

The background is a dark field filled with blurred, multi-colored text resembling computer code. The colors include green, blue, yellow, and orange. In the center of the image is a large, solid black circle. Overlaid on this circle is the text 'CADERNO' in small white capital letters, followed by 'UNI' and 'FESO' in very large, bold white capital letters, and 'TEC' in large white capital letters.

CADERNO
**UNI
FESO
TEC**

VOL. 1. NÚMERO 1. (2023)

Artigo científico**Olá, seja bem-vindo (a) ao Caderno UnifesoTec!****Foco e Escopo**

O Caderno UnifesoTec é uma publicação interdisciplinar que visa promover a disseminação de Trabalhos de Conclusão de Curso, bem como, pesquisas inovadoras e avanços significativos no campo das Ciências Exatas e Tecnológicas. Nosso caderno está aberto para acadêmicos, pesquisadores e profissionais compartilharem suas contribuições relevantes para essa importante área de estudo.

Processo de Avaliação pelos Pares

Avaliação do manuscrito será feita por dois membros do Comitê Editorial do Caderno UnifesoTec, quanto ao caráter científico, apresentação geral e adequabilidade ao foco e escopo do periódico. A avaliação permite que o revisor aprove, faça sugestões de modificações textuais ou recuse o manuscrito avaliado.

Periodicidade

Periódico eletrônico anual

Política de Acesso Livre

O Caderno UnifesoTec é uma publicação de acesso aberto, garantindo assim que os estudos sejam amplamente disponibilizados para a comunidade acadêmica e profissional.

Endereço postal

Av. Alberto Torres 111,
Alto, Teresópolis/RJ
Brasil.

Contato Principal e Editor

Nome: Eugênio Silva
Telefone: 2641- 7159
E-mail: eugeniosilva@unifeso.edu.br

Formatação

Editora Unifeso
Contato para Suporte Técnico
E-mail: supsistemas@unifeso.edu.br

EDITORIAL

O Caderno UnifesoTec, é um periódico eletrônico semestral, de acesso livre, que surgiu de uma iniciativa institucional com o objetivo de ampliar a visibilidade dos principais trabalhos de conclusão de curso (TCCs) desenvolvidos pelos alunos dos cursos de Ciência da Computação e Engenharia Civil do UNIFESO.

Tradicionalmente, uma vez concluídos, os TCCs são encaminhados à biblioteca institucional, que se encarrega de armazená-los em seus repositórios digitais e de disponibilizá-los à comunidade acadêmica por meio de seus mecanismos de busca. Trata-se de uma forma de compartilhamento que limita significativamente o acesso do público em geral aos trabalhos dos alunos. Com isso, salvo raras exceções, trabalhos com potencial interesse de pesquisa, ou até mesmo de geração de produto, acabam não sendo devidamente divulgados.

Para que os melhores TCCs despertem o interesse de leitores de diferentes áreas de conhecimento e, com isso, alcancem a máxima visibilidade, o Caderno UnifesoTec adota como premissa em suas publicações o uso de uma linguagem mais didática, sem, contudo, abrir mão do devido rigor. Assim, espera-se favorecer a compreensão dos temas em discussão por parte de leitores não especializados. O modelo de publicação adotado preconiza ainda artigos curtos, que abordem os temas de interesse de forma objetiva e que promovam a leitura rápida.

Em seu primeiro número são apresentados três artigos da área de Ciência da Computação e dois da Engenharia Civil com temáticas aderentes às demandas do mundo do trabalho.

Eugênio Silva
Editor-Chefe, UNIFESO, Teresópolis – RJ, Brasil

Artigo científico**SUMÁRIO**

ALLSAFE: DESENVOLVIMENTO DE UM ANTIVÍRUS DE BAIXO CUSTO COMPUTACIONAL.....	5
Enos Gabriel Melo Da Silva; Eugênio Silva	
UTILIZAÇÃO DE BLOCKCHAIN EM VOTAÇÕES ELETRÔNICAS PARA REUNIÕES DE CONDOMÍNIOS.....	11
Romulo Lins Pereira; Alberto Angonese	
A INCORPORAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DE UMA ORGANIZAÇÃO EXPONENCIAL NO CAMPO DE ATUAÇÃO DA ENGENHARIA CIVIL.....	21
Daniel Cordeiro Chiappetta; Rafael Cezar Menezes	
TIJOLOS ECOLOGICOS DE SOLO-CIMENTO: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO MECÂNICO DO TIJOLO UTILIZANDO DIFERENTES TRAÇOS COM SOLOS DA REGIÃO SERRANA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	36
Lucas Do Canto Mendes, Beatriz Temtemples de Carvalho	
IPYDOJO: GAMIFICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO.....	52
Renan da Rocha Pinto; Alexandra Miguel Raibolt da Silva	

ALLSAFE: DESENVOLVIMENTO DE UM ANTIVÍRUS DE BAIXO CUSTO COMPUTACIONAL

ALLSAFE: DEVELOPMENT OF AN ANTIVIRUS WITH LOW COMPUTATIONAL COST

Enos Gabriel Melo Da Silva; Eugênio Silva

RESUMO

Atualmente, há diversos programas de antivírus no mercado que se apresentam como mecanismos eficazes de proteção de sistemas computacionais contra a infecção por vírus. Contudo, de maneira geral, esses programas apresentam alta demanda por recursos computacionais, especialmente memória e processamento, para alcançar seus objetivos. Com isso, o uso desses programas em máquinas mais antigas, em que esses recursos computacionais são mais escassos, se torna praticamente inviável. Assim, tem-se uma parcela bastante significativa de equipamentos que acabam ficando desprotegidos. Diante disso, este trabalho propôs e desenvolveu um programa de antivírus, onde o processamento é feito em nuvem, garantindo um baixo consumo de recursos computacionais no computador onde o antivírus está instalado. O programa desenvolvido foi testado em máquinas virtuais e máquinas reais e os resultados obtidos mostram a viabilidade da proposta.

Palavras-chave: Antivírus; Segurança; Vírus;

ABSTRACT

Currently, there are several antivirus programs on the market that present themselves as effective mechanisms for protecting computer systems against virus infection. However, in general, these programs have a high demand for computational resources, especially memory and processing, to achieve their goals. As a result, the use of these programs on older machines, where these computational resources are scarce, becomes practically unfeasible. Thus, there is a very significant portion of equipment that ends up being unprotected. In view of this, this work proposed and developed an antivirus program, where the processing is done in the cloud, guaranteeing a low consumption of computational resources, on the computer where the antivirus is installed. The developed program was tested in virtual machines and real machines and the obtained results show the viability of the proposal.

Keywords: Anti-viruses; Security; Virus;

INTRODUÇÃO

A segurança da informação é um assunto muito importante na área de tecnologia, pois é responsável pela proteção dos dados e sistemas computacionais. Um dos softwares relacionados com a segurança da informação são os antivírus, que são extremamente recomendados para todos os tipos de usuários. Os antivírus têm como objetivo proteger o sistema de vírus e *scripts* maliciosos. Quando um arquivo é baixado no computador o antivírus deve verificar se o arquivo baixado pode conter vírus e notificar o usuário. Os antivírus podem também efetuar filtragens na rede, ou seja, limitar acesso a sites que tenham certificados duvidosos, *feedbacks* negativos e que façam parte do histórico de

sites perigosos. As filtragens na rede são muito interessantes para empresas, pois permitem que o administrador limite o tráfego de rede fazendo com que apenas sites que estejam de acordo com a política da empresa possam ser acessados pela rede.

Nos dias atuais, há diversos antivírus que, em comum, apresentam como aspecto negativo o alto consumo de recurso computacional, em especial memória RAM e processador. O processo de escaneamento de um antivírus pode deixar os computadores mais lentos, conforme explica o *supporter*, Sebastião Almeida:

“O antivírus está sempre buscando por vírus e atualizações enquanto está online.”

Artigo científico

Se esse processo for executado durante o horário em que estamos trabalhando, sequentemente, ele deixará o computador lento” (Sebastião, Almeida, 2017).

Segundo o suporte do antivírus Avast, em caso de lentidão:

“O ideal e a melhor solução seria comprar um novo computador com múltiplos processadores. No entanto, se o seu orçamento não permite comprar um novo computador, então pelo menos, acrescentar memória RAM” (Avast, 2015).

Diante do exposto, o desenvolvimento de um antivírus que proporcione eficácia, com baixo custo computacional, seria de bastante utilidade para atender a demanda por proteção em computadores mais antigos.

MATERIAL E MÉTODOS

O antivírus é um software que identifica e protege os dispositivos de malwares, também conhecidos como vírus. Esse programa pode ser instalado em computadores e dispositivos móveis, como celulares e tablets. Atualmente, há diversos tipos de antivírus no mundo da tecnologia e todos têm a sua particularidade e metodologia de funcionamento. A função mais simples de um antivírus é monitorar arquivos e outros programas de um dispositivo para detectar vírus. Quando novas aplicações são instaladas, o programa faz a verificação delas para saber se existe alguma ação suspeita. Se algo foi identificado, a instalação é bloqueada ou a nova aplicação é encaminhada para a quarentena (ESET,2022).

No processo de verificação de um arquivo, a maioria dos antivírus segue um padrão de verificação que pode ser dividido em duas camadas. Na primeira camada, o antivírus recebe o arquivo e verifica se a sua assinatura é de algum vírus conhecido. A busca e comparação são realizadas por meio de uma base de dados de vírus e malwares. As bases de dados para comparação tendem a ser muito robustas, já que elas têm que armazenar todos

os tipos de vírus conhecidos até o momento. Na segunda camada o antivírus faz uma busca mais minuciosa. Ao receber o arquivo para verificação o antivírus particiona o arquivo e observa todo o seu código binário, verificando se existe alguma macro ou algum *script* malicioso. Após esse processo o antivírus emite um laudo. Se o laudo informar que o arquivo verificado está infectado, o antivírus deve realizar ações para neutralizar o vírus.

Com base nas informações de como os antivírus funcionam, é necessário identificar a forma mais adequada para desenvolver o projeto. Ao pesquisar sobre o assunto foram observadas duas opções. A primeira opção seria desenvolver um *back-end* que fizesse as principais camadas de verificação de vírus. No entanto, isso é algo que consome muito tempo, pois para validar o seu funcionamento serão necessários testes e esses testes são complexos, já que em muitos casos é necessário testar o projeto com vírus reais para validar a sua efetividade.

Como segunda opção há uma biblioteca desenvolvida em linguagem Python, disponibilizada pela empresa CLOUDMERSIVE, que realiza os processos de verificação. Tendo essas opções foi escolhida a segunda. Foi desenvolvido um sistema *desktop* Python integrado com a biblioteca CLOUDMERSIVE, que faz a comunicação com *endpoints* de uma API. Nesta API, são executados processos de verificação de vírus e uma das vantagens de usar uma API é que para a verificação dos vírus, não se utiliza a máquina local para processar as camadas de verificação, o que garante o uso reduzido de seus recursos (memória e processamento). Esse comportamento de uso de API pela rede é algo comum entre APIs.

Para o desenvolvimento do antivírus foi utilizada a linguagem Python, que é uma linguagem de programação de alto nível dinâmica, interpretada, modular, multiplataforma e orientada a objetos (PYTHON,2022). Por ser uma linguagem de sintaxe relativamente simples, ganhou popularidade entre os desenvolvedores. Uma de suas maiores vantagens é a grande oferta de

Artigo científico

bibliotecas, nativas e de terceiros, tornando-a muito robusta e útil. O Python é utilizado em diversas áreas, principalmente na área de segurança da informação, devido a sua flexibilidade e fácil legibilidade.

Para o desenvolvimento da interface gráfica foi escolhida a biblioteca PySimpleGUI. Trata-se de uma biblioteca gráfica de fácil utilização e que apresenta uma demanda bastante baixa por recursos computacionais. Com isso tem-se uma ferramenta que atende, ao mesmo tempo, aos requisitos desempenho e de facilidade criação de uma interface de comunicação com a aplicação desenvolvida em Python.

Para a verificação de vírus foi utilizada a biblioteca CLOUDMERSIVE, que disponibiliza serviços como, verificar se um arquivo contém vírus, verificar se um *website* é malicioso, até mesmo verificar se existe algum vírus em nuvem. Alguns destes serviços possuem custos, mas alguns são gratuitos. Para o desenvolvimento deste antivírus, por exemplo, foi utilizada uma licença gratuita que permite fazer mais de 800 chamadas por mês, o que é um número que provavelmente não vai ser utilizado no período de 30 dias. No desenvolvimento do antivírus foram utilizados apenas dois recursos, o “Vírus Scan Files” e o “Vírus Scan URLs”.

Vírus Scan files é um *endpoint* da CLOUDMERSIVE. Um *endpoint* da API é o local em que essas solicitações (conhecidas como chamadas de API) são atendidas (CLOUDFLARE, 2022). Para fazer uma chamada adequada para este endereço é necessário informar o nome do arquivo para verificação e a chave da API. Após isso, a API recebe o arquivo e realiza os procedimentos para verificar sua integridade.

A CLOUDMERSIVE possui uma base de dados sobre assinaturas de vírus com mais de 17 milhões de resultados. Segundo a documentação, o arquivo submetido passa por duas camadas de testes. Na primeira camada, chamada de “Virus and Malware Signature Scanning” a API verifica se o arquivo submetido faz parte de algum vírus conhecido,

por meio de buscas de assinaturas em uma base de dados. Após a busca, caso o arquivo seja um vírus desconhecido, será necessário realizar a segunda camada de testes, chamada “Content Scanning”.

Na segunda camada a API faz uma leitura minuciosa no arquivo submetido, verificando se o seu conteúdo contém *scripts* ou macros maliciosos. Esta leitura funciona sobre todos os formatos de arquivos, até mesmo binários (.exe) e comprimidos (rar, zip e etc...). Após realizar estas etapas a API retorna os resultados, informando se o arquivo possui vírus ou não. Com base nesse retorno, cabe ao usuário decidir o que será feito com o arquivo.

Virus Scan URLs também é um *endpoint* da CLOUDMERSIVE, mas foi desenvolvido para verificação de *links* e *websites*. Para fazer uma chamada adequada para este endereço é necessário informar uma URL para verificação e a chave da API. Ao fazer uma requisição, é acionada uma única etapa chamada “Content Scanning”. O procedimento de verificação é o mesmo do *endpoint* “Virus Scan Files” com uma única diferença, que neste caso será verificada uma URL em vez de um arquivo real, sendo assim é descartada a necessidade de *upload*. Após a verificação, a API vai informar se o *link* é seguro ou não.

Para realizar os testes foi utilizado o software VirtualBox. Trata-se de um software *opensource*, aplicativo gratuito, multi-plataforma para criar, gerenciar e executar máquinas virtuais (VMs) – computadores cujos componentes de hardware são emulados pelo computador host, o computador que executa o programa. VirtualBox pode ser executado em Windows, Mac OS X, Linux e Solaris (ORACLE, 2022).

Após reunir essas informações, foi desenvolvido um sistema desktop Python integrado com a biblioteca CLOUDMERSIVE, que faz a comunicação com *endpoints* de uma API. No processo de *back-end* o objetivo principal é integrar o código em Python com a API CLOUDMERSIVE, que é responsável

Artigo científico

por verificar a existência de vírus em arquivos. Para essa integração, existe uma biblioteca Python, disponibilizada pela própria Cloudmersive, chamada de “cloudmersive-virus-api-client”. Por meio desta biblioteca é possível estabelecer uma comunicação entre a aplicação Python e o *endpoint* de verificação de vírus.

Para realizar essa integração é necessário instalar a biblioteca “cloudmersive-virus-api-client” no Python e passar dois parâmetros. O primeiro parâmetro é a chave da API, que pode ser obtida gratuitamente no *website* da Cloudmersive, sendo necessário apenas fazer um cadastro. O segundo parâmetro é o caminho onde se encontra o arquivo a ser verificado, se for um *website* o parâmetro será URL. Feito isso, se os dados foram informados corretamente, um retorno da API será recebido informando o resultado da verificação.

No retorno da API é informado um campo “Clean Result” com um valor booleano. Caso o resultado seja falso, significa que o arquivo está infectado com algum vírus.

Após fazer a integração com a API é necessário criar uma interface mais amigável para que o usuário possa selecionar o arquivo para ser verificado. Para fazer isso utilizando a biblioteca PySimpleGUI, foi desenvolvido um layout utilizando a sintaxe padrão disponível na documentação do (PySimpleGUI, 2022). Após criar o layout é necessário chamá-lo por meio de uma função e estará concluído o antivírus em Python. A Figura 1 mostra um exemplo de código Python realizando uma chamada para API. Na Figura 2, é apresentado um exemplo de retorno da API, quando o arquivo submetido não possui vírus. Na Figura 3 é exibido um exemplo de retorno quando o arquivo submetido possui vírus. Já na Figura 4 é apresentada a tela principal do antivírus.

