R. K. Kodali, K. Y. Borra, S. S. GN, and H. J. Domma, "An iot based smart parking system using lora," in 2018 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC). IEEE, 2018, pp. 151–1513.
- S. de Oliveira, Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi. NOVATEC, 2017. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=E8gmDwAAQBAJ>

Apêndice 8- Manual de utilização do protótipo funcional

MANUAL DE UTILIZAÇÃO

SISTEMA INTERNACIONAL DE ACREDITAÇÃO EM SAÚDE

PROTÓTIPO FUNCIONAL

Carlos Eduardo Alves Cavalcante

Flávio Fernandes de Melo

Patrick Letouze Moreira

Palmas 2021

MANUAL DE UTILIZAÇÃO PROTÓTIPO FUNCIONAL SISTEMA
INTERNACIONAL DE ACREDITAÇÃO EM SAÚDE

SUMÁRIO

PARAMETRIZAÇÃO	134
Categoria	134
Cadastrar categoria	134
Editar categoria	135
Exibir dados da categoria.....	136
Competências	137
Cadastrar competência	137
Editar competência	138
Exibir dados da categoria.....	138
Nível de acreditação.....	140
Cadastrar nível de acreditação	140
Editar nível de acreditação.....	141
Exibir dados de um nível de acreditação	141
Etapa de Avaliação	143
Cadastrar etapa de avaliação.....	143
Editar nível de acreditação.....	144
Exibir dados de um nível de acreditação	144
ADMINISTRAÇÃO.....	146
Profissionais.....	146
Cadastro de profissionais	146
Editar profissional.....	148
Exibir dados de profissional	149
Exibir dados de contrato do profissional	150
Organizações	151
Cadastro de Organizações.....	151
Editar organização	153
Exibir dados de organização	154
Exibir dados de contrato de organização	155
Grupo de Avaliação	156
Listar avaliações	156
Exibir dados de avaliação	156

Avaliar uma etapa	157
ACREDITAÇÃO	158
Solicitação de Acreditação	158
Solicitação (profissionais)	159
Solicitação (organizações)	159
Exibir solicitação	160
Avaliar Solicitação.....	161
Consultar resultado	162
CERTIFICADOS.....	163
Consultar certificados	163
Validar um certificado	164
Listar e exibir dados de Certificados	165
Exibição Certificado	166

1 PARAMETRIZAÇÃO

Para a utilização do sistema, alguns itens de parametrização devem ser cadastrados, os itens **Categoria**, **Competências**, **Nível Educacional** e **Etapas de avaliação** devem ser previamente cadastrados antes da utilização do sistema para os processos de acreditação.

1.1 Categoria

1.1.1 Cadastrar categoria

Para realizar o cadastro de categorias deve se utilizar o menu lateral para selecionar a listagem de categorias do sistema: **Parâmetros** → **Categoria**



Na página listagem de **Categorias** que se abriu, utilizar o botão para redirecionar para o formulário de cadastro de categorias.



No formulário, preencher o campo com a descrição da categoria e clicar para cadastrar a nova categoria.



IAS - Sistema de

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Nome

Salvar Voltar

1.1.2 Editar categoria

Para editar uma categoria na listagem de categorias clicar no botão **Editar** no registro que deseja editar.



IAS - Sistema de

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Código	Descricao	Editar	Exibir
10	Acreditação em Pares	Editar	Exibir
1	Acreditação Profissional	Editar	Exibir
11	Acreditação de Organização	Editar	Exibir

+ Novo Excluir Selecionado(s)

No formulário de edição alterar o campo **Nome** da categoria e depois clicar no botão **Salvar** para alterar a categoria.

IAS - Sistema de

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

ID 1

Nome Acreditação Profissional

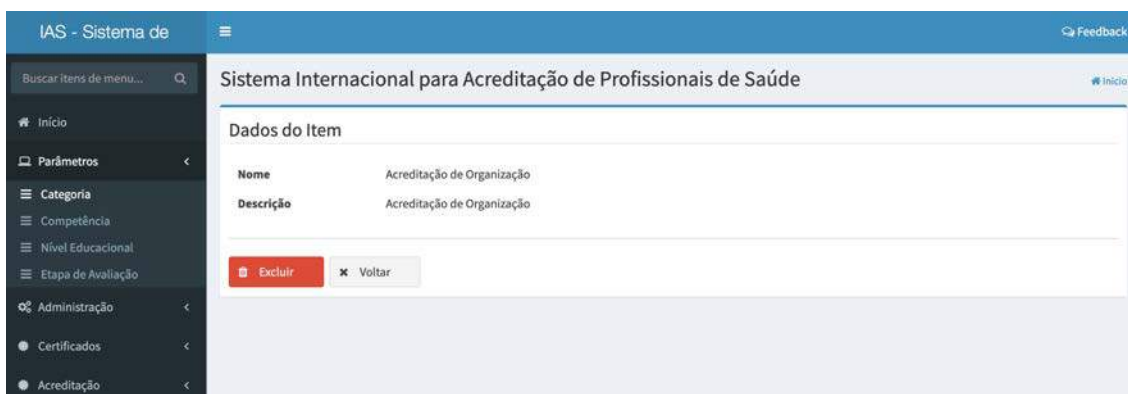
Salvar Excluir Voltar

1.1.3 Exibir dados da categoria

Para exibir os dados de uma categoria na listagem de categorias clicar no botão **Exibir** para exibir os dados da categoria selecionar.



Será exibidos os dados de nome e descrição para a categoria selecionada.



1.2 Competências

1.2.1 Cadastrar competência

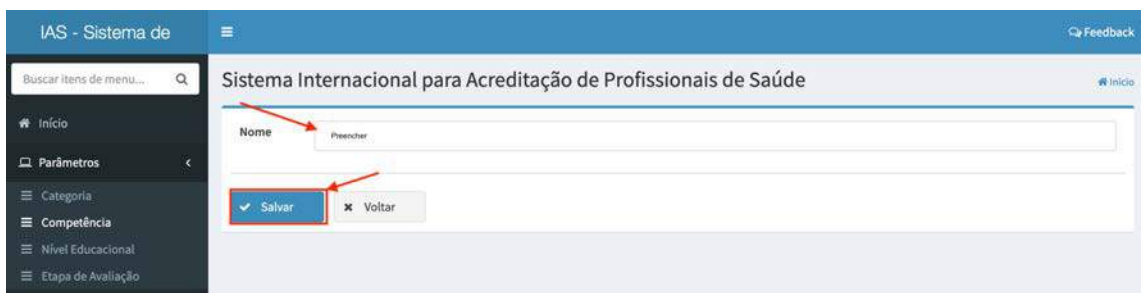
Para realizar o cadastro de categorias deve se utilizar o menu lateral para selecionar a listagem de competências do sistema: **Parâmetros** → **Competência**



Na página listagem de **Competências** que se abriu, utilizar **+ Novo** o botão para redirecionar para o formulário de cadastro de uma nova **competência**.



No formulário, preencher o campo de nome da **competência** e clicar no botão **Salvar** para cadastrar a nova **competência**.