Figura 1 – Exemplo de chamada da API

```
def scanningFile(filepath):
    # Configure API key authorization: Apikey
    configuration = cloudmersive_virus_api_client.Configuration()

    # API KEY
    configuration.api_key['Apikey'] = '00000000-00000000-00000000'

    # create an instance of the API class
    api_instance = cloudmersive_virus_api_client.ScanApi(cloudmersive_virus_api_client.ApiClient(configuration))
    #input_file = "C:\\Users\\Enos\\Downloads\\vtrr.json" # file | Input file to perform the operation on.
    input_file = filepath

    try:
        # Scan a file for viruses
        api_response = api_instance.scan_file(input_file)
        pprint(input_file)
        pprint(api_response)
        return(api_response.clean_result)
    except ApiException as e:
        print("Exception when calling ScanApi->scan_file: %s\n" % e)
```

Fonte: Autoria Própria

Figura 2 - Retorno quando um arquivo está limpo

```
'C:/Users/Enos/Downloads/DiagramaEmBranco.pdf'
{'clean_result': True, 'found_viruses': None}
```

Fonte: Autoria Própria

Figura 3 - Retorno quando um arquivo está infectado com vírus

```
'C:/Users/Enos/Downloads/eicar_com.zip'
{'clean_result': False,
 'found_viruses': [{'file_name': 'stream',
 'virus_name': 'Win.Test.EICAR_HDB-1']}]}
```

Fonte: Autoria Própria

Figura 4 - Tela principal do antivírus



Fonte: Autoria Própria

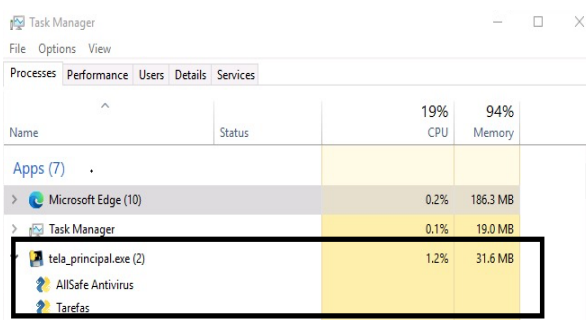
RESULTADOS

Para realizar os testes de vírus é necessário primeiramente se preocupar com a segurança do computador, onde vão ser realizados os testes. Para isso, foi utilizada uma máquina virtual (virtualbox) para realização dos testes, já que é necessário desligar todos os meios de

Artigo científico

segurança do sistema operacional. Para a realização dos testes foi utilizado um vírus de teste chamado EICAR. Esse vírus de teste é projetado para verificar a operação dos aplicativos de antivírus e foi desenvolvido pelo European Institute for Computer Antivirus Research (EICAR). O vírus de teste não é um objeto malicioso e não contém um código executável para o seu dispositivo, mas os aplicativos antivírus da maioria dos fornecedores o identificam como uma ameaça (“Sobre o vírus de teste EICAR”, KASPERSKY, 2022). O antivírus conseguiu verificar que o arquivo baixado estava infectado com um vírus de teste. Também é importante informar que API que está sendo utilizada, já foi testada pela própria CLOUDMERSIVE descartando possíveis preocupações em relação à confiabilidade do resultado.

Figura 5 - Gerenciador de tarefas do Windows



Name	Status	CPU	Memory
Microsoft Edge (10)		0.2%	186.3 MB
Task Manager		0.1%	19.0 MB
tela_principal.exe (2)		1.2%	31.6 MB
AllSafe Antivirus			
Tarefas			

Fonte: Autoria Própria

Para os testes de desempenho foi utilizado o próprio gerenciador de tarefas do sistema operacional Windows que mostra o consumo de CPU, memória e disco. Durante os testes, o antivírus consumiu 1.2% do processador e um máximo de 34MB de memória RAM. Este baixo consumo, está relacionado ao processo de verificação de arquivos, que não é realizado na máquina local, mas na API em nuvem, economizando recursos computacionais no computador onde o antivírus estiver instalado. Na Figura 5 é exibido a o gerenciador de tarefas com o consumo de recursos do antivírus.

DISCUSSÃO

Mesmo o antivírus desenvolvido tendo

atingido o objetivo de detectar um vírus em um arquivo infectado, é importante destacar alguns aspectos que merecem atenção. Um deles está relacionado a arquivos grandes. Como o antivírus precisar fazer o *upload* do arquivo para ser verificado, em casos de arquivos muito grandes o usuário precisará dispor de uma conexão de internet de melhor qualidade. Outro aspecto está relacionado à necessidade de o usuário estar sempre conectado à internet, para que as ferramentas de detecção de vírus possam ser utilizadas.

CONCLUSÃO

O alto consumo de recursos computacionais, característico dos antivírus atuais, inviabiliza a utilização desses mecanismos de proteção em computadores mais antigos, deixando vulnerável uma parcela significativa dos equipamentos em uso. Para contornar essa limitação e oferecer proteção a esses equipamentos, foi desenvolvido um antivírus de baixo custo computacional que utiliza apenas três tecnologias essenciais: a linguagem de programação Python, a biblioteca gráfica (PySimpleGUI) e a API de verificação de vírus (Cloudmersive APIs). A ideia de utilizar uma API foi para que o processamento não ocorresse na máquina local, economizando assim recursos computacionais. O antivírus foi desenvolvido com um design minimalista e com o foco em baixo consumo de memória RAM e processador. O antivírus apresenta funções como: verificação se um arquivo está infectado por um vírus e verificação se um site é malicioso. Foram realizados testes de verificação de vírus, além da utilização de uma API (Cloudmersive APIs) que garante a confiabilidade de suas verificações de vírus. Com isso conclui-se que é possível desenvolver um antivírus simples e funcional com baixo custo e que consuma poucos recursos computacionais. Ainda que seja uma solução que dependa de uma conexão de internet que seja constante e de boa qualidade, trata-se de uma solução capaz de oferecer proteção a computadores mais antigos e que ainda estão em uso.

Artigo científico

REFERÊNCIAS

1. CLOUDMERSIVE. Home. Disponível em: <<https://cloudmersive.com/>>. Acesso em: 21 out 2022.
2. Welcome to Python.org. Disponível em: <<https://www.python.org/>>. Acesso em: 21 out 2022.
3. PySimpleGUI. Disponível em: <<https://www.pysimplegui.org/en/latest/>>. Acesso em: 21 out 2022.
4. Antivírus e Soluções de Segurança para Internet. Disponível em: <<https://www.eset.com/br/>>.
5. Acesso em: 21 out 2022.
6. O que é um vírus de computador? Disponível em: <<https://br.norton.com/blog/malware/what-is-a-computer-virus>>. Acesso em: 21 out 2022.
7. Oracle VM VirtualBox. Disponível em: <<https://www.virtualbox.org/>>. Acesso em: 21 out 2022.
8. Computador lento? em: <<https://netsupport.com.br/computador-lento-fatores/>>.
9. Acesso em: 7 nov 2022.
10. Avast deixa o PC lento?. Disponível em: <<https://blog.avast.com/pt-br/2015/07/28/o-avast-deixa-o-computador-lento/>>. Acesso em: 7 nov 2022.
11. Avast | Antivírus grátis e fácil. Disponível em: <<https://www.avast.com/pt-br/index-tcpc>>. Acesso em: 7 nov 2022.
12. QUE, O. O que é API e para que serve? Cinco perguntas e respostas. Disponível em:
13. <<https://www.techtudo.com.br/listas/2020/06/o-que-e-api-e-para-que-serve-cinco-perguntas-e-respostas.ghml>>. Acesso em: 7 nov 2022.
14. O que é um endpoint de API? Disponível em: <<https://www.cloudflare.com/pt-br/learning/security/api/what-is-api-endpoint>>. Acesso em: 7 nov 2022.
15. ALEXEY MALANOV. Manual básico do antivírus: Assinaturas, vírus e desinfecção. Disponível em: <<https://www.kaspersky.com.br/blog/signature-virus-disinfection/6708/>>. Acesso em: 7 nov 2022.
16. Sobre o vírus de teste EICAR. Disponível em: <<https://support.kaspersky.com/KESS/3.0/pt-BR/147734.htm>>. Acesso em: 7 nov 2022.
17. Eicar – Y. Disponível em: <<https://www.eicar.org/>>. Acesso em: 7 nov 2022. LUCAS THIAGO. TÉCNICAS ULTRALEVES PARA DETECÇÃO DE MALWARE BASEADA EM ASSINATURAS PARA REDES DE COMPUTADORES. Disponível em: <<https://mostra-de-tccs-bcc.github.io/TCC-BCC-Bauru-2016/gouvea/thesis-gouvea.pdf>>. Acesso em: 20 nov 2022

UTILIZAÇÃO DE BLOCKCHAIN EM VOTAÇÕES ELETRÔNICAS PARA REUNIÕES DE CONDOMÍNIOS

USE OF BLOCKCHAIN IN ELECTRONIC VOTING FOR CONDOMINIUM MEETINGS

Romulo Lins Pereira ¹; Alberto Angonese ²

¹ Centro Universitário Serra dos Órgãos, romulotere@gmail.com

² Doutor - Centro Universitário Serra dos Órgãos, albertoangonese@unifeso.edu.br

RESUMO

Aplicações envolvendo a utilização do blockchain vem crescendo a cada dia, apesar de na maioria, ainda serem voltadas para validação de transações financeiras com criptomoedas. Entretanto, devido a sua segurança, essa tecnologia apresenta potencial de utilização também em outros métodos, como, sociais, políticos, econômicos e industriais. O presente artigo propõe a implementação de um sistema de votações para condomínios baseadas em blockchain, demonstrando que o blockchain pode ser utilizado em pequenas redes não sendo necessário um grande computador para tal feito. Utilizado a linguagem de programação Solidity e o ambiente de desenvolvimento o Remix IDE, a implementação utiliza contratos inteligentes para fazer a validação dos endereços da rede. Como resultado é apresentado um contrato inteligente responsável pela a criação de pautas de uma reunião de condomínios. Pelo sistema, os condôminos podem realizar a votação sobre a pauta criada através da blockchain, com segurança, mostrando os resultados de forma transparente, descentralizada e auditável

Palavras-chave: Blockchain; votação eletrônica; contratos inteligentes

ABSTRACT

Blockchains applications is growing every day, although it is still widely used to validate financial transactions with cryptocurrencies, due to its security, this technology has the potential to be used in other methods, like social, political, economic and industrial. This article proposes the implementation of a voting system for condominiums based on blockchain, demonstrating that blockchain can be used in small networks, not requiring a large computer to do so. Using the solidity programming language and the Remix IDE development environment, the implementation uses smart contracts to validate network addresses. As a result, a smart contract responsible for creating agendas for a meeting of condominiums is presented. Through the system, condominium members can vote on the agenda created through the blockchain, safely, showing the results in a transparent, decentralized and auditable way

Keywords: Blockchain; electronic voting; smart contracts

INTRODUÇÃO

Os conceitos de bitcoin e blockchain foram popularizados em 2008 por Satoshi Nakamoto, como a tecnologia de um livro razão distribuído e com banco de dados descentralizado. Utilizando métodos criptográficos, podem ser combinados em uma moeda digital afim de resolver um problema de gastos duplos e utilizar transações sem a necessidade

de um terceiro de confiança. (NAKAMOTO, 2008). Hoje a aplicação do blockchain passou de validação de transações financeiras para aplicações na área de saúde, gerenciamento de suprimentos, proteção de direitos autorais e até mesmo votações (ENGELHARDT, 2017). A tecnologia blockchain tem sido aprimorada pela evolução de uma ampla variedade de tecnologias, como rede ponto a ponto, cripto-

Artigo científico

grafias, contratos inteligentes e algoritmos de consenso (CHRISTIDIS; DEVETSIKIOTIS, 2018). Utilizando tais tecnologias, esse projeto propõe demonstrar a utilização de um contrato inteligente para a realização de votações eletrônicas de condôminos. O sistema desenvolvido permite que qualquer morador participe da apuração dos votos, de forma totalmente auditável, transparente e com resultando em tempo real.

A votação online é uma tendência que está ganhando força na sociedade moderna. Apresenta potencial para diminuir os custos organizacionais e aumentar a participação dos eleitores. Utilizando recursos confiáveis, elimina a necessidade de imprimir os votos ou abrir assembleias para apuração de votos, os eleitores podem votar de onde quer que haja uma conexão com a internet e um dispositivo conectado à rede Ethereum (ETHEREUM, 2021). A tecnologia blockchain devido sua segurança, permite a implementação de nós descentralizados e verificações de ponta a ponta. Essa tecnologia é um grande substituto para soluções tradicionais de votações eletrônicas, com características distribuídas. Todos esses critérios popularizam o blockchain e as possibilidades em suas redes aumentam a cada dia. (JAFAR; AZIZ; SHUKUR, 2021).

Neste trabalho será utilizada a linguagem Solidity (SOLIDITY, 2022) para construir um contrato inteligente que permita a criação de pautas com propostas e temas discutidos em reuniões de condomínios, com a apuração de forma transparente, auditável, descentralizada e segura.

MATERIAL E MÉTODOS

Nessa seção serão apresentadas as ferramentas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento da solução proposta.

BLOCKCHAIN

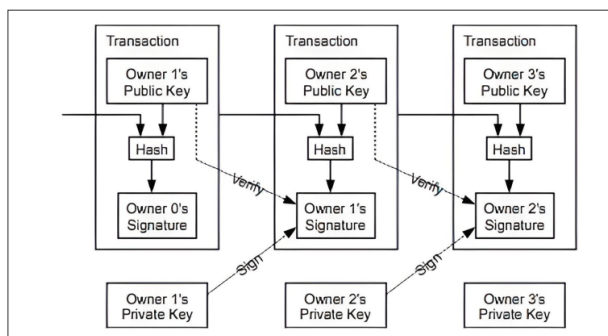
Uma das primeiras citações do blockchain foi em 1991 quando os pesquisadores Stuart Haber e W. Scott Stornetta perceberam que a alteração e falsificação de documentos digitais era algo bem simples de ser feito, então estavam trabalhando em uma solução prática para ter uma forma de ter os backups de documentos digitais, utilizando um carimbo de data e hora mais seguros e após organizar esses backups em uma cadeia para protegerem os mesmos criptograficamente. (HIMANSHI, 2022) Porém somente em 2008 o Blockchain foi popularizado por Satoshi Nakamoto, após a publicação do artigo “Bitcoin: A peer-to-Peer Electronic Cash System” em que foi proposto um sistema de pagamento peer-to-peer que permitia transações em dinheiro pela internet sem depender de uma instituição financeira ou um terceiro de confiança (NAKAMOTO, 2008).

O bitcoin é considerado a primeira aplicação do conceito blockchain para criar uma moeda que poderia ser trocada pela internet, contando com a cadeia de assinaturas digitais e criptografia para manter o bloco seguro. Conforme ilustrado na Figura 1, durante as transações feitas no blockchain são utilizadas as chaves públicas, o proprietário transfere a quantia para o próximo usuário e assina digitalmente o *hash* da transação anterior e a chave pública do próximo proprietário é adicionada ao final. Assim, sempre que

Artigo científico

a transação ocorrer será verificado a chave da *hash* do bloco anterior e a chave pública do beneficiário.

Figura 1 – Transações com assinaturas digitais



Fonte: (NAKAMOTO, 2008)

A tecnologia blockchain é um mecanismo de livro-razão distribuído Distributed Ledger Technology – DTL ou um banco de dados avançado que agrupa um conjunto de informações que se conectam por meio do *hash*, que permite o compartilhamento transparente de informações na rede.

Como o próprio nome sugere, sua estrutura é formada por um conjunto de nós interligados por códigos *hash* formando uma cadeia. Os blocos são normalmente compostos da data e hora que o bloco foi minerado, a quantidade transacionada, partes da transação, e os endereços digitais de origem e destino e por fim, os códigos *hash*, que identificam cada transação de forma individual.

HASH

O Hash é o resultado de uma operação criptográfica que gera identificadores únicos. O protocolo Sha (*Secure Hash Algorithm*) possui variantes com níveis fortes de segurança, como o SHA-224, SHA-256, SHA-384 e Sha-512 que são nomeadas conforme o núme-

ro de bits utilizados. O método utilizado para a geração dos hashes no blockchain é o Sha-256, por apresentar um bom equilíbrio entre segurança e custo computacional. (T; WILSON; CLAUSON, 2018).