1.2.2 Editar competência

Para editar uma categoria na listagem de **competências** clicar no **Editar** botão do registro que deseja editar.



No formulário de edição alterar o valor do campo **Nome** da competência e clicar em **Salvar** para finalizar a alteração.



1.2.3 Exibir dados da categoria

Para exibir os dados de uma competência na listagem de competência clicar no botão **Exibir** para exibir os dados da categoria selecionar.



Será exibidos os dados de nome para a competência selecionada.



IAS - Sistema de

Feedback

Buscar itens de menu...

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Início

Parâmetros

Categoria

Competência

Nível Educacional

Etapa de Avaliação

Dados do Item

Nome
Covid 19

Excluir Voltar

1.3 Nível de acreditação

1.3.1 Cadastrar nível de acreditação

Para realizar o cadastro de **nível de acreditação** deve se utilizar o menu lateral para selecionar a listagem no sistema: **Parâmetros** → **Nível Educacional**



Na página listagem de **Níveis de Acreditação** que se abriu, utilizar o botão **+ Novo** para abrir o formulário de cadastro de um novo nível.



No formulário, preencher o campo com a descrição do **nível de acreditação** e clicar **Salvar** para cadastrar um novo registro.



1.3.2 Editar nível de acreditação

Para editar uma categoria na listagem de **níveis de acreditação** clicar no botão

Editar

do registro que deseja editar.



No formulário de edição alterar o campo **Descrição** do nível e clicar em

Salvar

para finalizar a alteração.



1.3.3 Exibir dados de um nível de acreditação

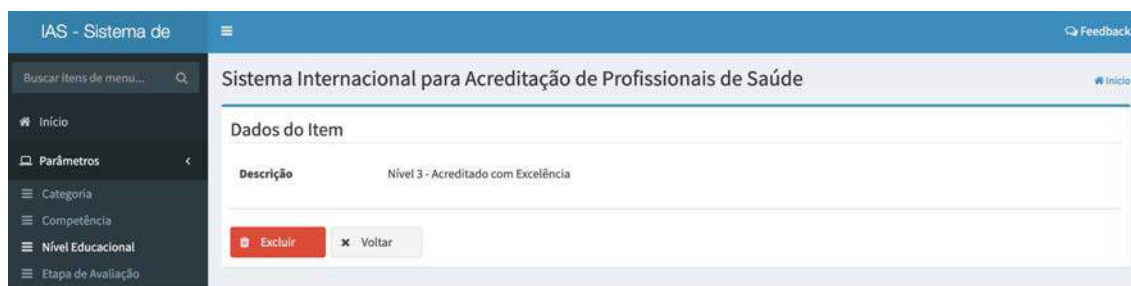
Para exibir os dados de um **nível de acreditação**, na listagem de competência clicar no

Exibir

botão para exibir os dados do registro selecionado.



Será exibidos os dados de descrição para o **nível de acreditação** selecionado.



IAS - Sistema de

Feedback

Buscar itens de menu...

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Início

Dados do Item

Descrição

Nível 3 - Acreditado com Excelência

Excluir Voltar

1.4 Etapa de Avaliação

1.4.1 Cadastrar etapa de avaliação

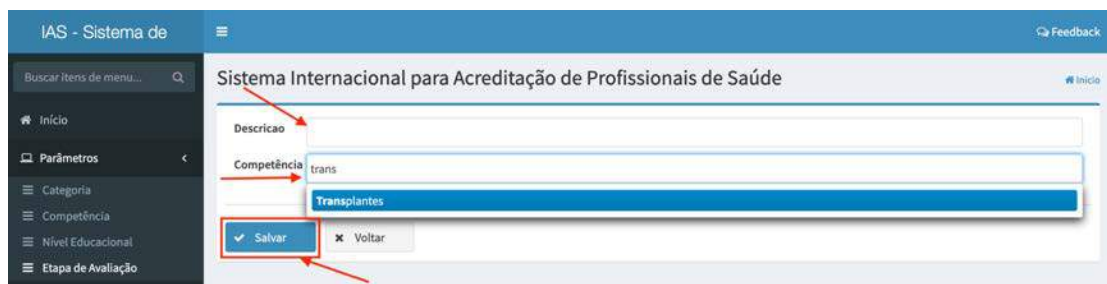
Para realizar o cadastro de **Etapa de avaliação** deve se utilizar o menu lateral para selecionar a listagem no sistema:  Parâmetros →  Etapa de Avaliação



Na página listagem de **Etapas de avaliação** que se abriu, utilizar o botão para redirecionar para o formulário de cadastro de uma nova etapa.



No formulário, preencher o campo com a descrição da **etapa de avaliação** e selecionar a competência relacionada então clicar  Salvar para cadastrar um novo registro.



1.4.2 Editar nível de acreditação

Para editar uma categoria na listagem de **etapa de avaliação** clicar no botão

Editar

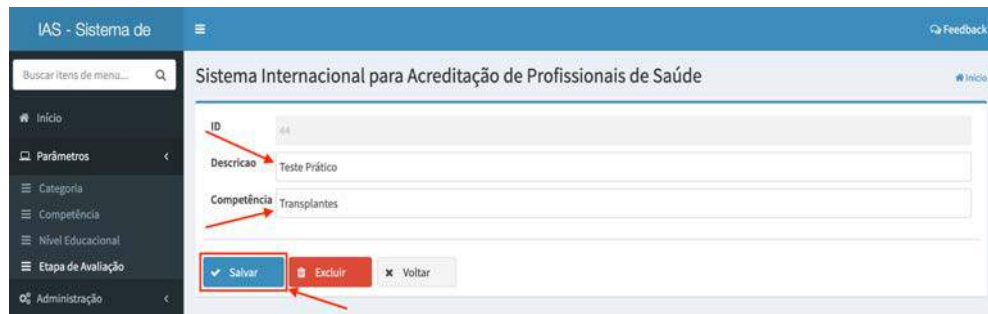
do registro que deseja editar.



No formulário de edição alterar o campo **Descrição** e ou a **competência relacionada** da etapa e clicar

Salvar

em para finalizar a alteração.



1.4.3 Exibir dados de um nível de acreditação

Para exibir os dados de uma etapa **de avaliação**, na listagem de competência clicar em

Exibir

para exibir os dados do registro selecionado.



Será exibidos os dados de descrição para a **etapa de avaliação** selecionada.



The screenshot displays the user interface of the 'IAS - Sistema de Acreditação de Profissionais de Saúde'. On the left, a dark sidebar menu contains the following items: 'Início', 'Parâmetros', 'Categoria', 'Competência', 'Nível Educacional', 'Etapa de Avaliação' (highlighted), and 'Administração'. The main content area has a blue header with the text 'IAS - Sistema de' and a 'Feedback' link. Below the header, the page title is 'Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde'. The central section is titled 'Dados do Item' and contains a table with two rows: 'Descrição' with the value 'Teste Prático' and 'Curso' with the value 'Transplantes'. At the bottom of this section, there are two buttons: a red 'Excluir' button and a grey 'Voltar' button.



Dados do Item	
Descrição	Teste Prático
Curso	Transplantes

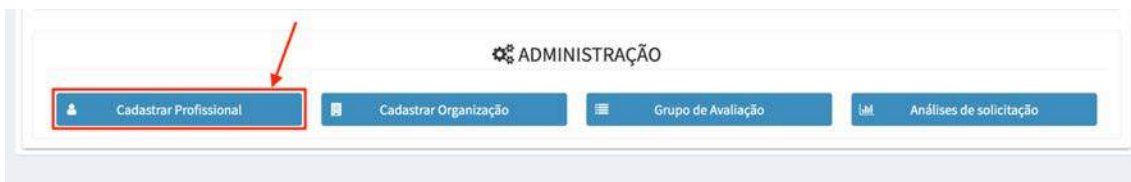
[Excluir](#) [Voltar](#)


2 ADMINISTRAÇÃO

2.1 Profissionais

2.1.1 Cadastro de profissionais

O formulário para cadastro de profissionais pode ser acessado de duas formas, primeiramente pelo botão  na tela inicial do sistema ou pelo botão  na lista de profissionais cadastrados.



As duas opções redirecionam para o cadastro de profissionais no sistema, no formulário o usuário deve inserir os dados e clicar no botão  para realizar o cadastro de um novo profissional no sistema.

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Cadastrar Profissional

Nome: Preencher nome completo

CPF: digitar cpf

Número de Registro: digitar numero de registro

E-mail: preencher e-mail

Telefone: digitar telefone

Organizações: selecionar org

Endereços

Cidade: preencher cidade

País: preencher país

CEP: preencher cep

+ Adicionar Endereço

Cidade País CEP

Nenhum registro encontrado

✓ Salvar ✗ Excluir ✕ Voltar

Para acessar a listagem de profissionais, deve-se utilizar o **Administração** menu

Profissionais



Bem vindo ao IAS

Solicitar Acreditação

Verificar um Certificado

INÍCIO

CADASTRAR PROFISSIONAL

ACREDITAÇÃO <

CERTIFICADOS <

ADMINISTRAÇÃO ▾

Organizações

Profissionais

Solicitações

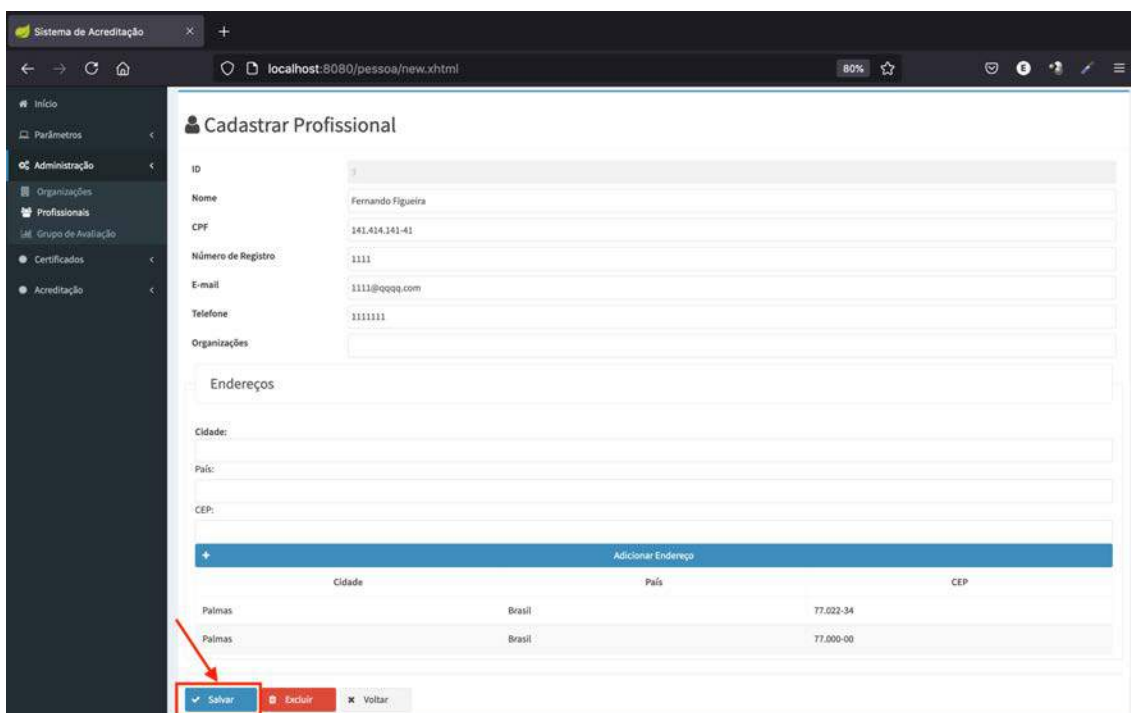
Grupo de Avaliação

2.1.2 Editar profissional

Para realizar a edição do registro de um profissional deve-se utilizar o **Editar** botão na listagem de profissionais.



No formulário de edição alterar os valores desejados e clicar no **Salvar** botão para finalizar a alteração.



2.1.3 Exibir dados de profissional

Para exibir os dados de um **profissional** cadastrado deve-se utilizar o **Exibir** botão na listagem de profissionais.

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Profissionais

Código	Nome	CPF	E-mail	Telefone	
3	Fernando Figueira	141.414.141-41	1111@qqq.com	1111111	Editar Exibir <ul style="list-style-type: none"> Detalhes do contrato Acreditação por Pares
2	Carlos Eduardo	033.033.033-33	teste@teste.com	63984538675	Editar Exibir <ul style="list-style-type: none"> Detalhes do contrato Acreditação por Pares

+ Novo Excluir Selecionado(s) Olhar Selecionado(s)

Será aberta a tela de exibição dos dados do profissional selecionado.

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Dados Profissional

Dados do Item

Nome: Carlos Eduardo
CPF: 033.033.033-33
Número de Registro: 011112
E-mail: teste@teste.com
Telefone: 63984538675

Organizações

Nome	Descrição
Nenhum registro encontrado	

Endereços

Cidade	País	CEP
Palmas	Brasil	77.022-34

Acreditações

Competência	Categoria	Nível	
Covid 19	Acreditação Profissional	Nível 1 - Acreditado	Visualizar