PROOF OF WORK

O Proof of work é um algoritmo de consenso em que os mineradores fazem um cálculo para chegarem a validade dos blocos no blockchain. A dificuldade do cálculo é dinâmica, e baseada no poder de processamento dos mineradores que participam da rede, quando o poder de processamento aumenta, a dificuldade também é elevada e quanto maior a dificuldade, menor é o subconjunto de *hashes* válidos, tornando o processo de mineração mais custoso computacionalmente. Então, para manter a rede segura, o *proof of work* incentiva os mineradores a continuarem a validar as informações da rede e a cada novo bloco minerado eles recebem uma recompensa remunerada pelo trabalho. (WACKEROW, 2022a)

ETHEREUM

Ethereum é uma plataforma e rede blockchain, de código-fonte aberto, lançada em julho de 2015 por Vitalik Buterin, Gavin Wood e Jeffrey Wilcke, que permite também construir e implementar aplicativos descentralizados na rede. A plataforma utiliza a linguagem nativa de script *Solidity* e a *Ethereum Virtual Machine* que executa os algoritmos, chamados de contratos inteligentes, isso significa que podem ser criados aplicativos que utilizam a blockchain para armazenar dados ou controlar o que o aplicativo pode fazer. Tal

Artigo científico

característica torna o Ethereum popular, pois utilizando sua tecnologia é possível criar outras aplicações, ao contrário do bitcoin que é uma rede dedicada apenas para realizar operações financeiras de criptomoedas. (ETHEREUM, 2021).

CONTRATOS INTELIGENTES

Contratos inteligentes são códigos executáveis e armazenados em blockchain, nesses contratos, são inseridas regras e condições e eles são executados de forma automática, quando certas condições e regras acordadas previamente pelas partes são atendidas, os contratos inteligentes utilizam baixas taxas de transações em comparação com outros sistemas tradicionais com a necessidade de um terceiro de confiança, a própria rede faz a validação das regras implementadas e por isso não precisa de terceiros para sua validação. Cada contrato é atribuído a um endereço único, depois que o contrato é implantado no blockchain, o código do contrato não pode ser mais alterado, para realizar uma nova edição no contrato é necessário refazê-lo e enviar a rede novamente, que será atribuído a um novo endereço, na construção do contrato devem ser inseridas as regras que precisam ser seguidas, e assim que as regras forem atendidas a transferência de bens e valores será liberado de forma automática. (ALHARBY; MOORSEL, 2017).

SOLIDITY

O Solidity teve como objetivo inicial se tornar uma linguagem amigável e fácil de usar. É uma linguagem de alto nível orientada a objetos, que tem como base as lingua-

gens C++, Python e JavaScript, ela foi criada para ser possível rodar contratos inteligentes na Ethereum Virtual Machine (EVM). (SOLIDITY, 2022). Para o desenvolvimento dos códigos em Solidity pode-se utilizar a IDE Remix. O remix é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), ele é utilizado para o desenvolvimento de contratos inteligentes utilizando a linguagem Solidity, ele é uma aplicação de código aberto, ele foi desenvolvido em JavaScript e oferece ferramentas para realização de testes, depuração, implementação de contratos inteligentes e publicação do mesmo. Através deles conseguimos compilar nossos projetos de maneira web, por seu aplicativo desktop e também utilizando extensões no VSCode. (REMIX, 2022).

DESENVOLVIMENTO

A implementação desenvolvida do sistema de votação eletrônica adotou o cenário de reuniões de condomínio. Neste cenário durante as reuniões de condôminos feitas durante a semana, eram discutidos muitos tópicos que precisariam de aprovação geral, mesmo sendo realizadas de maneira online. Porém, os processos manuais de votação se demonstram demorados e até inseguros no sentido de validação das decisões tomadas, sendo suscetíveis à falhas no processo de contagem e fraudes. Com isso foi criada a ideia do desenvolvimento de um sistema de votação eletrônica utilizando a tecnologia blockchain para proporcionar mais agilidade e segurança durante as votações.

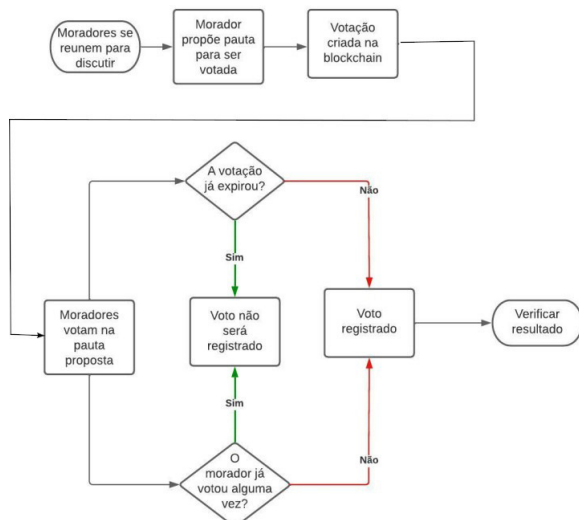
Para colocar a ideia em prática, foi criado um contrato inteligente em que o mora-

Artigo científico

dor poderá estar criando pauta, ou seja, a sua proposta ou tema que deseje que seja votado por todos. O contrato terá a função para inserir a pauta da votação e o prazo final da votação para que, após determinado período o morador não possa mais votar na pauta proposta. Após preenchido tal informação, o morador poderá submeter a votação e enviar para o blockchain. Com a aprovação da rede a votação fica aberta para todos os moradores de forma pública. O usuário (morador) poderá verificar qual o tema proposto na pauta, a data em que o contrato foi criado e quando o mesmo será expirado, quem foi o morador responsável pela abertura e votar a favor, contra ou se abster da ideia proposta. Adicionalmente, caso desejar, o morador poderá adicionar uma justificativa do seu voto. Por fim, também poderá verificar o resultado da votação em tempo real, agilizando todo o processo de validação da proposta aceita ou recusada pelos moradores.

Na Figura 2 é ilustrada uma visão geral da proposta em forma de fluxograma.

Figura 2 – Fluxograma da proposta



Fonte: Autoria Própria

Conforme o fluxograma, em primeiro momento os moradores do condomínio irão se reunir de alguma forma, seja de forma presencial ou remota. Os mesmos apresentam suas ideias e as colocam em votação. Na sequência os usuários poderão votar nas pautas propostas, o sistema, por sua vez, irá realizar duas verificações, a primeira será verificar se o tempo de contrato já expirou, caso sim, o usuário irá receber uma mensagem informando que a votação já expirou e a segunda será verificar se o endereço do usuário já está registrado na apuração de votos, caso sim, será apresentado outra mensagem informando que o mesmo já votou. Caso as verificações feitas pelo contrato retornem de forma negativa, o processo do registro de voto seguirá e o voto será enviado a rede e validado na blockchain.

APLICAÇÃO

Foi desenvolvido um contrato inteligente chamado de “Votacao” (Votacao.sol), conforme ilustrado na Figura 3. Nesse contrato foram listados todos os estados que o objeto poderá armazenar. O termo Contract foi utilizado para definir o contrato e sua estrutura. Feita a definição do tema com o nome “pauta” que será uma string pública para todos verem, também será armazenado o responsável pela criação da pauta, utilizando o identificador «Criador» que também será público para a transparência da votação e demonstração de quem foi o responsável pela abertura da votação na rede. Também foram inseridas as funções de verificação da data de início e término do contrato.

Figura 3 – Contrato Votacao.sol

```
//SPDX-License-Identifier: GPL-2.0-or-later
pragma solidity ^0.8.17;

contract Votacao {
    uint public DataInicio;
    uint public DataFinal;
    address public criador;
    string public pauta;
    string[] justificativa;
```

Fonte: Autoria Própria

Em seguida é criada a função de votar, em que o usuário que chamar a função irá ficar registrado em memória e assim realizar o preenchimento da função. Como definido no enumerador as opções de voto, assim fica registrado onde determinado endereço utilizou a opção da listagem “Enum Opcao” e definida essa informação em “Opcao_opcao”, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Função Votar

```
function votar (Opcao_opcao, string memory _justificativa) public {
    require(!eleitores[msg.sender], "Voce ja votou!");
    require(block.timestamp<DataFinal, "A votacao expirou!");
    voto[_opcao].push(msg.sender);
    eleitores[msg.sender] = true;
    justificativa.push(_justificativa);
}
```

Fonte: Autoria Própria

Para manter a segurança proposta em nosso código, também foi adicionada uma função para realizar a verificação do endereço e demonstrar em tela que o morador já registrou o seu voto. Também é feita a verificação se a votação já expirou ou não, impedindo possíveis fraudes e votos repetidos. Para manter a transparência e apuração dos votos de forma rápida e segura é adicionada a função para ver o resultado da votação, como ilustrado na Figura 5.

Figura 3 – Visualização do resultado

```
function verResultado (Opcao_opcao) public view returns (address[] memory){
    return (voto[_opcao]);
}
```

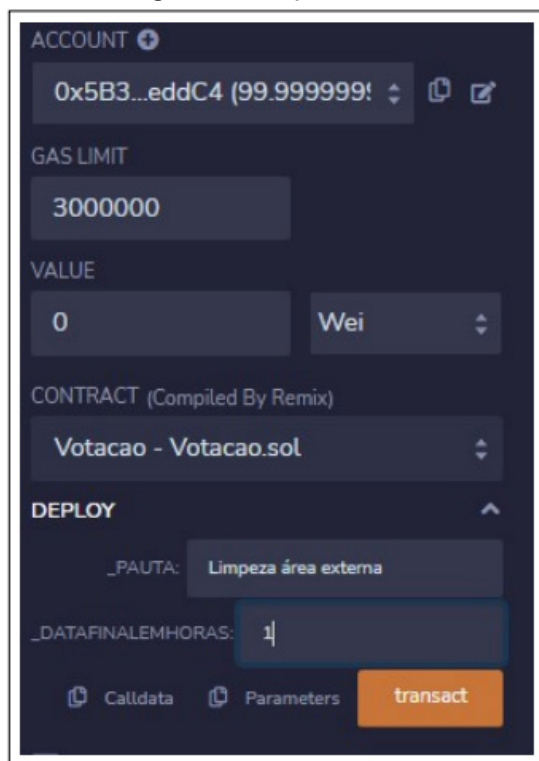
Fonte: Autoria Própria

Foi definida uma visualização pública para os moradores terem acesso, consultarem o resultado, os endereços que votaram, bem como as justificativas inseridas pelos usuários, garantindo a transparência do processo.

EXPERIMENTOS E RESULTADOS

Para validação do contrato proposto, será criada uma votação fictícia. Iremos iniciar com a pauta teste com o nome proposto “Limpeza área externa”. Durante a reunião foi colocado em pauta se a prioridade seria realizar uma limpeza na área externa do condomínio e deveria ter uma concordância da maioria para isso ocorrer. Conforme podemos ver na Figura 6 o Remix IDE habilita uma nova janela onde temos a listagem de *accounts* que simula os usuários conectados na rede, com uma listagem com algumas contas e com um balanço fictício de 100 ETH para cada usuário.

Figura 6 – Criação da Pauta

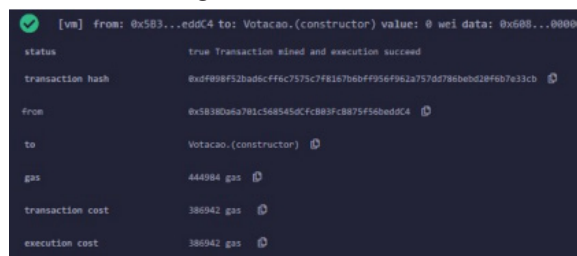


Fonte: Autoria Própria

Na figura também é demonstrado o *gas limit* que define o limite permitido em cada transação. Também está ilustrado o campo para preencher a proposta da pauta, e também o tempo de duração do contrato em horas. Clicando em *deploy* a informação será registrada no blockchain, sinalizando que a votação foi criada pelo endereço com final “eddC4” que representa o morador que apresentou a ideia para os demais.

Na Figura 7, ao confirmar a criação da pauta o remix Ide nos retorna que a pauta foi registrada corretamente em blockchain e a validação do compilador junto com as informações da taxa de *gas* utilizada para processar as informações do contrato e estarem registrando em blockchain que são pagas em forma de Ether moeda nativa da ethereum.

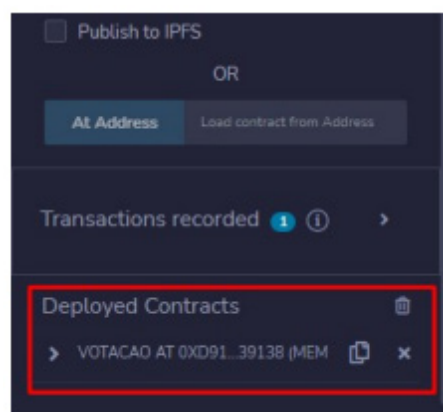
Figura 7 – Pauta criada



Fonte: Autoria Própria

Conforme destacado em vermelho na Figura 8, foi adicionado o campo que permite os moradores realizarem suas votações.

Figura 8 – Votação

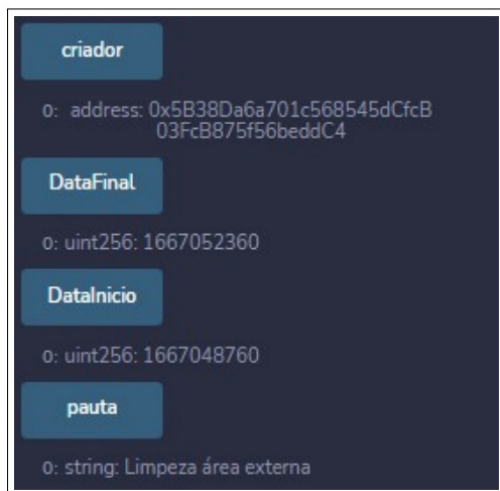


Fonte: Autoria Própria

Com a pauta criada, o usuário terá uma interface em que clicando em “Criador” poderá verificar quem foi o responsável pela criação, a pauta em questão, a data em que o contrato foi criado e em qual horário será finalizado. A proposta é proporcionar uma interface com fácil visualização das informações, pois caso o morador tenha perdido a reunião, ainda poderá ver o que está sendo proposto e verificar se existem outras pautas em aberto. Conforme demonstrado na Figura 9.

Artigo científico

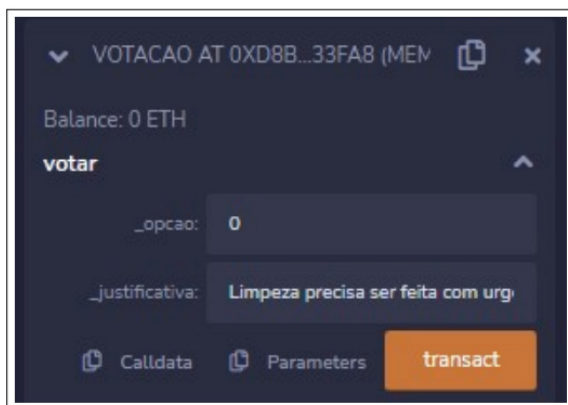
Figura 9 – Pauta em votação



Fonte: Autoria Própria

O morador então depois de ter verificado a pauta em votação, quem foi responsável pela criação, poderá escolher o seu voto na pauta indicada, onde é utilizado “0” para **sim**, “1” para **não** e “2” para **nulo**, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Seleção da opção

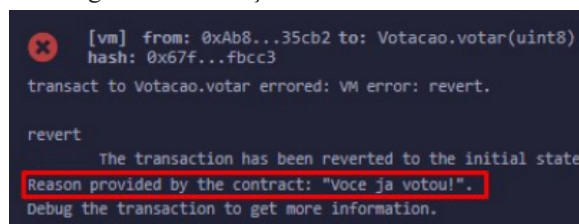


Fonte: Autoria Própria

Conforme ilustrado na Figura 11, é demonstrado o método criado para manter a segurança da votação, cuja função é não permitir que o mesmo endereço vote duas vezes. O sistema irá verificar se o endereço do morador já consta como registrado e votado, impedindo que o morador realize o voto novamente e sinalizando ao mesmo com a mensagem

“Você já votou!”.

Figura 11 – Proteção contra votos dobrados

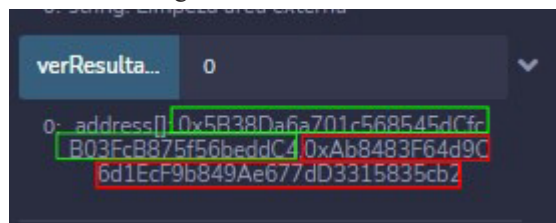


Fonte: Autoria Própria

Por fim, durante uma próxima reunião os moradores poderão ver a totalização dos votos e assim decidirem se a pauta colocada em votação foi aprovada ou não e a partir daí criarem novas votações.

No exemplo demonstrado na Figura 12 foram simulados 2 votos a favor da proposta definida na pauta, o que é verificado pelos endereços registrados no vetor `address[]`, destacados pelos retângulos verde e vermelho na figura.

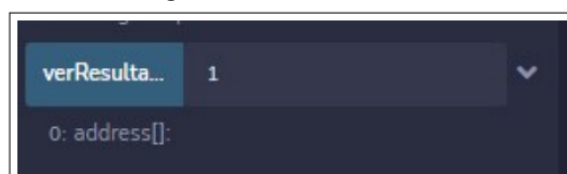
Figura 12 – Votas a favor



Fonte: Autoria Própria

Já na Figura 13 observamos que foram simulados 0 votos contrários, o que é verificado pela ausência de endereços registrados no vetor `address[]`.