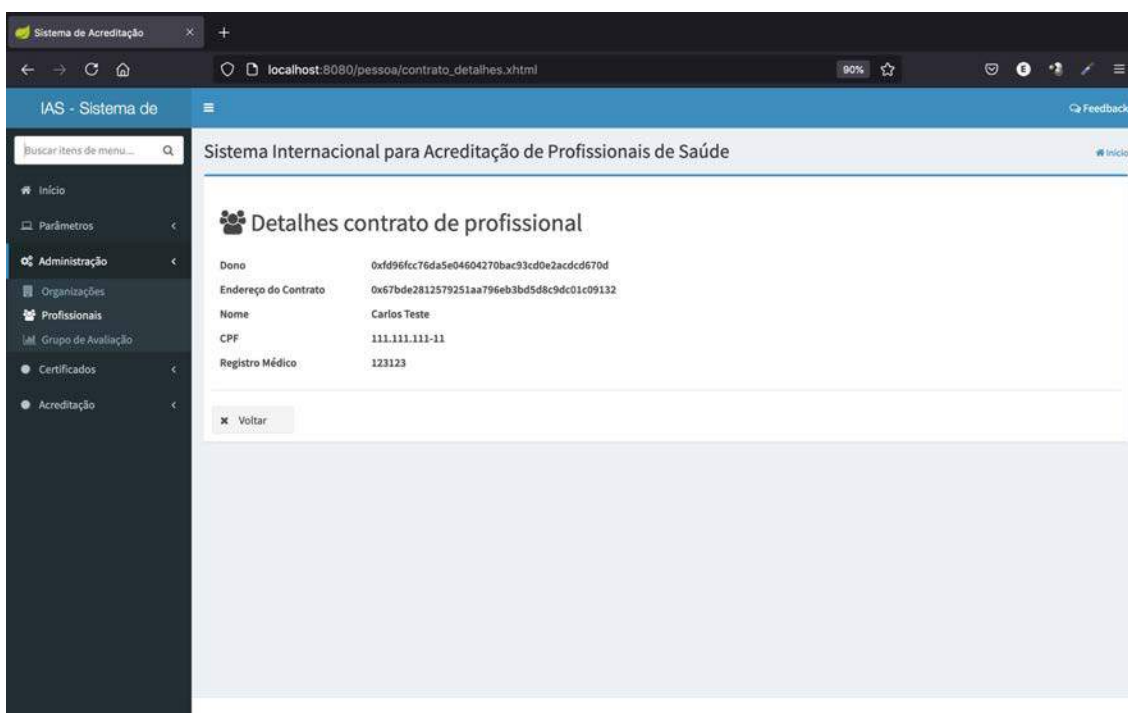
Excluir Voltar

2.1.4 Exibir dados de contrato do profissional

Para exibir os dados do contrato de um determinado **profissional** cadastrado deve-se utilizar o botão Detalhes do contrato na listagem de profissionais.





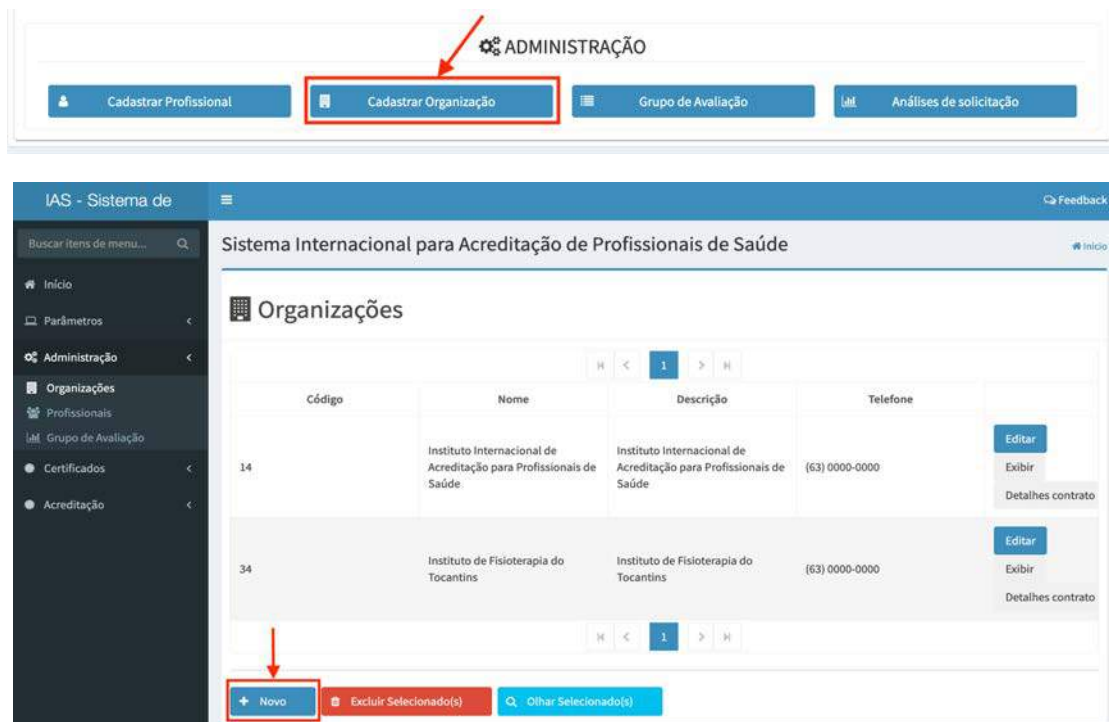
Será redirecionado para a tela de detalhes do contrato do profissional selecionado.




2.2 Organizações

2.2.1 Cadastro de Organizações

O formulário para cadastro de **organizações** pode ser acesso de duas formas, primeiramente pelo botão  na tela inicial do sistema ou pelo botão  na lista de **organizações** cadastrados.



As duas opções redirecionam pra o cadastro de **organização** no sistema, no formulário o usuário deve inserir os dados e clicar no botão  para realizar o cadastro de uma nova **organização** no sistema.

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Cadastro Organização

Nome: preencher nome

Descrição: preencher descricao

CNPJ: digitar cnpj

Número de Registro: digitar número de registro

E-mail: digitar e-mail

Telefone: digitar telefone

Logo:

Previsualização Logo:

Endereços

Cidade: preencher cidade

País: preencher país

CEP: digitar cep

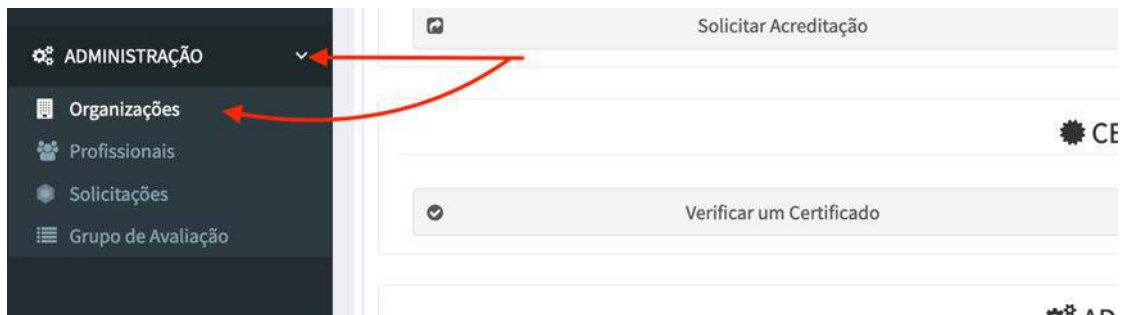
Adicionar Endereço

Cidade País CEP

Nenhuma organização cadastrada.