Figura 13 – Votos contrários



Fonte: Autoria Própria

Artigo científico

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após os testes, foi possível identificar que o blockchain pode ser utilizado com sucesso em votações, permitindo a transparência das pessoas que estão escolhendo o seu voto e também a segurança para não permitir que pessoas votem em mais de uma opção, evitando falsos resultados. Como o código é utilizado em pequenas redes, irá apresentar, de forma bem otimizada, os resultados de forma simples e objetiva, agilizando todo o processo democrático em reuniões fechadas que demandam de uma nova tecnologia para acompanhar procedimentos simples do cotidiano das pessoas

CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi implementar em uma rede blockchain e demonstrar um sistema de votações descentralizado focado em condomínios, mostrando que a arquitetura blockchain e os contratos inteligentes podem ser utilizados também para pequenas interações.

Para a implementação, foi utilizado a linguagem Solidity por se tratar da linguagem mais simples e completa para a construção de contratos inteligentes em conjunto ao remix ide que é uma aplicação web para o desenvolvimento de contratos inteligentes, suportando ferramentas que auxiliam, pois conta com um ambiente de testes para a implementação do código antes de publicar em ambiente real. O contrato construído tem como função, determinar algumas regras de votação, como tempo limite em que será permitido o usuário realizar sua votação, como também não permitir que o usuário não vote duas vezes a fim

de evitar fraudes. O contrato também conta com a função do usuário justificar seu voto ou adicionar algum comentário, ou informação relevante a seu voto. O contrato também irá armazenar a listagem com as opções de voto, entre, sim, não ou nulo. Por fim, o usuário poderá realizar a verificação dos totalizadores dos votos e também verificar quais moradores votaram a fim de termos transparência na votação. A validação do trabalho foi por votações criadas em ambientes de testes sendo simulada todo um processo de criação do contrato com as regras, até a expiração do contrato após algumas horas. No fim foi verificado de forma clara a opção vencedora, assim como os comentários feitos por cada usuário, dessa forma validando que o blockchain é viável de ser utilizado em votações específicas de forma segura e transparente.

REFERÊNCIAS

1. ALHARBY, M.; MOORSEL, A. van. **Blockchain-based smart contracts : A systematic mapping study**. 2017. Disponível em: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1710/1710.06372.pdf>>.
2. CHRISTIDIS, K.; DEVETSIKIOTIS, M. **Blockchains and smart contracts for the internet of things**. IEEE, 2018. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7467408>>.
3. ENGELHARDT, M. A. **Hitching Healthcare to the Chain: An Introduction to Blockchain Technology in the Healthcare Sector**. 2017. Disponível em: <<https://timreview.ca/article/1111>>.
4. ETHEREUM. **Ethereum**. 2021. Disponível em: <<https://ethereum.org/en/what-is-ethereum/>>.
5. HIMANSHI. **Evolution of blockchain: 1991 to 2021**. 2022. Disponível em: <<https://www.naukri.com/learning/articles/>>

Artigo científico

- evolution-of-blockchain-technology/>.
6. JAFAR, U.; AZIZ, M. J. A.; SHUKUR, Z. **Blockchain for electronic voting system—review and open research challenges**. Sensors, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/21/17/5874>>.
 7. NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system**. The Cryptography Mailing List, 2008.
 8. REMIX. **Documentation remix ide**. 2022. Disponível em: <<https://remix-ide.readthedocs.io/en/latest/#>>.
 9. SOLIDITY. **Solidity**. 2022. Disponível em: <<https://docs.soliditylang.org/en/v0.8.17/>>.
 10. T, J.; WILSON; CLAUSON, K. A. **Geospatial blockchain: promises, challenges, and scenarios in health and healthcare**. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29973196/>
 11. WACKEROW, P. **Prova de Trabalho (Pow)**. 2022. Disponível em: <<https://ethereum.org/pt-br/developers/docs/consensus-mechanisms/pos>>

A INCORPORAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DE UMA ORGANIZAÇÃO EXPONENCIAL NO CAMPO DE ATUAÇÃO DA ENGENHARIA CIVIL

THE INCORPORATION OF THE FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF AN EXPONENTIAL ORGANIZATION IN THE CIVIL ENGINEERING FIELD

Daniel Cordeiro Chiappetta¹; Rafael Cezar Menezes²

¹Engenheiro Civil – Unifeso danielcchiappetta@live.com

²Docente Engenharia Civil - Unifeso

RESUMO

As organizações exponenciais, conceito criado por Salim Ismail, Yuri Van Geest e Michael Malone, são empresas com potencial de crescimento acelerado e disruptivo. O presente trabalho tem como objetivo central a análise da incorporação das características fundamentais de uma organização exponencial no campo de atuação da engenharia civil por intermédio de um relato de caso a fim de obter melhorias para os modelos organizacionais vigentes no segmento da construção.

Palavras-chave: Inovação. Engenharia. Construções. Exponencial. Organizações.

ABSTRACT

Exponential organizations, a concept created by Salim Ismail, Yuri Van Geest and Michael Malone, are companies with potential for accelerated and disruptive growth. The central objective of the present work is to analyze the incorporation of the fundamental characteristics of an exponential organization in the field of civil engineering through a case report in order to obtain improvements for the organizational models in force in the construction segment.

Keywords: Innovation. Engineering. Exponential. Building. Organizations.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia nos dias atuais, um novo modelo organizacional vem se mostrando presente predominantemente nos setores tecnológicos do mercado. O modelo referido é a Organização Exponencial (ExO), modelo este catalogado e apresentado por Salim Ismail e Yuri van Geest (2015) na obra *“Organizações exponenciais: Por que elas são 10 vezes melhores, mais rápidas e mais baratas que a sua (e o que fazer a respeito)”*. Uma vez que este modelo de organização é praticado por inúmeras empresas de renome no setor, como: Airbnb®; Uber®; Google Ventures®; entre outras, é válido estudar a sua aplicação em áreas dessemelhantes à tecnologia, a

fim de promover melhorias constantes, assim como ocorrem nas empresas citadas.

Por sua vez, o setor da construção civil, de uma forma geral, necessita da aplicação de novas tecnologias e metodologias relacionadas a sua gestão com o intuito de alcançar melhores indicadores de produtividade, como: agilidade entre o período de início das obras e entrega das mesmas; eficiência no que tange aos aspectos relacionados à sustentabilidade; economia durante o decorrer das fases de edificação e melhor aproveitamento da mão de obra ofertada.

É de interesse deste trabalho a análise da incorporação das características de uma organização exponencial, exclusivamente, no

Artigo científico

campo da construção civil. Como as organizações exponenciais se mostram mais influentes no mercado global a cada ano, não é de objetivo deste trabalho avaliar se o modelo organizacional exposto é eficiente ou não, uma vez que grandes empresas utilizam desta metodologia com o propósito de se tornarem cada vez mais velozes e enxutas, o que vêm se mostrando factível em todo o mundo (ISMAIL, 2015).

Em síntese, é objetivo deste trabalho validar se a incorporação das características vitais de uma organização exponencial pode ser atrelada aos elementos organizacionais já vigentes no setor da engenharia civil, com o intuito de promover uma melhoria no que se refere a produtividade de modo geral. Para que este objetivo seja validado, será necessária também a verificação de quais características de uma organização exponencial podem ser atribuídas ao modelo organizacional existente no campo da engenharia civil.

Deste modo, o trabalho visa contribuir para a transformação do modelo organizacional de empresas de construção civil se baseando na premissa que as organizações exponenciais possuem atributos necessários para uma melhora constante englobando todos os elementos que compõem uma companhia no ramo da construção. Ademais, vale salientar que o setor da construção civil é responsável por aproximadamente 6,5% do PIB brasileiro (CBIC, 2022). Logo, iniciativas com a intenção de aprimorar a produtividade neste setor terão grande valia para a economia local, seja nas esferas municipais, estaduais ou federais.

Para a execução deste trabalho foi realizado um relato de caso, utilizando como referencial um empreendimento em fase de edi-

cação no município de Teresópolis-RJ, que pertence a uma construtora de renome nacional. Por meio desta análise, foi viável identificar quais atributos já eram utilizados no modelo organizacional da construtora e, além disso, observar possíveis pontos de melhoria, a fim de se obter melhores indicadores de produtividade e economia no que concerne aos processos construtivos.

REVISÃO DA LITERATURA

Este trabalho tem como referencial teórico uma pesquisa bibliográfica e utiliza do conceito de organizações exponenciais criado por Salim Ismail et al. (2015) em seu livro: *“Organizações Exponenciais. Por que elas são 10 vezes melhores, mais rápidas e mais baratas que a sua (e o que fazer a respeito)”*. De acordo com Ismail et. al (2015), as empresas que estabelecem uma organização exponencial são aquelas que se livraram da barreira de uma força de trabalho excessiva e, por isso, têm uma velocidade de operação e de crescimento muito mais rápida quando comparadas as organizações normais.

Estas empresas possuem estruturas que aceitam correr um maior risco, a fim de se otimizar sempre os processos internos da empresa. Segundo Ismail et al. (2015, p. 69), *“as Organizações exponenciais se expandem para além de suas fronteiras organizacionais, alavancando ou acessando pessoas, ativos e plataformas para maximizar a flexibilidade, a velocidade, a agilidade e a aprendizagem.”*

O primeiro ponto importante para a criação de uma organização exponencial, segundo Ismail et al (2015, C.3, p. 5-6), é a construção de um Propósito Transformador

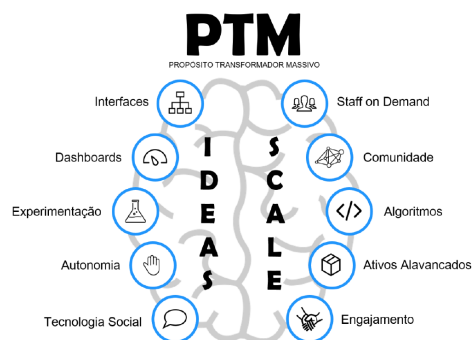
Artigo científico

Massivo (PTM). Para Salim Ismail, o PTM, pode ser definido por curtas sentenças com o intuito de representar o objetivo mais elevado e mais ambicioso de uma organização. Exemplificando, é possível citar o propósito transformador massivo do Google que é “Organizar toda a informação do mundo”. (LOURENÇO, 2021). Como é evidente, este tipo de sentença curta pode transformar a ambição de uma empresa em uma missão diária para seus colaboradores.

Um PTM bem definido é capaz de permitir o crescimento exponencial da organização, mantendo ativo o interesse dos colaboradores, atração de novos profissionais engajados com a causa da empresa, além de estabelecer uma cultura organizacional autêntica e sólida.

Outras características que são importantes para o conceito de organização exponencial descrito por Ismail et al. (2015) são os 10 atributos que podem ser divididos em dois grupos. O primeiro grupo é nomeado pelo acrônimo SCALE. Os atributos reunidos neste grupo são relacionados aos aspectos externos da empresa. Por sua vez, o segundo grupo é nomeado pelo acrônimo IDEAS e são relacionados aos aspectos internos da empresa. Deste modo, é admissível dividir os atributos conforme a figura 01.

Figura 01: Apresentação do PTM e dos 10 atributos das organizações exponenciais



Fonte: Ismail, 2015, C. 3, p.7

Conforme a figura 01, os atributos do grupo SCALE são *Staff on demand*, Comunidade e multidão, Algoritmo, Ativos alavancados, Engajamento. Já os atributos internos de acordo com o acrônimo IDEAS são Interface, *Dashboards*, Experimentação, Autonomia, Tecnologias Sociais. Vale ressaltar que os acrônimos foram construídos com base na língua inglesa.

Descrevendo melhor estes atributos citados por Ismail (2015), o conceito de *Staff on demand*, traduzido literalmente como equipe sob demanda, como o responsável pela aceleração nos processos internos de uma empresa no tocante ao aspecto humano. Utilizar da contratação de equipe sob demanda em uma organização exponencial permite romper os limites estabelecidos pelos profissionais em regime fixo. Além disso, a manutenção de salários e encargos de um grande número de funcionários pode funcionar como limitador para uma provável expansão da empresa. Logo, utilizar do recrutamento de profissionais em períodos estratégicos pode trazer uma maior flexibilidade e permite que a empresa esteja em contínua otimização.

O conceito de comunidade e mul-

Artigo científico

tidão pode proporcionar um melhor entendimento sobre pessoas envolvidas no processo da empresa. Segundo Ismail (2015), comunidade é o que une indivíduos com interesses mútuos, tais como, seguir uma religião, torcer para um time de futebol ou cursar uma mesma graduação. Devido a um grau de proximidade entre esses indivíduos baseados em seus gostos, esta comunidade trabalhando de forma uniforme pode buscar soluções para problemas comuns entre a própria comunidade. Trazendo este conceito para aplicação em uma empresa, é executável criar comunidades que tenham interesse em auxiliar nos processos de uma organização exponencial com base nas suas dores. Ismail (2015) cita como exemplo de comunidade bem sucedida os usuários do Uber®, sejam passageiros ou motoristas, uma vez que os próprios utilizadores deste aplicativo são capazes de avaliar de maneira crítica a participação de um indivíduo em sua comunidade.

Já as multidões podem ser definidas como grandes grupos de pessoas não inseridas nas comunidades, porém, podem influenciar tanto de maneira positiva quanto negativa no funcionamento de uma organização exponencial. Por se tratar de grupos com grandes volumes de indivíduos, estes podem ser utilizados como validadores de uma ideia ou hipótese da empresa, o que ocorre com os *crowdfunding*, ou financiamento coletivo, em português.

O conceito de algoritmo pode ser definido como o responsável pela quebra da linearidade na produção de uma organização exponencial. Além disso, os algoritmos são os encarregados pelo trabalho e organização de um grande volume de dados de uma em-

presa exponencial. Ismail (2015) reforça a necessidade da equipe de uma ExO possuir conhecimentos de técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*) ou aprendizado profundo (*deep learning*) para um melhor aproveitamento dos algoritmos nos processos internos de operação de uma organização exponencial. Tendo este sistema automatizado em funcionamento, a empresa consegue diminuir a incidência de erros, potencializar os dispositivos conectados aos ecossistemas da ExO e permitir um crescimento totalmente escalável de produtos e serviços ofertados.

Do mesmo modo que as organizações exponenciais fazem uso da contratação de profissionais sob demanda, o mesmo ocorre com os ativos. Ismail (2015) caracteriza isto como ativos alavancados. Exemplificando este tipo de uso, é possível citar o aplicativo Waze®. Embora a equipe do Waze® não possua aparelhos celulares para gerar dados sobre o trânsito de uma região, pelo seu próprio aplicativo, em conjunto com milhões de usuários por todo o mundo, a equipe recebe uma ampla variedade de informações. Estas informações quando compiladas no aplicativo são capazes de oferecer *status* valiosos para o utilizador. O mesmo ocorre com a AirBnb®, que mesmo sem possuir imóveis, são gestores da maior rede de hotelaria do mundo. Este atributo assim como o *Staff on demand*, permite uma maior rapidez e capacidade de reação as mudanças impostas pelo mercado.

O último atributo relacionado ao acrônimo SCALE é o engajamento. Este atributo está extremamente ligado a capacidade de interação entre usuários e tudo que as ExO comercializam ou englobam em suas comu-

Artigo científico

nidades. Uma estratégia muito utilizada para a expansão do engajamento segundo Ismail (2015) é a utilização de mecanismos de gamificação. Utilizar destes artifícios permite que o usuário seja incentivado a ser um integrante ativo da organização exponencial, mesmo que apenas como integrante de sua comunidade, o que aumenta a fidelização destes clientes. Além disso, o engajamento é capaz de criar um ciclo de *feedbacks* visando sempre à otimização contínua de processos.

Já no grupo referente aos atributos internos de uma ExO, definido como IDEAS, o primeiro atributo é a interface. Para Ismail (2015), a utilização de interfaces é responsável por unir, visualmente, os atributos externos de uma organização exponencial com as estruturas internas da empresa. A maioria das interfaces utilizadas é única e possui propriedades intelectuais preservadas e com a utilização delas, as ExO são capazes de escalarem os seus negócios. Em contrapartida, para a criação de uma interface, os gestores de uma organização exponencial devem dispor de processos padronizados que possibilitam a automação, além de terem diversos algoritmos que em conjunto com as interfaces possam atender as demandas dos clientes de forma eficiente.

Um exemplo para este atributo é o aplicativo Uber®, que faz uso de uma interface de escolha de motoristas para aplicar o atributo “algoritmo” em seu modelo organizacional. O mesmo ocorre com o site Github®, que faz uso de um sistema de controle de versão de códigos e possibilita uma série de interações entre programadores em sua plataforma. Com esta interface da Github®, os atributos “comu-

nidade e multidão” e “engajamento” são aplicados nos processos internos da empresa. Por sua vez, o aplicativo Waze®, utiliza de uma interface com coordenadas de GPS para obter informações ligadas ao trânsito de uma localidade e calcular possíveis atrasos em tempo real. Com esta interface, o Waze® consegue usar o atributo externo “ativos alavancados” em seus processos.

O segundo atributo interno de uma organização exponencial é o dashboard. Devido ao grande número de dados de clientes e colaboradores que vão se tornando acessíveis ao longo do tempo para uma empresa, foi necessária a criação de um novo método para avaliar e gerenciar estas informações. Como solução, foram criados os dashboards, que são painéis de controle em tempo real de todas as métricas essenciais da empresa, tais como, dados de faturamento, custos, dados de retenção de clientes, total de usuários ativos na base de clientes, registro diário de novos clientes, produtividade por colaborador, entre outros.

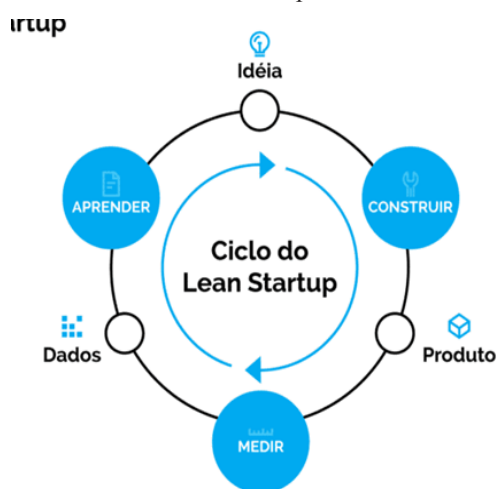
Vale salientar que em um dashboard de uma ExO não há espaço para as métricas de vaidade, como por exemplo o número de downloads de um aplicativo ou visitas em uma loja física. Segundo Ismail (2015) os dashboards devem ser integrados a todos os processos de uma empresa, possibilitando o acesso de todos os funcionários sincronicamente, se necessário. Outra característica presente na utilização deste método é a constante verificação de resultados com *feedbacks* curtos, o que minimiza consideravelmente a exposição de uma empresa ao mercado. Além disso, com base nos dashboards, o gestor de uma organização exponencial consegue veri-

Artigo científico

ficar visualmente quais pontos devem ser melhorados nos processos da empresa.

Outro atributo interno de ExO é a experimentação. A experimentação, segundo Ismail (2015), pode ser definida pela implementação de novas metodologias e estratégias com riscos controlados. Grande parte desta redução ao risco se dá pela utilização do conceito de MVP, ou Mínimo Produto Viável, em português. O MVP é uma versão simplificada de um novo produto ou serviço com o intuito de coletar dados e informações importantes sobre a percepção dos consumidores sobre essa ideia. Com base no MVP, produtos são validados para uma plausível captação de recursos para a execução de uma versão final e, além disso, a utilização desta metodologia permite que os próprios adquirentes idealizem uma série de aprimoramentos para esta solução. A experimentação proposta por Ismail (2015) pode ser resumida pela abordagem *lean startup*, como a figura 02 representa de maneira visual.

Figura 02: Apresentação visual da abordagem *Lean Startup*



Fonte: O analista de modelo de negócios¹

Startup é caracterizado pelos seguintes processos:

1. Criação de uma ideia com base em premissas da equipe;
2. Construção de um produto baseado na ideia;
3. Exposição do produto aos potenciais clientes mesmo que de forma reduzida com um grupo de usuários;
4. Geração de dados qualitativos e quantitativos sobre a experiência do usuário com o produto;
5. Filtragem destes dados a fim de se estabelecer pontos de melhoria para o produto;
6. Início de um novo ciclo de experimentação.

A abordagem *Lean Startup* permite que o ciclo entre criação da ideia e aprendizado seja reduzido, o que minimiza a exposição e consequentemente os custos atribuídos a um capaz fracasso do produto.

O quarto atributo interno de uma organização exponencial é a autonomia. Ismail (2015) acredita que as empresas que tem seus processos centralizados em um modelo gerencial clássico podem ter seus crescimentos limitados, uma vez que todas as decisões da empresa devem passar por vários setores até serem de fato solucionados. Isto não ocorre em uma empresa com equipes auto-organizadas e multidisciplinares que operam sob regime descentralizado. Este tipo de regime permite que haja uma grande troca de experiências entre os próprios colaboradores, o que gera desenvolvimento, evolução e melhor resposta

Conforme a figura 02, o sistema *Lean*

Artigo científico

às mudanças que ocorrem constantemente no mercado. Um requisito para que este tipo de empresa obtenha êxito em seus processos é a contratação de profissionais com apetite por inovação e alinhados ao propósito transformador massivo da organização.

Por fim, o último atributo interno de uma organização exponencial são as tecnologias sociais. Basicamente, Ismail (2015) detalha as tecnologias sociais em sete elementos-chave. Que são os objetivos sociais, fluxos de atividades, gerenciamento de tarefas, compartilhamento de arquivos, tele presença, mundos virtuais e sensação emocional. Resumindo todos estes elementos, é justificável observar que para o bom andamento de uma empresa exponencial é necessária uma troca constante de informações e experiências, ao contrário do que ocorre em empresas com organização hierárquica e linear. Outra característica é o livre acesso para debates e conversas entre todos os colaboradores da empresa. Isto permite que diferentes setores amplifiquem seus repertórios de ideação, melhorando de modo contínuo os processos da empresa.

Segundo Ismail et. al (2015), não foram todas as organizações exponenciais estudadas no livro que fizeram uso dos 10 atributos simultaneamente, porém, à medida que mais atributos foram adicionados à cultura das empresas, o crescimento delas se mostrou mais acelerado e saudável.

Com base nestes 10 atributos de uma organização exponencial, inúmeras empresas deixaram de utilizar o sistema tradicional de estrutura profissional para adotar um modelo disruptivo e inovador. Gobira (2021), especialista em crescimento disruptivo diz que

O significado de disrupção é a interrupção do curso normal de um determinado processo. Porém, na sociedade em que vivemos, o termo é utilizado para indicar algo que quebrou paradigmas e revolucionou o mercado, especialmente no que tange à tecnologia. Hoje, é praticamente inimaginável um mundo sem a praticidade e versatilidade do Airbnb, a economia do Uber, a inteligência do Google, a abrangência do Pinterest, o auxílio do Waze, o compartilhamento de conhecimento da Wikipédia e os dispositivos tecnológicos da Xiaomi, o que é excelente para o mercado.

No tocante ao processo de crescimento acelerado, Thiel (2014) diz que existem dois tipos de progresso no mundo dos negócios: o progresso horizontal, que vai de “um” a “n”, sendo “n” um valor infinito de mudanças e; o progresso vertical, que vai de “zero” a “um”, sendo esta mudança intrinsecamente disruptiva. Se referindo ainda ao processo de disrupção, as empresas que obtêm êxito em sua jornada de inovar no segmento em que atuam são donas de um faturamento exorbitantemente maior quando comparada a outras empresas do mesmo segmento que não resolvem seus problemas com uma solução inovadora (THIEL, 2014).

Um fator que pode muito influenciar no crescimento acelerado de uma empresa é a sua capacidade de realizar experimentações a fim de criar novas soluções para os problemas que antes eram vigentes. Segundo Ries (2012) é necessário utilizar de questionamentos inteligentes para nortear a tomada de decisão no processo de crescimento de uma organização. Parte destes questionamentos só terão respos-

Artigo científico

tas adequadas quando os clientes desta empresa forem incorporados ao processo de experimentação, tornando provável uma otimização constante de produtos e serviços.

Já Guillebeau (2012) diz que o método de experimentação pode ser realizado desde pequenas empresas até multinacionais, uma vez que embora tenham escalas diferentes, todos os tipos de empresas têm contato direto com o seu cliente, independente do ramo de atuação. Logo, inovar não se restringe a um grupo seleto de organizações, o que permite obter métricas que serão ferramentas importantes na otimização constante de processos em todos os segmentos profissionais.

A inovação tecnológica, de acordo com Ferrari (2010), se relaciona com o desenvolvimento de novas tecnologias com o objetivo de criar oportunidades de negócios. A inovação tecnológica pode ser introduzida nos processos, produtos ou modelos de negócios, tanto pelos empreendedores/empresários quanto por seus funcionários. Com isso é permissível atribuir uma grande relevância para a inovação no desenvolver das empresas no ambiente econômico e mercadológico atual.

Trazendo a inovação para o campo da engenharia civil é possível observar uma série de melhorias provenientes desta aproximação, especificamente, o aumento de produtividade, redução de custo na produção, aumento de qualidade nos produtos e serviços, além de uma maior confiabilidade de conclusão no prazo planejado. Ademais, a inovação se mostra necessária para sobrevivência da empresa em um mercado altamente competitivo (BOUGRAIN, 2010; GAMBATESE; HALLOWELL, 2011)

Segundo Bedin (2020), a inovação na construção civil tem três pilares principais, que são redução de custos, melhoria na experiência do cliente e aumento da eficiência e produtividade. Além destes três pilares, outros pontos podem ser observados a fim de elaborar novas tomadas de decisões em uma construção que tende a ser inovadora. Estes pontos podem ser resumidos a fatores ligados a sustentabilidade, industrialização da construção como um todo ou por partes dela e digitalização (adoção de tecnologias digitais em uma edificação).

Por sua vez, Nogueira (2017) diz que “basicamente, a construção enxuta, ou *lean construction*, é pautada nos seguintes pontos: corte de processos que não agregam valor às obras; manutenção contínua do ritmo produtivo e realização eficiente do trabalho”. Porém, para a aplicação desta metodologia, é necessário um constante acompanhamento das atividades no canteiro de obras com base em métricas a fim de eliminar tarefas que não agregam na produtividade da construção em si. (QUINDERÉ, 2022)

Ainda se referindo à inovação, uma pesquisa realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) sobre inovação no mundo dos negócios, concluiu que 35% das empresas implementaram produtos ou processos novos (BRASIL, 2011). Logo, realçar a importância de se inovar no que diz respeito aos modelos organizacionais e processos construtivos no âmbito da engenharia civil possui suma importância para o desenvolvimento sustentável deste segmento.

METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como um

Artigo científico

relato de caso com a finalidade de analisar a incorporação das características fundamentais de uma organização exponencial no campo de atuação da engenharia civil, partindo de uma revisão bibliográfica constituída por alguns autores relacionados a essa temática. O relato de caso em questão utiliza o método de gerenciamento de uma construtora de renome estabelecida na cidade de Teresópolis. A escolha da construtora para a execução deste trabalho se deu ao fato de que o autor do artigo conhecer os métodos gerenciais, uma vez que o mesmo, pôde estagiar e iniciar sua carreira na engenharia civil na construtora citada.

Para que este relato seja realizado, autores como João Gobira, Eric Ries, Chris Guillebeau, Peter Thiel, Yan Bedin, entre outros estudiosos sobre empreendedorismo e inovação foram utilizados como referência tanto em livros quanto em artigos científicos. Como o trabalho em questão investiga com maior ênfase as características de uma ExO, os conteúdos produzidos por Salim Ismail, Yuri Van Geest e Michael Malone, autores da obra *“Organizações exponenciais: Por que elas são 10 vezes melhores, mais rápidas e mais baratas que a sua (e o que fazer a respeito)”*, foram referenciados em maior volume no decorrer do artigo.

Por se tratar de um estudo de caráter inovador, não houve autores que relacionassem as características fundamentais de uma organização exponencial com a área de atuação da engenharia civil de maneira direta. Portanto, para a obtenção de correlações entre as diferentes vertentes e metodologias, foi necessária a análise da aplicação dos atributos constituintes de uma organização exponencial

em uma empresa real já em funcionamento.

A observação das informações contidas neste relato de caso teve seu início no mês de janeiro de 2022 e se estendeu durante todo o ano de apresentação deste artigo. Como instrumento de observação foi utilizado o empreendimento Reserva do Alto, localizado na Rua Diogo José Ponciano, número 879, no bairro do Alto em Teresópolis – RJ. Este empreendimento é uma das edificações em andamento da construtora Mauad.

O Reserva do Alto é um empreendimento residencial de alto padrão com 236 apartamentos, apartamentos estes divididos em 5 blocos. Cada bloco residencial é composto por 8 oito pavimentos em concreto armado com média de 450 m² em cada um deles. Além da área residencial, o Reserva do Alto é composto por piscinas, SPA, saunas, área gourmet em cada bloco, 2 quadras de tênis, uma quadra poliesportiva, coworking exclusivo para os moradores, trilhas ao ar livre, espaços kids, terceira idade, pet e academia. Uma perspectiva de como ficará o empreendimento pode ser visualizada na figura 03.

Figura 03: Perspectiva final do empreendimento Reserva do Alto



Fonte: Site institucional da Construtora Mauad

Artigo científico

Já sobre a construtora Mauad, existem alguns pontos que devem ser salientados. Embora grande parte dos empreendimentos da construtora esteja localizada na cidade de Teresópolis - RJ, alguns setores da empresa como marketing, compras, jurídico, recursos humanos, financeiro e comercial, estão localizados na cidade do Rio de Janeiro. Deste modo, somente os setores de engenharia, arquitetura e administrativo de cada empreendimento estão localizados na região serrana do estado do Rio.

A construtora Mauad tem 20 anos de atuação no mercado, 150.000m² de projetos elaborados e mais de 200.000m² de obras executadas em todo o Brasil. Dentre as edificações entregues, destacam-se o Estaleiro Cruzeiro do Sul, Estação Praça XV, Estação Charitas, sede da Fundação Oscar Niemeyer, entre outras obras residenciais e comerciais por todo o Brasil. Com foco em uma arquitetura bem desenvolvida, fatores socioambientais em evidência e inovação sempre presente, é de interesse da construtora buscar novas metodologias de negócio a fim de que estes objetivos sejam alcançados com maior eficácia.

Como este trabalho trata da incorporação das características de uma organização exponencial em uma empresa do segmento da construção civil, este relato de caso teve maior foco na inovação no que tange aos processos organizacionais da construtora Mauad. Foram observados os processos realizados por todos os setores da empresa a fim de buscar pontos de melhoria ou validação a partir da bibliografia base deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base no que foi observado no

decorrer do ano de 2022, foi possível tomar ciência de como os métodos organizacionais da construtora Mauad tiveram seu funcionamento. Por se tratar de uma empresa de construção civil com foco na elaboração de projetos arquitetônicos e execução dos mesmos, o processo de construção destas unidades residenciais é responsável por grande parte dos custos da construtora. Logo, a otimização do processo construtivo no que se refere aos aspectos financeiros possui grande valia para empresa.

Conforme apresentado no decorrer deste artigo, Ismail (2015) descreve que as organizações exponenciais são compostas por 10 atributos e um propósito norteador. Utilizando estes fatores como referência, é notório que a construtora em questão utiliza parte deles para auxiliar o seu funcionamento.

O primeiro atributo de uma organização exponencial encontrado no modelo organizacional da construtora Mauad, é o *Staff on demand*, ou equipe sob demanda, em português. A empresa citada, conta atualmente com diversas equipes parceiras com vínculo temporário para executar serviços específicos em seus empreendimentos. Durante o ano de 2022, o relato de caso permitiu observar a presença de empreiteiros no ramo de estruturas de concreto armado (formas, escoramentos, armação, fundações rasas e profundas, fornecedores de concreto e testes de qualidade), serviços preliminares (aterro, terraplenagem, locação de obra e demolição), fechamentos (alvenaria, telhado, forro, *drywall* e marcenaria), acabamentos (pintura, revestimento, sinalização, decoração e paisagismo), instalações prediais (hidrossanitárias, elétricas, telefonia,

Artigo científico

incêndio, ar condicionado, gás), etc.

A utilização destas equipes de acordo com a fase de execução da obra permite que os serviços executados tenham melhor qualidade, maior rapidez na execução, além de não aumentar os custos fixos mensais da construtora. Ademais, utilizar profissionais de acordo com a demanda, permite maior flexibilidade e amplia as possibilidades de escolha para o corpo técnico da obra.

Do mesmo modo com que ocorre com o *Staff on demand*, a construtora Mauad faz uso de ativos alavancados. Este uso também varia de acordo com a fase da obra. No decorrer deste ano, alguns ativos foram locados para a execução de serviços de preparação de terreno, tais como, retroescavadeiras, escavadeiras hidráulicas, além de caminhões *truck* para realizar a movimentação de solo de um ponto a outro do canteiro de obra.

Passando o período de preparação do terreno, outros ativos foram locados. Neste caso, foram alugados martelos rompedores para o desmonte de material rochoso, motovibradores para a vibração do concreto de elementos estruturais, esmerilhadeiras para preparação das estacas hélice contínua e andaimes fachadeiros para execução de trabalhos em altura. Todos estes usos foram pontuais e não exigiam que a construtora tivesse estes itens disponíveis por um longo período. Logo, a locação dos mesmos, permitiu um menor custo para a execução das atividades citadas.