Para acessar a listagem de organizações, deve-se utilizar o menu

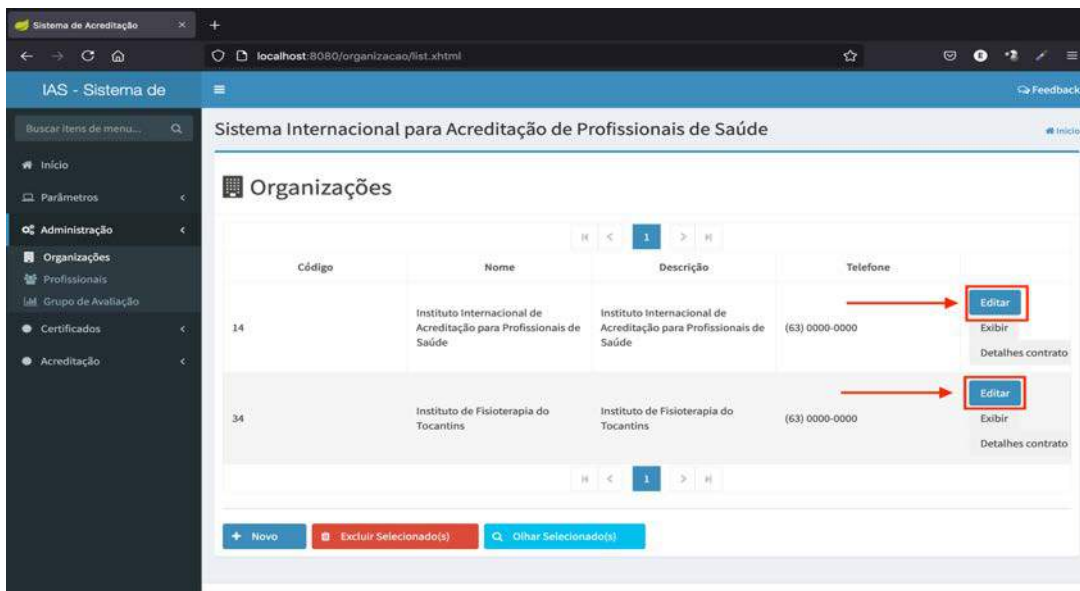
Organizações → **Administração**




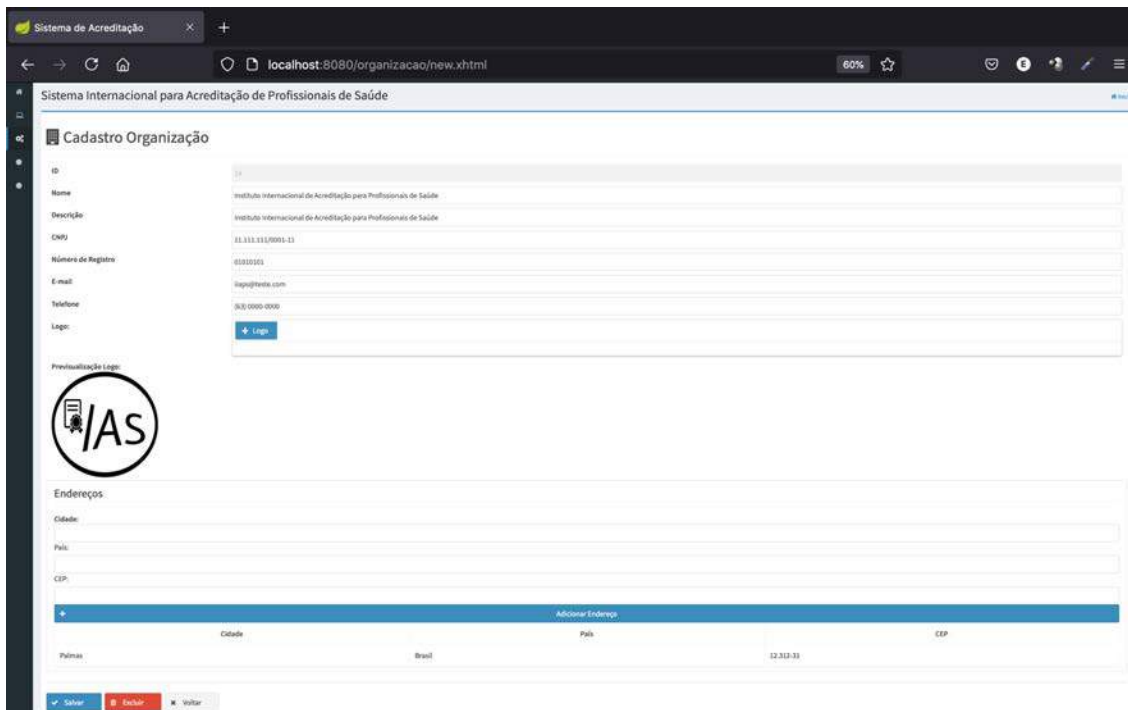
2.2.2 Editar organização

Para realizar a edição do registro de uma **organização** deve-se utilizar o botão listagem de **organizações**.

Editar



No formulário de edição alterar os valores desejados e clicar no  botão para finalizar a alteração.

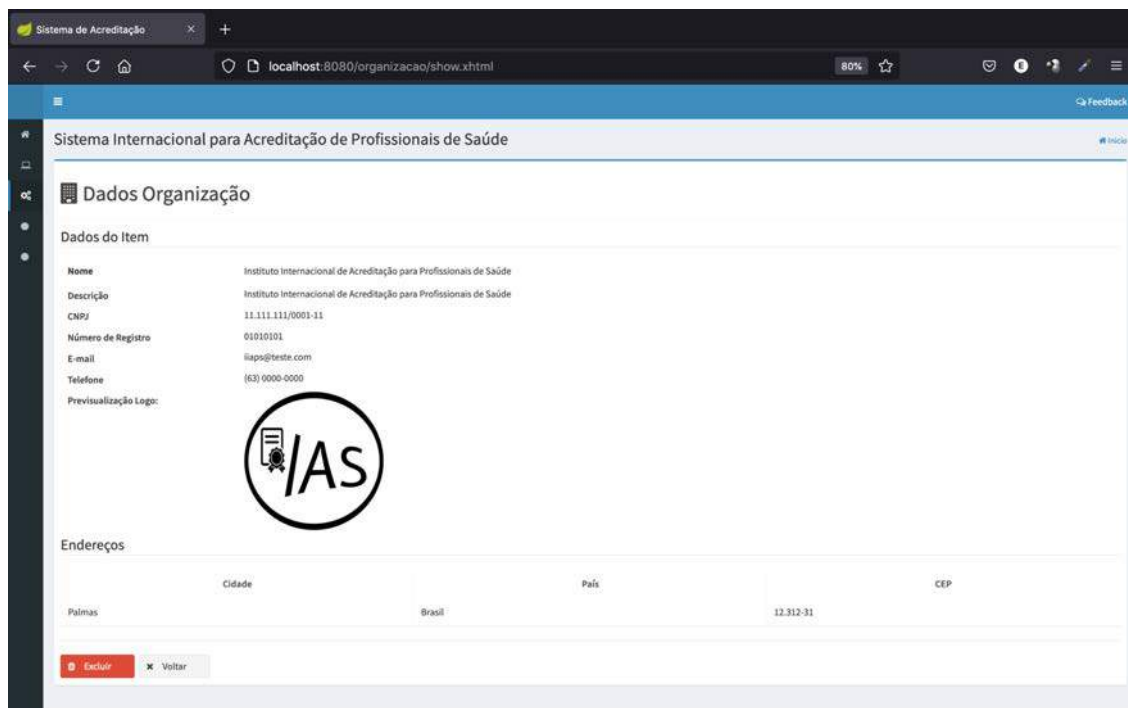


2.2.3 Exibir dados de organização

Para exibir os dados de uma **Organização** cadastrada deve-se utilizar o botão **Exibir** na listagem de organizações.



Será aberta a tela de exibição dos dados da Organização selecionado.

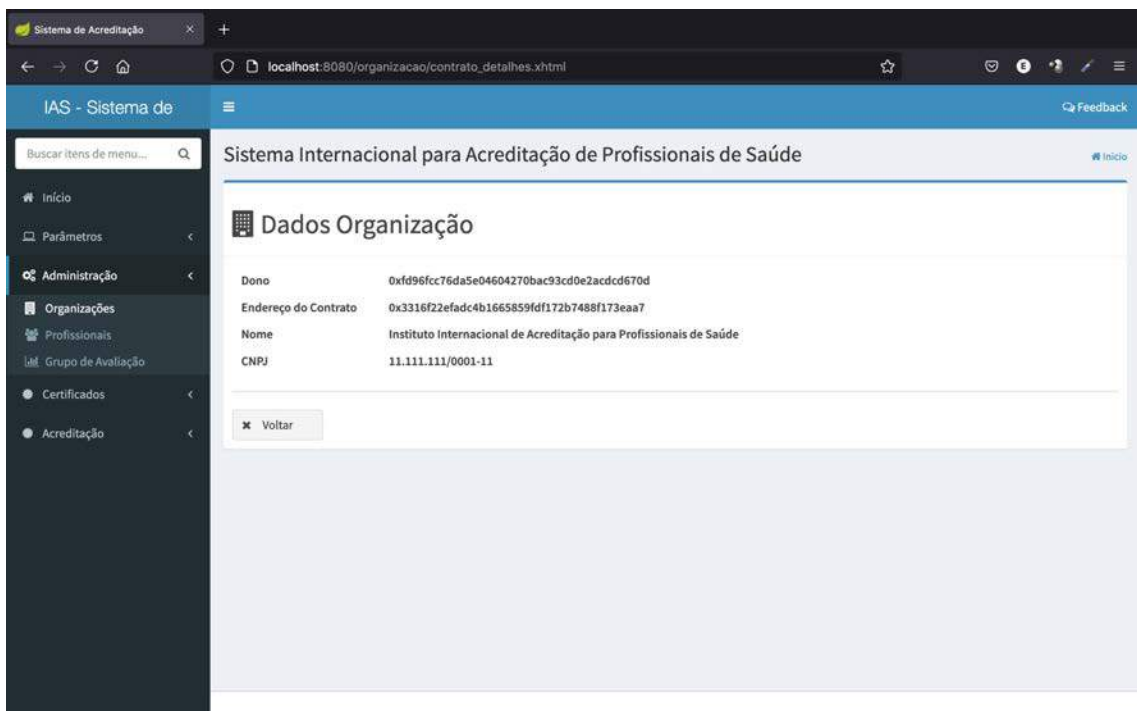


2.2.4 Exibir dados de contrato de organização

Para exibir os dados do contrato de uma determinada **organização** cadastrada deve-se utilizar o botão Detalhes do contrato na listagem de profissionais.



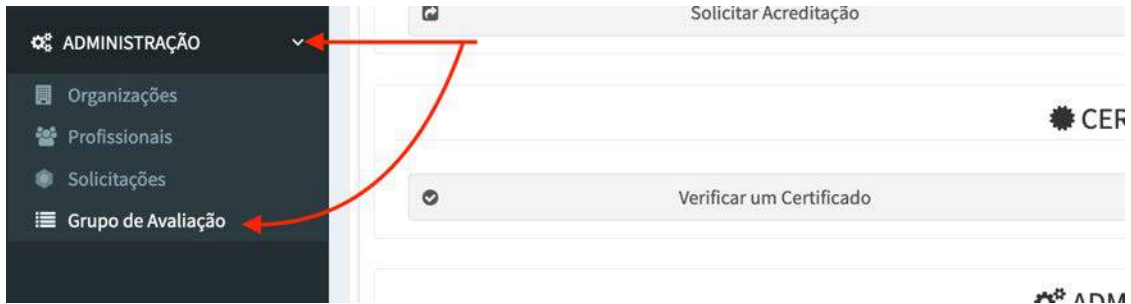
Será redirecionado para a tela de detalhes do contrato do profissional selecionado.



2.3 Grupo de Avaliação

2.3.1 Listar avaliações

Para listar as avaliações necessárias para um processo de acreditação deve-se utilizar o menu lateral **Administração** → **Grupo de Avaliação**



2.3.2 Exibir dados de avaliação

Será exibida a lista das **avaliações** cadastradas, nesta lista deve-se então clicar no botão para **Exibir** acessar ver as informações sobre a avaliação selecionada.

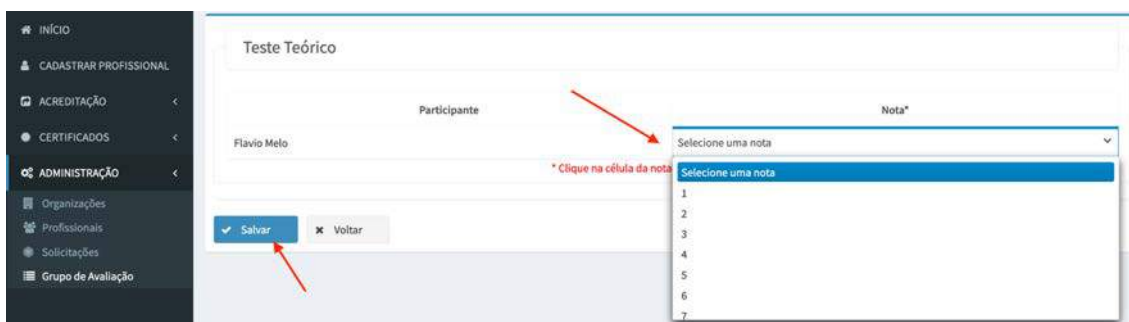


2.3.3 Avaliar uma etapa

Para realizar a avaliação, deve-se utilizar o **Avaliar** botão na listagem de avaliações para acessar o formulário de inserção das notas.