Outros equipamentos estão sendo alugados durante todo o período de execução da obra. Este é o caso dos containers que funcionam como banheiro e vestiário, além dos elevadores cremalheiras e grua que realizam a

movimentação de insumos.

Para fases futuras da obra, já estão previstas a locação de outros itens, como por exemplo, betoneiras para a execução de contra piso, escadas de longo alcance para serviços de instalação hidrossanitária, cortadores de piso para execução de juntas de dilatação na garagem e cortadores de revestimento.

No que concerne aos atributos do grupo *IDEAS*, os primeiros a serem observados como presentes nos processos da construtora são as interfaces e os algoritmos. Ismail (2015) diz que as interfaces são utilizadas por empresas para gerenciar os seus processos e aumentar a eficiência de seus produtos/serviços. Por sua vez, os algoritmos são os responsáveis pela organização de todos os tipos de dados da empresa. (Ismail, 2015).

No caso da construtora em questão, um sistema gerencial (interface) é utilizado por toda a empresa, com o objetivo de centralizar todos os processos referentes a solicitações de compra de insumos para os processos construtivos, pagamento de serviços prestados pela mão de obra terceirizada, elaboração de diários de obra e relatórios fotográficos, controle de estoque nos almoxarifados de todas as obras, além da gestão de vendas de apartamentos e interação com gestores dos condomínios parceiros.

Este sistema gerencial é composto por uma série de algoritmos que formalizam as informações de interesse em relatórios ou planilhas. Apesar da presença destes algoritmos no sistema gerencial utilizado pela empresa, não existem, atualmente, algoritmos em uso dotados de aprendizagem de máquina ou de aprendizado profundo, fatores indicados

Artigo científico

por Ismail (2015) em sua bibliografia. Com a utilização destes dois tipos de aprendizado, a construtora seria capaz de diminuir a ocorrência de erros mecânicos e permitiria que uma série de processos mecânicos e trabalhos fossem diminuídos. Dentre os erros mais encontrados durante a análise das atividades internas da organização destacam-se as divergências na comunicação entre colaboradores, imprecisão na busca por dados e erros de digitação.

Além deste sistema de gerenciamento citado, a empresa utiliza outra interface para a controle e análise dos projetos executivos de todas as disciplinas construtivas, como arquitetura, estrutura, instalações, paisagismo, son-dagem e decorados. Similarmente ao sistema de gerenciamento, o controle dos projetos executivos é feito de maneira online e integrada entre todos os colaboradores da equipe técnica (arquitetura e engenharia).

Com relação aos dashboards, Ismail (2015) diz que eles são responsáveis pela organização visual de uma série de métricas em tempo real, sejam elas internas (colaboradores e atividades) ou externas (fornecedores e clientes). Com base nisso, o presente trabalho tornou viável observar no funcionamento do empreendimento Reserva do Alto que uma série de *dashboards* são utilizados. Um exemplo disto é o uso de um sistema integrado para gestão de estoque, onde o responsável pela compra insere quais materiais foram pedidos, o comprador complementa com os dados do fornecedor e data de entrega e por último o almoxarife faz a gestão da entrada e da saída deste determinado insumo.

Deste modo, todos os colaboradores

interessados obtêm acesso aos processos de compra e informações relacionadas ao estoque de materiais. Esta visualização em tempo real configura em uma maior transparência e autonomia aos processos da empresa.

Outro modelo de *dashboard* utilizado é a planilha relacionada às atividades diárias de cada colaborador da construtora Mauad. Com base nela, ao final de cada semana, é gerada uma porcentagem de apropriação (centro de custo) para cada colaborador encontrar pontos de melhoria no que se refere ao aspecto financeiro e produtivo. Este sistema de controle auxilia diretamente nas tomadas de decisão no que se relaciona a contratação de novos profissionais ou mudanças na estratégia de campo.

Ampliando a visão para a construtora como um todo, o sistema de gerenciamento citado anteriormente é capaz de elaborar uma série de indicadores de resultado, especificamente, as vendas de apartamentos mensalmente, volume de novos cadastros no site da empresa, visitas de clientes ao stand de vendas e etc. Logo, a presença de *dashboards* para o acompanhamento dos processos da construtora em tempo real, possui uma grande importância para o crescimento saudável da empresa.

Outro atributo que pode ser visualizado nos processos da empresa citada mesmo que de forma sutil, é a experimentação. Algumas mobilizações de inovação foram colocadas em prática no decorrer do último ano, como por exemplo, a implantação do sistema de gerenciamento de compra e implementação de sistemas de controle de projetos executivos.

Como toda inovação recém-imple-

Artigo científico

mentada, os novos procedimentos podem limitar a capacidade de resolução de alguns problemas, principalmente quando relacionados ao uso de novas tecnologias. Tarefas como realizar a compra de algum insumo, ou realizar o *download* de um dos projetos executivos, podem ter sua produtividade reduzida devido a adição de processos burocráticos durante as suas execuções.

Como estes sistemas propiciam uma maior documentação de atividades e controle de custos, a implantação deles é extremamente necessária em uma empresa em constante crescimento.

O sétimo e oitavo atributo de uma organização exponencial encontrados nos processos do empreendimento Reserva do Alto são a autonomia e as tecnologias sociais. Embora haja uma organização hierárquica das equipes de canteiro de obra, todos os profissionais podem interagir com os líderes, a fim de buscar soluções para os problemas enfrentados. Para o melhor uso destas opiniões, reuniões semanais são feitas com o objetivo de que informações sejam trocadas entre os colaboradores de todas as funções, sejam elas de mão de obra direta ou indireta.

Como uma série de serviços são executados por profissionais terceirizados, é vital que haja uma troca constante de informações entre a equipe técnica da construtora e responsáveis pela empreiteira contratada. Neste caso, as reuniões podem ser marcadas diariamente para com que seja viável uma maior interação entre as equipes.

Tendo como referência os dez atributos de uma organização exponencial apresentados por Salim Ismail, a empresa estudada

não conta com dois deles, que são comunidade e multidão, e engajamento. Por se tratarem de dois atributos do grupo *Scale*, a empresa citada terá dificuldades para alcançar o crescimento exponencial proposto pelo livro.

Como alternativa para a implantação destes dois atributos, a criação de uma comunidade entre engenheiros, arquitetos e possíveis clientes, com interesse mútuo em projetos inovadores e de cunho sustentável poderia ser adotada. Deste modo, a comunidade amplificaria o processo de ideação da empresa, gerando novas possibilidades de projetos, além de manter o engajamento com relação aos empreendimentos em fase de construção.

Com relação aos outros oito atributos de uma organização exponencial que foram encontrados presentes nos processos da construtora Mauad, alguns pontos poderiam ser melhores explorados. A adoção de reuniões diárias de curta duração, ou *stand up meetings*, em inglês, é uma destas possibilidades. Este tipo de metodologia pode proporcionar uma maior integração entre as equipes de construtora e os profissionais terceirizados (empreiteiros).

Outro ponto de melhoria observado é com relação aos *dashboards* e interfaces. Embora a empresa em questão faça uso de um sistema para gestão dos seus processos internos (compras, financeiro, comercial, documentos técnicos e etc.), muitas ferramentas do sistema não são utilizadas devido ao não conhecimento de todas as funções do sistema. Como solução, a empresa poderia programar reuniões mensais a fim de mitigar o não conhecimento da plataforma e ampliar a empatia entre todas as atividades e funções da empresa.

Artigo científico

No que tange aos atributos da autonomia e das tecnologias sociais, uma alternativa exequível seria a adoção de reuniões semanais, mesmo que online, a fim de promover uma melhor integração entre as equipes técnicas de obra, localizadas em Teresópolis - RJ, e a equipe de escritório, localizada na cidade do Rio de Janeiro. Devido a não proximidade entre estes dois grupos, alguns retrabalhos poderiam ser evitados com uma melhor comunicação entre estes profissionais.

CONCLUSÃO

Dada à importância da evolução constante nos modelos organizacionais de forma geral, incluir o segmento da construção civil neste progresso vigente é extremamente valioso para o ramo de mercado como um todo. Neste sentido, conforme fora elucidado no decorrer deste trabalho, a incorporação das características de uma organização exponencial no âmbito da construção civil trouxe benefícios para a empresa que foi utilizada como referencial de estudo.

Embora haja diferenças entre o modelo organizacional apresentado na bibliografia escrita por Salim Ismail, Yuri Van Geest e Michael S. Malone, amplamente focado em empresas do ramo da tecnologia, e o encontrado pelo relato de caso apresentado neste trabalho, é factível implantar os atributos de uma ExO em uma empresa do ramo da construção civil.

Com base no relato de caso os atributos *Staff on demand*, Algoritmo, Ativos alavancados, Interface, *Dashboards*, Experimentação, Autonomia e Tecnologias Sociais foram encontrados no modelo organizacional da construtora em questão. Estes atributos,

mesmo que de maneira sutil, são capazes de otimizar os processos no que se refere a produtividade.

Os outros dois atributos de uma organização exponencial que não foram encontrados na empresa, que são comunidade e multidão, e engajamento, podem também ser atribuídos a uma construtora, desde que a empresa tenha uma forte conexão entre usuários internos (colaboradores) e usuários externos (clientes, fornecedores e prestadores de serviço). Com base nesta forte conexão, as organizações exponenciais são capazes de aumentar seu potencial de ideação, além de criar uma forte cultura de consumo.

Portanto, o desenvolvimento de um modelo organizacional para as empresas do segmento da construção civil pautado em inovação, experimentação e melhoria contínua de processos possui suma importância, uma vez que este nicho de mercado representa uma potência econômica no Brasil.

REFERÊNCIAS

1. BEDIN, Yan. **Inovação na construção civil: conheça os 3 pilares principais**. Disponível em: <https://www.prevision.com.br/blog/inovacao-na-construcao-civil/>. Acesso em 04/04/2021
2. BOUGRAIN, F. **Characteristics of the innovation process in French SMEs of the construction industry**. Salford, 2010.
3. BRASIL. IBGE. **Pesquisa de Inovação**. Pintec, 2011. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011_publicacao%20completa.pdf>. Acesso em: 01/10/2021.
4. BRASIL, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Indicadores do mercado imobiliário nacional**

Artigo científico

- apresentam panorama e sinaliza potencial do setor. Disponível em:** <http://www.cbicdados.com.br/menu/home/indicadores-do-mercado-imobiliario-nacional-apresentam-panorama-e-sinaliza-potencial-do-setor> . Acesso em: **08/07/2022**
5. FERRARI, R. Lanchonete ou empresa de tecnologia. In: ____ **Empreendedorismo para computação: criando negócios em tecnologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Cap. 3. p. 25-40
6. GAMBATESE, J. A.; HALLOWELL, M. **Enabling and measuring innovation in the construction industry. Construction Management and Economics**, v. 29, 2011.
7. GOBIRA, JOÃO. **Gestão de negócio: 7 modelos de empresas exponenciais**. Disponível em: <https://app.startse.com/artigos/gestao-negocios-modelos-empresas-exponenciais>. Acesso em 01/10/2021
8. GUILLEBEAU, Chris. **Startup de \$100**. São Paulo. Benvirá, 2012.
9. ISMAIL, Salim, MALONE, Michel S., GEEST, Yuri Van. **Organizações**
10. **Exponenciais**. Por que elas são 10 vezes melhores, mais rápidas e mais baratas que a
11. sua (e o que fazer a respeito). Edição digital. HSM do Brasil, 2015.
12. LOURENÇO, Caio. **Propósito transformador massivo, sua organização tem**. Disponível em: <https://viverdeagil.com.br/proposito-transformador-massivo-sua-organizacao-tem/#:~:text=Exemplos%20de%20PTM&text=Google%20%E2%80%93%20Organizar%20toda%20a%20informa%C3%A7%C3%A3o,positivamente%20um%20bilh%C3%A3o%20de%20pessoas>. Acesso em: 04/10/2022
13. NOGUEIRA, Rodrigo. **Os 7 fatores que mais impactam na produtividade na Construção civil**. Disponível em: <https://www.sesi-ce.org.br/blog/os-7-fatores-que-mais-impactam-a-produtividade-na-construcao-civil/>. Acesso em 08/10/2022
14. QUINDERÉ, André. **O que é e como aplicar o Lean Construction**. Disponível em: <https://agilean.com.br/o-que-e-e-como-aplicar-o-lean-construction/>. Acesso em 05/08/2022
15. RIES, Eric. **A startup enxuta**. São Paulo. Leya, 2012
16. THIEL, Peter. **De zero a um**. São Paulo. Objetiva, 2014.

TIJOLOS ECOLOGICOS DE SOLO-CIMENTO: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO MECÂNICO DO TIJOLO UTILIZANDO DIFERENTES TRAÇOS COM SOLOS DA REGIÃO SERRANA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Lucas Do Canto Mendes, Beatriz Temtemples de Carvalho

RESUMO

O tema sustentabilidade hoje é um dos principais enfoques da sociedade para diminuir os prejuízos que a natureza está sofrendo, se tornando prioridade para que nossos descendentes consigam viver nas mesmas condições que a gente daqui algumas décadas. A construção civil é um dos setores que contribuem fortemente com essa degradação do planeta através da enorme quantidade de lixo gerada e do consumo de matéria prima. Portanto o setor da construção civil precisa passar por mudanças que busquem o uso de novos métodos construtivos que sejam mais sustentáveis, baratos, rápidos e eficientes. O tijolo solo-cimento, é visto como uma alternativa para responder a essas demandas. Ele é composto pela mistura de solo, cimento e água, que são prensados e colocados em descanso para cura e realização dos processos químicos e físicos de endurecimento do cimento com o solo. Esse tijolo ficou conhecido também como tijolo ecológico por ele não precisar passar na sua fabricação pelo processo de queima, como ocorre nos tijolos convencionais, diminuindo a emissão de CO₂ na natureza. Porém ainda existem poucos estudos e desconhecimento dessa técnica construtiva, portanto este trabalho pretende estudar o desempenho do tijolo solo-cimento utilizando alguns traços diferentes com solo da cidade de Teresópolis, a fim de incentivar a comunidade local a produzir o tijolo e servir de manual técnico para produção dele. Os resultados encontrados no ensaio de resistência à compressão utilizando esse solo e esses teores de cimento, obtiveram resistência inferiores estabelecidos pela norma, porém gerou dados importantes para futuros trabalhos e fabricação do tijolo.

Palavras-chave: Tijolo-Ecológico. Sustentabilidade. Construção-Civil. Sistema-Modular. Tijolos Solo-Cimento.

ABSTRACT

The sustainability theme today is one of society's main approaches to reduce the damage that nature is suffering, becoming a priority for our descendants to be able to live in the same conditions as us in a few decades nature've been suffering as a priority so our descendants become able to live in the same conditions as we do in a few decades. And civil construction is one of the sectors that most contribute to this degradation of the planet contributes the most with the planet degradation with its huge amount of generated waste and consumption of raw materials. Therefore, the civil construction sector needs to undergo changes that seek the use of a new construction methodologies that are more sustainable cheaper, sustainable, faster and more efficient; as the soil-cement brick that will be demonstrated in this work. It is composed of a mixture of soil, cement and water, which are pressed and placed in rest to cure and carry out the chemical and physical processes of cement hardening with the soil. This brick was also known as ecological brick because it does not need to go through the burning process in its manufacture, as in conventional bricks, reducing the emission of Co₂ in nature. However, there are still a few studies and lack of knowledge of this constructive technique, so therefore this work intends to study the performance of the soil-cement brick using some different traits with soil from the city of Teresópolis, in order to encourage the local community to produce the brick and serve as a technical manual for production of the same. The results found in the compressive strength test using this soil and these cement contents obtained lower strength established by the standard, but generated important data for future works and brick manufacture.

Keywords: Ecologic brick. Sustainability. Construction. System-Modular. Soil-Cement Bricks.

Artigo científico**INTRODUÇÃO**

A partir do desenvolvimento das sociedades, discutir sobre a sustentabilidade tem se tornado necessário para garantir a sua sobrevivência, principalmente após as revoluções industriais ocorridas no século XX. e o aumento do aquecimento Global. Com isso, o consumo de matéria prima foi intensificado, ao ponto da natureza não conseguir repô-las na velocidade em que a sociedade as solicita, provocando grandes danos ao meio ambiente e ao equilíbrio ecológico.

A construção civil é responsável pelo consumo de 75% dos recursos naturais extraídos no planeta, e gera em torno de 80 toneladas de resíduos de obras anualmente, sendo uma das indústrias que mais afetam o meio ambiente (CTE, 2021). Além disso, a cadeia da construção civil é um dos setores que mais geram empregos no mundo, tendo uma importância significativa na economia mundial, tornando-se uma referência para outros setores. Com isso, o setor precisa passar por mudanças imediatas para que esse cenário possa diminuir, e o setor se torne exemplo para as outras indústrias.

O setor além de possuir esses pontos negativos citados acima, ele apresenta outro ponto negativo que é o alto custo tanto de materiais quanto de mão de obra. Segundo Souza (2013), as obras de construção civil e de infraestrutura no Brasil são bem mais caras e mais demoradas que de outros países que são concorrentes diretos, principalmente nos quesitos matéria prima e insumos. Com isso as pessoas pensam duas vezes antes de começar uma obra ou reforma, pois sabem o alto custo que podem ter e que talvez não tenham con-

dições de finalizar a obra devido à falta de dinheiro, além de muitas vezes ser um processo demorado e que dá muito trabalho.

Diante dos problemas abordadas no texto, novos processos construtivos estão sendo elaborado constantemente, e na maioria dos casos, ela busca alcançar quatro princípios, que sejam mais baratas, rápidas, sustentáveis e eficientes, para assim tentar amenizar essas dores que o setor da construção civil tem. Hoje já existem alguns métodos construtivos que atendem boa parte desses princípios como; construções modulares, casas pré-fabricadas, o Light Steel Frame, entre outros. Na construção modular existem várias opções, mas uma se destaca por atender todos os princípios mencionados acima, que é o tijolo modular solo-cimento, mais conhecido como tijolo ecológico.

O tijolo solo-cimento consiste em uma mistura de solo, cimento e água, compactados em prensas com moldes específicos para o sistema modular, podendo assim encaixar um em cima do outro na hora da execução. Um dos grandes diferenciais sustentáveis desse tijolo é que ele não precisa ser queimado na sua fabricação diminuindo a emissão de CO₂, diferentemente dos tijolos cerâmicos convencionais que são queimados no forno. Outro ponto é sua forma modular, que diminui o uso de argamassas de assentamento e dispensa o uso de madeiras para formas de concreto por possuir geometria e furos que servem para serem enchidos de concreto, além de outros materiais que costumam ser descartados após a obra. Os tijolos de solo-cimento são considerados ecologicamente corretos, pois exigem baixa energia na obtenção da matéria-

Artigo científico

-prima, não contaminam o meio ambiente em seu processo produtivo, não há necessidade de queima (o que gera grande economia energética e ainda minimiza o desmatamento), além das agilidades e menor custo que o sistema modular traz (DA SILVA, 2019).

Porém, por ser uma técnica construtiva pouco conhecida no setor, ainda existem poucos estudos e fontes que auxiliem pequenos produtores a fabricar seus tijolos em suas regiões, dentre as maiores dúvidas que existem, temos: “qual melhor solo para se usar?” e “qual a proporção certa de solo-cimento?”. Cada local possui um tipo de solo diferente com porcentagem de argila, silte e areias variadas, que afeta diretamente a qualidade do tijolo como também o traço a ser utilizado. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre a fabricação de tijolo solo-cimento utilizando solos da região serrana do Rio de Janeiro, especificamente na cidade de Teresópolis-RJ. Submetendo diferentes traços de solo-cimento aos ensaios de caracterização do solo, resistência à compressão e de absorção do tijolo previstos nas normas regulamentadoras, a fim de alcançar os requisitos mínimos postulados nas normas técnicas brasileiras.

Ao final deste trabalho, é esperado que essa pesquisa incentive, na comunidade, o desejo de se produzir utilizando os tijolos solo-cimento na região de Teresópolis, além de funcionar com um manual técnico de produção servindo de apoio metodológico para a comunidade em geral.

REVISÃO DA LITERATURA

A terra é um dos materiais de cons-

trução mais antigos utilizados pelo homem, e atualmente estima-se que 30% da população mundial more em construções feitas com solo (BOTINAS, 2017). O solo tem sua origem a partir de processos de decomposição física e química nas rochas, podendo ser classificados como argilas, siltes, areais e pedregulhos

A região Serrana do Rio de Janeiro possui características geológicas e geomorfológicas evidenciadas pela presença de montanhas compostas por rochas fraturadas, solos pouco espessos e vales. A dinâmica do uso do solo, por muitos anos, ocorreu sem uma política de gestão territorial definida, crescendo expressivamente, e ocupando de forma desordenada os bairros e as encostas, as pessoas instalaram-se em locais não adequados do ponto de vista geológico, tanto devido à facilidade de entrada quanto à falta de informações relacionadas às fragilidades dessa região.

De acordo com EMBRAPA SOLOS (2003), a região serrana apresenta relevo acentuado e solo pouco profundo, é constituída por depósitos de gnaisses e granitos, além de possuir solos bastante lixiviados, compreendendo cambisolos háplicos, neossolos e com ocorrência menos expressiva de latossolos vermelho-amarelo. Segundo ALTO URUGUAI (2015), a cidade de Teresópolis possui quatro tipos de solos predominantes, que são o Latossolo vermelho-amarelo Distrófico, Cambissolo háplico Tb Distrófico e Cambissolo háplico Tb Eutrófico, e uma pequena área de solo Argissolo vermelho Distrófico.

Dentre as técnicas construtivas com solos mais utilizados se destacam o adobe, a taipa-de-pilão, a taipa de mão, e o solo-cimento. Os adobes feitos através de coloca-

Artigo científico

ção de solo úmido em moldes e logo após retirados para serem usados se tornando um material pré-moldado. Já a taipa-de-pilão é uma técnica onde o solo é empregado no local de execução principalmente em paredes monolíticas moldadas in loco. E por último a taipa de mão, mais conhecida no Brasil como pau a pique, caracterizada pela combinação de madeira, bambu, varas, fibras e terra (NEVES & FARIA, 2011).

O Solo-cimento é uma mistura de solo com cimento Portland e água, e adquire resistência através das reações de hidratação do cimento. Ele pode ser dividido em três tipos: compactado, plástico e autoadensável. O compactado procura-se obter o solo numa umidade ótima a fim de obter maior densidade, já o plástico procure-se obter um produto de consistência plástica parecido como uma argamassa, e o autoadensável ainda está em período de experimentos, mas tem como característica que ele é capaz de preencher os moldes sob a ação do seu próprio peso alcançando o adensamento, essa mistura é muito utilizada em pavimentação e fabricação de tijolos solo-cimento (ALCANTARA & SEGANTINI, 2017).

A NBR 8491 (ABNT, 2012) define o tijolo vazado de solo-cimento como “*componente de alvenaria constituído de uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland, água e, eventualmente, aditivos e/ou pigmentos, com volume igual ou superior a 85% do seu volume total aparente*”. As dimensões devem atender a Tabela 01, cuja altura (H) seja maior que sua largura (L), a espessura mínima das paredes (e) da volta deve ser de 25mm e distância entre os

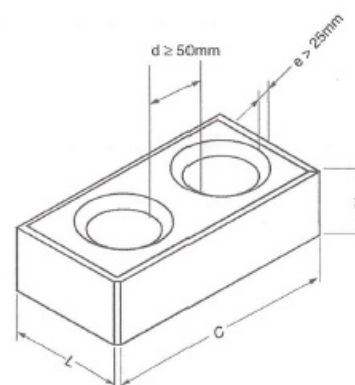
furos de 50mm como na Figura 01.

Tabela 1 - Tipos e dimensões nominais

Tipos	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
A	200	100	50
B	240	120	70

Fonte: (ABNT, 2012)

Figura 1 - Tijolo vazado de solo-cimento



Fonte: (ABNT, 2012)

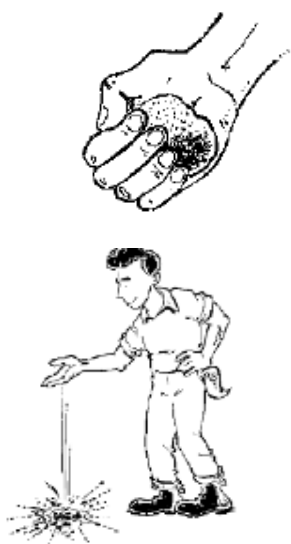
Seu sistema com 2 furos na vertical e arestas de encaixe, permite que eles sejam encaixados um no outro, e seus espaços verticais são usados para fazer colunas, passar conduites e sistemas hidráulicos, evitando de quebrar as paredes posteriormente para passar os mesmos, agilizando e evitando o desperdício de materiais na obra. Além do formato tradicional mostrado acima, existem outros tijolos com mesmas dimensões mas formas diferentes que ajudam na hora da execução das paredes, como o meio tijolo que serve para ser usado nos cantos das paredes, e o tijolo canaleta que permite a realização de vigas, vergas, e contra-vergas, como também a passagem de instalações, diminuindo assim também o uso de madeiras, pois elas são muito usadas para fazer caixas de coluna e vigas, como os mesmos são feitos dentro do tijolo não há necessi-

Artigo científico

dade do uso da madeira.

Para fabricação dos tijolos, o solo é misturado ao cimento até obter coloração uniforme. Após isso, é acrescentado a quantidade de água necessária misturando-se novamente até obter umidade ótima. O procedimento mais empírico para verificar se a mistura está no ponto ideal é: pegar um punhado da mistura e apertar bastante na palma da mão de uma forma que ela fique todas as partes grudadas e os dedos marcados, gerando um bolo conforme a primeira imagem da figura 2, e de forma que se consiga dividir esse bolo em 2 partes sem ela desmanchar. O segundo passo é jogar esse bolo de uma altura próxima de 1 m, devendo ele, ao se chocar com o chão se esfarelar todo como na segunda imagem da figura 2, caso isso não ocorra, o solo não está com umidade no ponto certo, devendo ser revista. (ABCP, 2000)

Figura 2 - Verificação de Umidade



Fonte: (ABCP, 2000)

Com isso a mistura está pronta para ser colocado no molde, já ajustado, de uma prensa que pode ser manual ou automática.

Após sua prensagem, o bloco é retirado e colocado em local plano e limpo para o processo de cura. É necessário molhar o tijolo diariamente, durante 7 dias após sua fabricação, para garantir a cura efetiva. Após o 14º dia, o tijolo já pode ser usado na alvenaria conforme apresentado na NBR 8491:2012.

As NBR 8491:2012 e NBR10833-2012 especificam alguns requisitos mínimo que os tijolos devem obedecer para ter sua qualidade assegurada. Abaixo segue alguns requisitos importantes estabelecidos pela norma.

Resistência à Compressão: A amostra ensaiada não pode apresentar média dos valores de resistência à compressão menor que 2,0 MPa, e nem valor individual menor que a 1,7 MPa, com idade mínima de sete dias.

Absorção de Água: A amostra ensaiada não pode apresentar média dos valores de absorção de água maior que 20% nem valores individuais superiores a 22% com idade mínima de sete dias.

a) **Solo:** 100 % de material que passe na peneira com abertura de malha de 4,75 mm.

b) 10 % a 50% de material que passe na peneira com abertura de malha de 0,75 mm

c) Limite de liquidez menor ou igual a 45 %.

d) Índice de Plasticidade menor ou igual a 18 %.

Hoje o mercado oferece diversos tipos de tijolos e blocos para venda, eles são divididos em duas categorias; os de vedações e os estruturais, que lhe trazem duas formas distintas de construções. Segundo Pentead

Artigo científico

(2011), uma residência de 33m² em fase de alvenaria pronta teve o custo de R\$ 6.812,30 no sistema de alvenaria convencional, R\$ 5.825,78 no sistema de alvenaria estrutural, e o no solo-cimento teve o custo de R\$ 5.698,44.

Para determinação dos traços a serem utilizados na pesquisa, foram revisados algumas produções científicas nos últimos anos que buscaram investigar o desempenho mecânico dos tijolos de solo-cimento.

No trabalho de Souza, et al., (2011) foi estudado o uso do solo da cidade de Juazeiro do Norte-CE para fabricação de tijolos solo-cimento. Onde foram realizados os ensaios de caracterização do solo, resistência a compressão simples, a tração indireta, absorção de água, durabilidade e avaliação dimensional dos tijolos. Na caracterização do solo foram realizados os ensaios de granulometria, limite de plasticidade, limite de liquidez e massa específica, os resultados dos ensaios concluíram que o solo coletado possui 74% de areia e 26% de silte+argila, o limite de liquidez foi de 22,65%, e de plasticidade de 15,55%, caracterizando um solo de Areia argiloso-siltosa de cor castanho avermelhado.

Para o ensaio solicitado pela norma, o autor utilizou dois traços de solo-cimento, um com 6% de cimento (16:1) e com 9,1% de cimento (10:1). No ensaio de compressão simples, o tijolo com traço de 6% de cimento obteve resistência de 1,33 MPa aos 7 dias e 2,47 MPa aos 28 dias, já com o traço de 10% de cimento obteve 2 MPa aos 7 dias e 4 MPa aos 28 dias. No ensaio da absorção de água, o traço de 6% obteve 12,67% aos 7 dias e 13,36% aos 28 dias, já o traço com 10% de cimento obteve 12,82% aos 7 dias e 11,92% aos 28 dias. Na

análise dimensional os resultados demonstraram que não houve variações consideráveis e valores muito baixos. E no de durabilidade, o traço de 6% obteve 2,66% aos 7 dias e 2,83% aos 28 dias, e o de 10% obteve 3,05% aos 7 dias e 3,30% aos 28 dias.

Os resultados obtidos demonstraram que o solo da cidade de Juazeiro do Norte para fabricação de tijolos solo-cimento obteve os valores consideráveis segundo as normas regulamentadoras para os traços estudados, podendo ser utilizado como alternativa econômica, viável e técnica para projetos habitacionais, mas em sua metodologia não menciona se os corpos de prova foram imersos antes do ensaio de compressão.

De Carvalho (2019) estudou a fabricação de blocos de terra comprimida utilizando um solo da ocupação Solano Trindade em Duque de Caxias-RJ, onde foram utilizados 6 traços com relações de Solo-cimento, Solo-Cal e Solo-Cal-RC (Resíduo Cerâmico). Considerando a mistura de Solo-cimento utilizado na proporção de 9,1% de cimento (10:1). Neste trabalho foram realizados todos os ensaios estabelecidos pela norma, para caracterização do solo foi feito a granulometria que indicou a presença de 40% de areia, 3% de pedregulho e 57% de argila+silte. O limite de Liquidez obteve 46%, o limite de Plasticidade 16% e o índice de Plasticidade 30%, a classificação indica um solo Argiloso, que não é um solo ideal para fabricação de tijolos solo-cimento, por isso a autora optou em fazer a correção do solo com a adição de 30% de areia, modificando as concentrações para 59% de areia e 41% de argila+silte

Após a correção do solo foram fabri-

Artigo científico

cados os tijolos solo-cimento com o traço de 10:1 e submetidos ao ensaio de compressão simples, obtendo os valores de 2 MPa aos 7 dias e 4,8 MPa aos 28 dias. No ensaio de Absorção as amostras obtiveram um valor médio de 17,9%, e no ensaio de durabilidade obteve 3,95% de perda de massa.

Portanto, os resultados mostraram que o solo coletado não era adequado para fabricação do tijolo pela baixa presença de areia, porém com a correção da porcentagem de areia foi possível realizar a fabricação do tijolo e realizar os testes, e os mesmos obtiveram valores consideráveis conforme estabelece as normas regulamentadoras para fabricação de tijolos.

Fonseca et al. (2010), em seu trabalho comparou metodologias distintas no ensaio de compressão de tijolos de solo-cimento, o traço utilizado foi com 9% de cimento (11:1). A primeira metodologia foi seguindo rigorosamente os passos determinados pela NBR 8492 (ABNT, 2012). O segundo método foi feito seguindo os passos da metodologia anterior, porém com a junção de 2 tijolos inteiros e capeamento com enxofre. O terceiro método foi realizado igual a primeira metodologia, porém sem a imersão do corpo de prova na água antes dos ensaios.

Os resultados demonstraram que os tijolos ensaiados utilizando os métodos 1 e 2 não alcançaram a resistência necessária indicada pela norma obtendo valores médios menores que 2 MPa. Já a terceira metodologia obteve valores de resistência bem superiores ao mínimo solicitado pela norma, isso correspondeu a um ganho de 82% e 76% de resistência respectivamente em comparação com

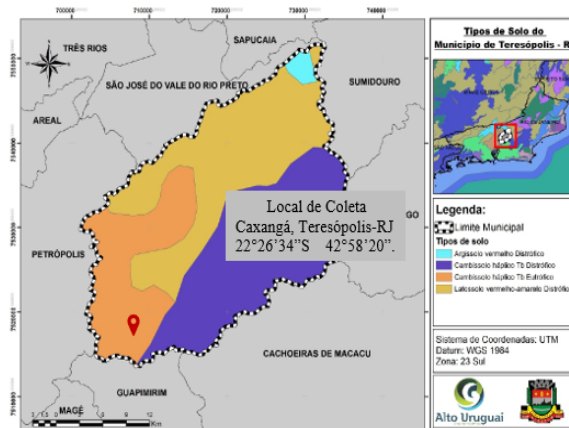
as metodologias 1 e 2.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre da fabricação de tijolo solo-cimento utilizando solos da região serrana do Rio de Janeiro, especificamente na cidade de Teresópolis-RJ. Com o propósito de entender quais são os traços de solo-cimento possíveis para fabricação do tijolo utilizando o solo da região, a fim de verificar se os resultados alcançaram os requisitos estabelecidos pela NBR 8491. Para fundamentação do estudo proposto, foram feitos os ensaios solicitados pelas normas regulamentadoras de tijolo solo-cimento, além de métodos de fabricação divulgados por associações da área.