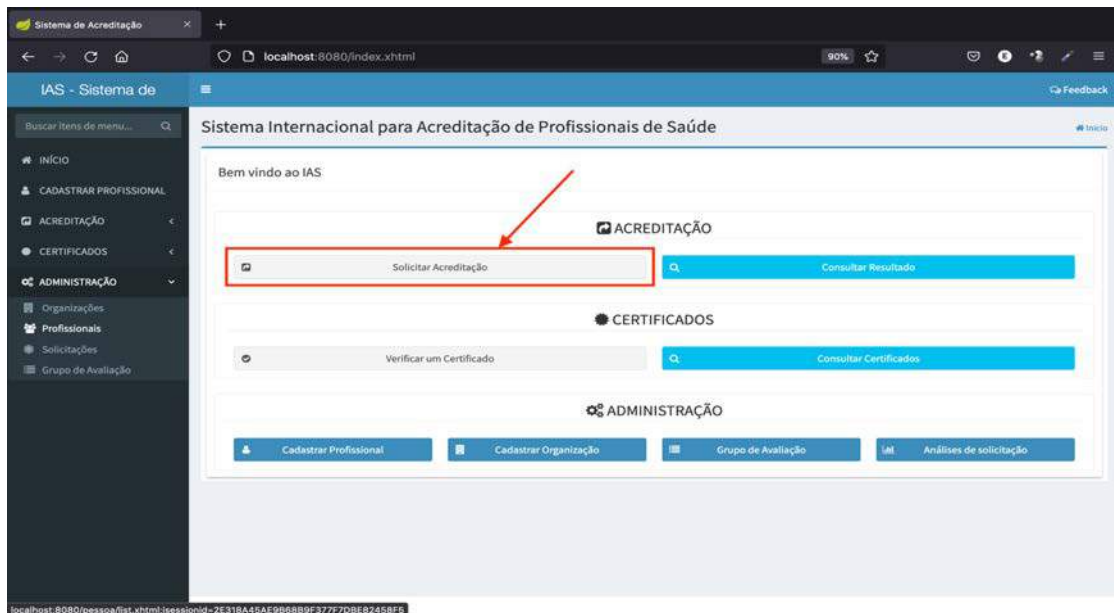
Na tela de inserção de notas deve-se clicar na célula de nota na tabela e selecionar o valor correspondente a nota da etapa avaliada e clicar no botão salvar pra finalizar a avaliação.




3 ACREDITAÇÃO

3.1.1 Solicitação de Acreditação

Para solicitar uma acreditação, um profissional ou uma organização de saúde pode acessar o formulário de **solicitação de acreditação** de duas maneiras, na tela inicial utilizando o botão  ou poderá clicar no botão  na listagem de solicitações no sistema (para acessar a lista de solicitação deve-se utilizar o menu  **Acreditação** →  **Solicitações**).



3.1.2 Solicitação (profissionais)

Na tela de solicitação de acreditação escolher a categoria **Acreditação de profissionais** selecionando os dados as informações solicitadas no formulário e clicar em  para finalizar a solicitação.



IAS - Sistema de

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Solicitação de Acreditação

Categoria: Acreditação Profissional Acreditação de Organização

Organização Reconhecadora: Selecionar organização reconhecadora


Competência: Selecionar competência em que deseja ser acreditado

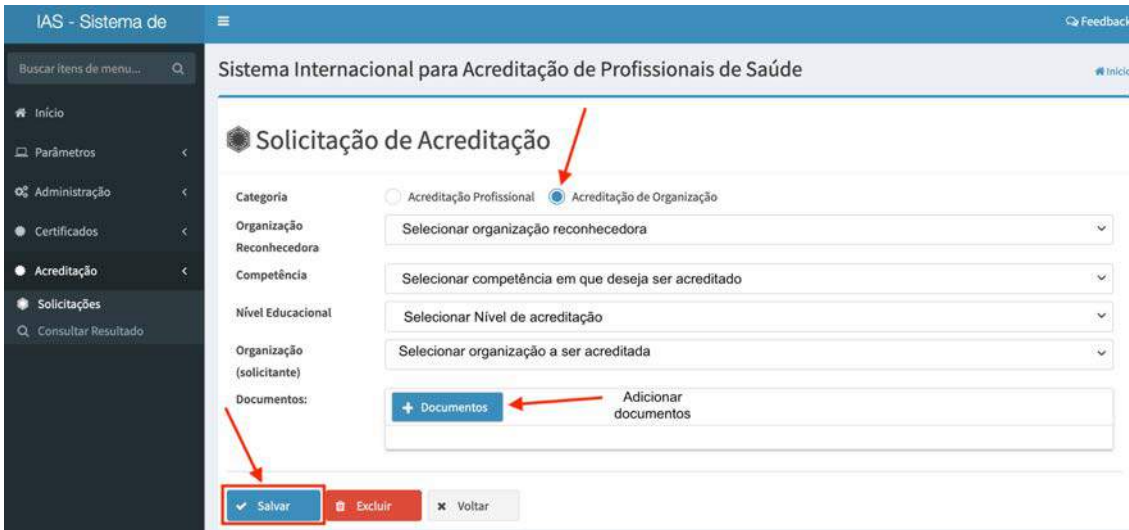
Nível Educacional: Selecionar nível da acreditação

Profissional (solicitante): Selecionar profissional a ser acreditado

3.1.3 Solicitação (organizações)

Na tela de solicitação de acreditação escolher a categoria **Acreditação de Organização** selecionando os dados as informações solicitadas no formulário e clicar em  para finalizar a solicitação.



IAS - Sistema de

Sistema Internacional para Acreditação de Profissionais de Saúde

Solicitação de Acreditação


Categoria: Acreditação Profissional Acreditação de Organização




Organização Reconhecadora: Selecionar organização reconhecadora

Competência: Selecionar competência em que deseja ser acreditado

Nível Educacional: Selecionar Nível de acreditação

Organização (solicitante): Selecionar organização a ser acreditada

Documentos:  Adicionar documentos

3.1.4 Exibir solicitação

Exibir

Para exibir os dados de uma solicitação deve-se utilizar o botão na listagem de solicitações.

Código	Categoria	Solicitante	Competência	Nível Educacional	Estado	
18	Acreditação Profissional	Fernando Figueira	Transplantes		APROVADO	Exibir Avaliar
24	Acreditação Profissional	Carlos Eduardo	Transplantes	Nível 1 - Acreditado	NAOVALIDAO	Exibir Avaliar

Será exibido os dados da solicitação selecionada na lista.

Dados do Item

Categoria: Acreditação Profissional

Competência Requerida: Transplantes

Nível Educacional: Nível 1 - Acreditado

Profissional (solicitante): Carlos Eduardo

Credenciadora: Instituto Internacional de Ac creditação para Profissionais de Saúde

Excluir Voltar

3.1.5 Avaliar Solicitação

Para avaliar uma solicitação deve-se clicar no botão **Avaliar** na lista de solicitações. Ou clicar no botão **Análises de solicitação** na tela inicial.

A primeira imagem mostra o menu de navegação do sistema, com o botão "Análises de solicitação" destacado por um retângulo vermelho. A segunda imagem mostra a tela de "Solicitação de Acreditação" com uma tabela de solicitações. Duas linhas da tabela são destacadas com retângulos vermelhos, cada uma com os botões "Exibir" e "Avaliar" também destacados.

Código	Categoria	Solicitante	Competência	Nível Educacional	Estado	
18	Acreditação Profissional	Fernando Figueira	Transplantes		APROVADO	Exibir Avaliar
24	Acreditação Profissional	Carlos Eduardo	Transplantes	Nível 1 - Acreditado	NADAVALIDAO	Exibir Avaliar

Na tela de avaliação selecionar o resultado entre as opções **deferido** ou **indeferido** e clicar no botão **Salvar** para finalizar a avaliação (caso seja avaliado como **deferido** um certificado será criado automaticamente). Na avaliação de profissionais são exibidas as avaliações realizadas por ele, para organizações é disponibilizado o download dos documentos enviados para análise.

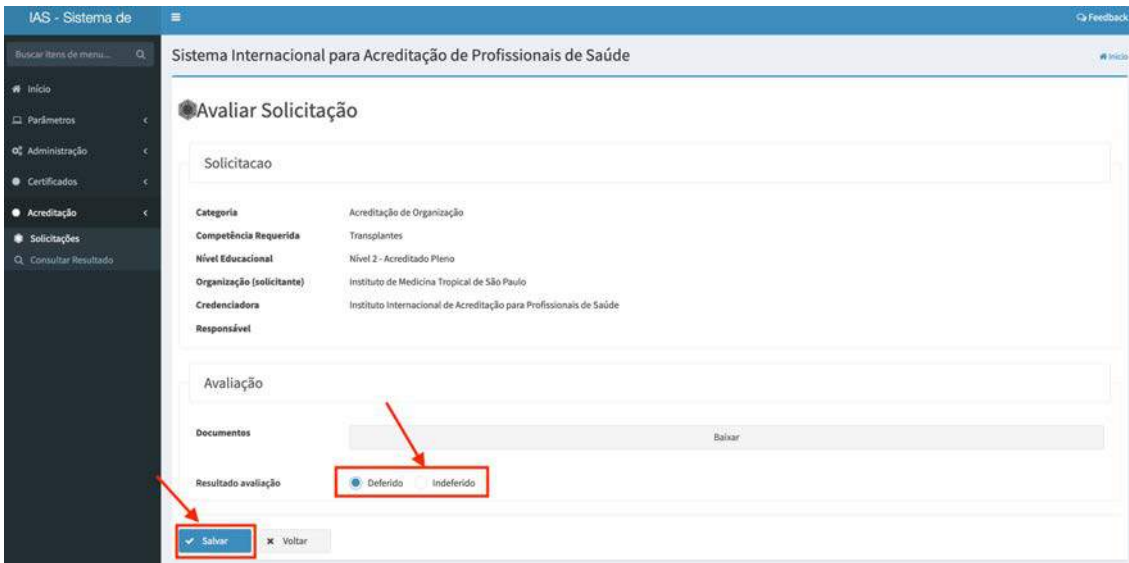
A terceira imagem mostra a tela de "Avaliar Solicitação". No topo, há um formulário com os seguintes dados:

- Categoria: Acreditação Profissional
- Competência Requerida: Covid 19
- Nível Educacional: Nível 1 - Acreditado
- Profissional (solicitante): Carlos Eduardo
- Credenciadora: Instituto de Medicina Tropical de São Paulo
- Responsável:




Abaixo, há uma tabela de "Etapas de Avaliação":

Etapas de Avaliação	Etapas	Resultado/Nota
Teste Prático		8


Na seção "Resultado avaliação", há duas opções: **Deferido** (selecionada) e **Indeferido**. Abaixo, há um botão **Salvar** destacado por um retângulo vermelho.

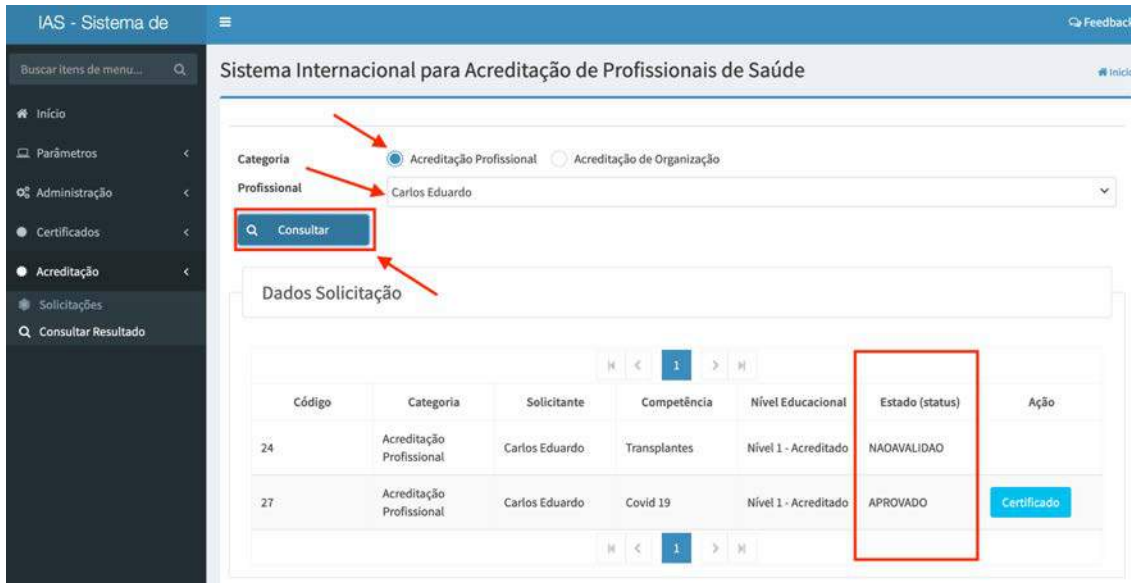


3.1.6 Consultar resultado

Para consultar o resultado deve-se utilizar o botão  na tela inicial ou o menu lateral  → .



Na tela de consulta selecionar **Acreditação profissional** ou **Acreditação de organização** selecionar o profissional ou a organização e clicar no botão  o resultado será exibido na lista abaixo.



4 CERTIFICADOS

4.1.1 Consultar certificados

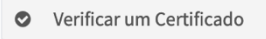
Para consultar os certificados de um determinado profissional ou organização pode se utilizar o botão **Consultar Certificados** na página inicial do sistema ou utilizar o menu lateral **Certificados** → **Consultar Certificados**




Na tela de consulta deve-se escolher entre **Acreditação profissional** e **Acreditação de Organização**, selecionar o profissional ou organização a ser consultado e clicar **Consultar** e os resultados serão listados na tabela abaixo da consulta.



4.1.2 Validar um certificado

Para validar um certificado de um determinado profissional ou organização pode se utilizar o botão  na página inicial do sistema ou utilizar o menu lateral



Na tela de validação deve-se escolher entre **Acreditação profissional** e **Acreditação de Organização**, digitar o *hash* do certificado a ser validade e clicar no botão  serão exibidos os dados e o resultado da validação do certificado. Um certificado inválido não retorna nenhum dado e exibe uma mensagem informando que o certificado não foi encontrado.



4.1.3 Listar e exibir dados de Certificados

Todos os certificados contidos no sistema podem ser vistos na listagem de certificados no menu lateral **Certificados** → **Certificados** clicando em **Exibir Dados** os dados do certificado selecionado serão exibidos na tela.





4.1.4 Exibição Certificado

Em todas as listas e consultas que apresentarem o botão **Certificado** ao ser clicado exibirá o certificado correspondente para impressão, todos os certificados criados pelo sistema possuem um *hash* único para validação.