Para este trabalho, após discussões, foi determinado que seria feito o estudo de somente um solo da região devido ao pouco tempo disponível. Através do estudo das referências sobre solo da região, foi escolhido que seria coletado um solo da área urbana de Teresópolis, especificamente no bairro do Caxangá que ocorreu no dia 03/09/2022 na coordenada 22°26'34"S 42°58'20" indicado na figura 3.

Figura 3 - Localização do solo coletado



Fonte: Alto Uruguai, 2015 / O Autor, 2022

Artigo científico

Foi escavado um pedaço de talude na localização indicada, sendo descartado os primeiros 30cm pertencente ao horizonte A, que era composto de um solo preto orgânico e materiais de entulho, portanto o solo retirado pertence ao horizonte B com coloração mais amarelada conforme a figura 4, foi retirado cerca de 8 sacos de 15 litros de solos, e guardado em um local fechado para ser levado ao laboratório.

Figura 4 - Coleta do Material



Fonte: O Autor, 2022

De acordo com o mapa do ALTO URUGUAI (2015), o solo retirado corresponde a um cambissolo háplico Tb Eutrofico, a EMPRAPA (2018) define o cambissolo como solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente, ele tem textura fran-

coarenosa ou argilosas, de cor bruna ou bruna-amarelada até vermelho-escura, de alta e baixa saturação. O subgrupo Háplicos tb Eutrófico é definido como solo com argila de atividade baixa e saturação por bases $\geq 50\%$, ambas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B.

Para melhor entendimento e fundamentação teórica do solo retirado foi feito os ensaios de caracterização do solo descrita na tabela 2.

Tabela 2 - Ensaios de Caracterização do Solo

ENSAIO	
Granulometria	NBR 7181 (ABNT,2016)
Limite de Liquidez	NBR 7181 (ABNT,2016)
Limite de Plasticidade	NBR 7181 (ABNT,2016)
Massa Específica dos Grãos	NBR 7181 (ABNT,2016)

Fonte: O Autor, 2022

Além dos ensaios feitos em laboratório, foram realizados alguns ensaios empíricos segundo o trabalho de Neves, et al (2009). O primeiro ensaio foi o teste do vidro, que demonstra a granulometria dos grãos dos solos através da sedimentação em água. Uma porção de solo é colocado em um vidro transparente e junto com água e uma pitada de sal, após o vidro é fechado e agitado para que haja dispersão do solo em água, o mesmo é colocado em repouso até que os componentes estejam decantados formando camadas diferentes. Após a decantação é utilizado uma régua para medir as alturas de cada camada e calcular as porcentagens de cada componente.

O segundo teste empírico é o do cordão que demonstra a coesão e a plasticidade da terra em uma determinada umidade, para realização desse procedimento é tomado uma

Artigo científico

porção de solo e aos poucos é adicionado água até que seja possível formar um cordão com 3mm de diâmetro através de rolamento sobre uma superfície lisa. Após forma-se uma bola com esse solo úmido, e verifica-se a força necessária para esmagá-lo com o polegar e o indicador.

No teste da fita que relaciona a plasticidade com o tipo de terra, o procedimento consiste em pegar solo úmido utilizado no teste do cordão, e fazer um cilindro de tamanho de um cigarro, e com o polegar direito e indicador é amassado até formar uma fita com maior comprimento possível.

Fabricação Do Tijolo

Através das referências estudadas percebeu-se que o traço mais utilizado para fabricação de tijolo solo-cimento é 10:1, no trabalho de Souza (2011) chegou-se a usar o traço de 16:1 obtendo valores consideráveis nos ensaios realizados. Para esse estudo foram determinados a realização de 5 traços para fabricação e testes, os traços estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 - Traços Utilizados

Traço	Proporção Solo-Cimento	% de Solo	% de Cimento	Volume de água (%)
T1	8:1	88,88%	11,12%	3,34%
T2	10:1	90,9%	9,1%	1,81%
T3	13:1	92,3%	7,7%	2,32%
T4	16:1	93,33%	6,67%	1,93%
T5	18:1	94,22%	5,88%	1,95%

Fonte: O Autor, 2022

Primeiramente o solo coletado foi peneirado na peneira de malha de 4,75 mm conforme solicitado pela NBR 10833 (ABNT, 2012) demonstrado na figura 5, o material pas-

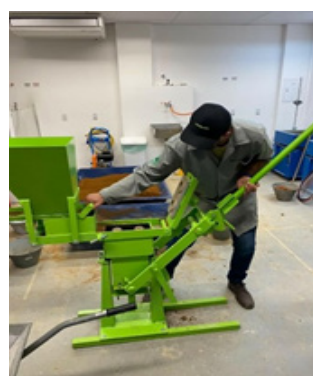
sante foi colocado ao sol para secagem e guardado no laboratório, o restante foi descartado.

No dia 16 de setembro de 2022 foi realizado a produção dos tijolos solo-cimento, o solo foi dividido em 5 partes, cada parte foi colocado em separado na masseira junto com a sua proporção de cimento determinada na tabela 3. Na figura 6 mostra o traço sendo misturado até ficar homogêneo e molhado até chegar na umidade ótima através do teste da queda da bola conforme demonstrado na figura 2. O cimento utilizado foi o Cimento Portland CP-III da marca Campeão.

Após da mistura, o traço foi colocado na prensa manual de tijolos da marca Verde Equipamentos conforme a figura 7, e prensados uma média de 12 tijolos por traço, o mesmo processo foi realizado em cada traço totalizando 72 tijolos fabricados, estes foram guardados no laboratório e molhados conforme a figura 8.

Figura 5 – Peneiramento, Mistura, Prensagem





Fonte: O Autor, 2022

Figura 6 - Tijolos Fabricados



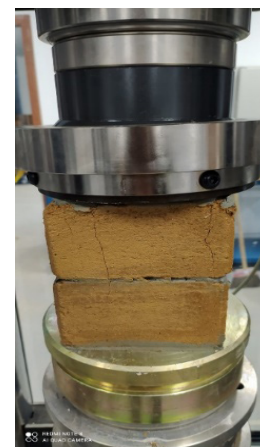
Fonte: O Autor, 2022

Ensaio de Compressão

O primeiro ensaio de compressão foi realizado no dia 23 de setembro aos 7 dias de cura do tijolo, e no dia 14 de outubro com 28 dias de cura conforme solicitados pela NBR 8492 (ABNT, 2012) seguindo os procedimentos preconizados pela norma. Antes de cada ensaio foram cortados pelo menos 3 tijolos de cada traço e sobrepostos ligando com uma camada fina de pasta de cimento no traço de 3 de cimento e 1 de água, os mesmos foram capeados com pasta de cimento nas partes de baixo e de cima do corpo de prova conforme a figura 9.

No ensaio aos 7 dias de cura, os corpos de prova foram imersos em água antes do ensaio como determina a norma, os mesmos foram retirados na hora do ensaio sendo enxugados superficialmente com um pano e submetidos ao ensaio de compressão simples na máquina de compressão da solo test, e na máquina universal de ensaios exemplificados na figura 10. Aos 28 dias de cura foi repetido o mesmo procedimento realizado no ensaio de 7 dias de cura.

Figura 7 - Corpos de Prova e Ensaio de Compressão



Fonte: O Autor, 2022

Ensaio de Absorção

Para ensaio de absorção de água foi seguido as orientações da NBR 8492 (ABNT, 2012), onde foram retirados 3 tijolos de cada traço totalizando 15 tijolos. O primeiro procedimento foi colocar no dia 5 de outubro a

Artigo científico

amostra em estufa durante 24 horas, no dia seguinte os tijolos foram pesados e anotados seus valores secos, logo após os mesmos foram emersos em um tanque de água durante 24 horas. No terceiro dia as amostras foram retiradas do tanque e enxugadas superficialmente com pano para ser pesados molhados e assim serem feitos os cálculos de absorção de água, os resultados encontrados estão na tabela 6.

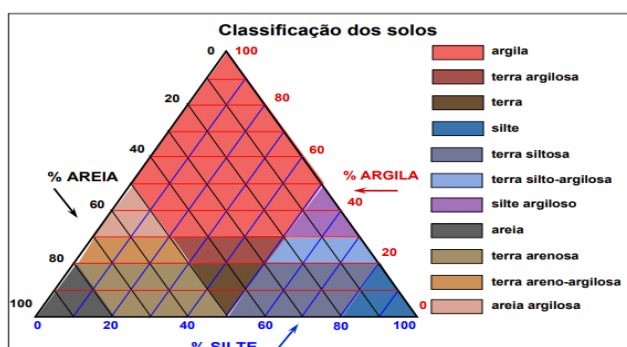
Análise Dimensional

Para verificação dimensional foi utilizado um metro para medição dos tamanhos de cada tijolo, e anotados em uma tabela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para classificar o solo a partir das proporções de cada componente, foi utilizado o diagrama de Moran (1984) apud Neves et al, conforme apresentado na figura 11 abaixo.

Figura 8 - Diagrama de Classificação de Solos

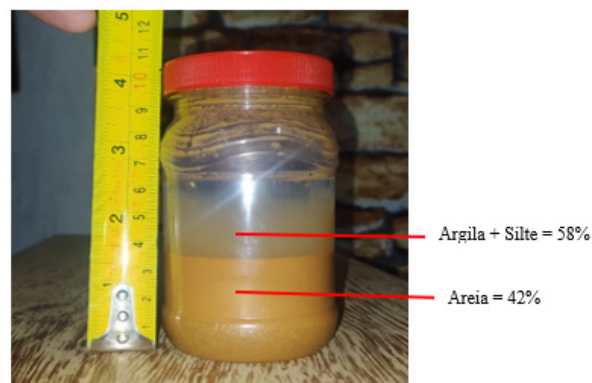


Fonte: (NEVES C. M., FARIA, ROTONDARO, SALAS, & HOFFMAN, 2009)

O primeiro ensaio empírico foi o teste do vidro demonstrado na figura 12 abaixo, a primeira camada a se decantar é a areia correspondendo a uma quantidade de 42% do total, a segunda camada corresponde ao silte e argila

correspondendo a 58% do total. Por esse método seguindo a figura 11, podemos classificar o solo como terra argilosa.

Figura 9 - Teste do Vidro



Fonte: O Autor, 2022

O segundo teste realizado foi o chamado teste do cordão, em que foi possível formar um cordão com 3mm de diâmetro sem se romper, e ao formar a bola com o cordão o esmagamento foi feito de forma suave, por ser pouco resistente e fissurar e esmigalhar facilmente. Com esses resultados esse solo pode ser um dos seguintes tipos; terra argilo-siltosa, arenosa ou areno-argilosa, de plasticidade mediana.

Figura 10 - Cordão com 3mm e Esmagamento da bola



Fonte: O Autor, 2022

O terceiro teste foi o chamado teste da fita, onde foi formado um cilindro com tamanhos e espessuras de um cigarro conven-

Artigo científico

cional, e após amassado com os dedos chegando em um tamanho de 12 cm. A partir desse resultado esse solo possui uma característica argilosa com alta plasticidade. A seguir na tabela 4 segue os resultados de caracterização do solo que foi utilizado para fabricação do Tijolo realizado nos laboratórios da Unifeso.

Tabela 4 - Resultado do Ensaio de Caracterização do Solo

GRANULOMETRIA			
Argila +Silte		48,3%	
Areia	Fina	17,6%	50,4%
	Média	15,3%	
	Grossa	17,5%	
Pedregulho		1,38%	
LIMITE DE ATTERBERG			
Limite de Liquidez		25,31%	
Limite de Plasticidade		21,61%	
Índice de Plasticidade		3,7%	
CLASSIFICAÇÃO			
Tipo de Solo		Terra Areno-Argilosa	

Fonte: O Autor, 2022

Os resultados encontrados mostraram que o solo é tipo Areno-Argilosa conforme a figura 11 com cerca de 50,4% de Areia e 48,3% de argila e silte, essa porção de argila foi o suficiente para prensar os tijolos e retirar da máquina de prensa sem se desmanchar. Portanto os solos atendem os requisitos estabelecidos pela NBR 10833 (ABNT, 2012), atendendo de 10% a 50% passante na peneira de 0,75mm, apesar de possuir valores bem próximos ao limite dos 50%, o limite de liquidez foi inferior a 45%, e índice de plasticidade menor que 18%.

Os resultados de granulometria realizados em laboratórios foram bem parecidos

com os resultados dos ensaios empíricos, o teste do vidro evidenciou a presença de cerca de 58% de silte e argila e 42% de areia, já no de granulometria 48,3% de silte e argila e 50,4% de areia. Portanto como o ensaio do vidro é difícil ter uma precisão exata da porcentagem de cada componente, podemos concluir que os resultados dos ensaios bateram iguais, e os mesmos através da classificação utilizando a figura 11, estiveram na mesma faixa de tipologia de solo que foi a terra areno-argilosa.

No teste do cordão, um dos resultados obtidos foi a terra areno-argilosa, exatamente a mesma classificação obtida no ensaio de granulometria. O teste da fita também evidenciou que o solo é um tipo argiloso, comprovando os resultados de granulometria realizados.

Ensaio De Compressão

No traço T4 aos 07dias, só foi possível obter os resultados de 1 corpo de prova pois os outros 2 corpos de provas que foram submetidas ao ensaio, não apresentaram resultados devido a algum problema na máquina, com isso o último corpo foi ensaiado em outra máquina para não perder todos os resultados.

Conforme é possível verificar na Tabela 5, o desempenho mecânico dos tijolos aos esforços de compressão foi abaixo de 2MPa, não atendendo aos requisitos estipulados pela norma. Após análises acredita-se que os resultados foram menores devido a grande quantidade de finos (silte+argila) no solo, os resultados de caracterização do solo demonstraram que o solo possuía uma porcentagem de 48,3% de silte e argila. A NBR 10833 (ABNT, 2012) define que o solo precisa passar de 10% a 50% de material na peneira de 0,75mm, que

Artigo científico

é a peneira que faz a separação entre areia e os finos, portanto como o valor de finos foi bem próximo ao máximo estabelecido na norma, a diminuição da resistência do tijolo pode ter acontecido devido a essa grande quantidade de finos no solo.

Tabela 5 - Resultado de Ensaio a Compressão

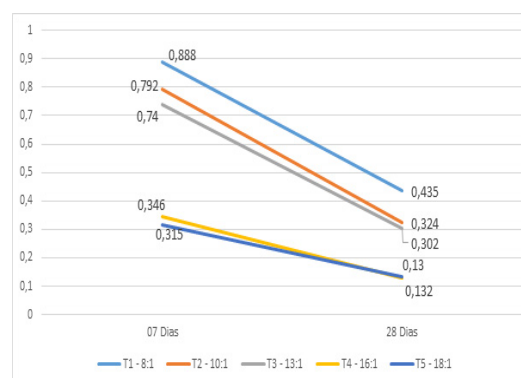
Traço	Idade	Fc (MPa)	DP (MPa)	CV (%)
T1	07 Dias	0,888	0,15	17,27
	28 Dias	0,435	0,05	11,71
T2	07 Dias	0,792	0,17	22,64
	28 Dias	0,324	0,01	5,61
T3	07 Dias	0,74	0,079	10,78
	28 Dias	0,302	0,03	10,11
T4	07 Dias*	0,346	0	0
	28 Dias	0,13	0,023	17,87
T5	07 Dias	0,315	0,073	23,02
	28 Dias	0,132	0,02	20,47

* Só foi possível ensaiar com 1 corpo de prova

Fonte: O Autor, 2022

Conforme Ibeiro (2016), o solo-cimento tem maior eficiência em solos arenosos pela maior resistência obtida, já a presença de altos teores de argila pode retardar a hidratação e endurecimento do cimento. O cimento se estabiliza melhor com areia devido a maior presença de vazios em sua estrutura, onde o cimento consegue penetrar e agir como ponto de contato entre os grãos ocasionando a cimentação. Já os solos finos precisam de maior quantidade de cimento por não apresentar vazios e apresentar maior superfície específica que é onde o cimento atua para estabilizá-lo.

Tabela 6 - Variância de Resistência a Compressão dos Traços



Fonte: O Autor, 2022

Porém, foi possível perceber alguns resultados nos ensaios realizados conforme a tabela 6, primeiramente ocorreu uma diminuição de resistência no tijolo do 7º dia para o 28º dia de cura, que é um fato estranho e precisa ser mais bem estudado para entender o motivo dessa diminuição, pois o comum é que ele tenha um ganho de resistência ao passar do tempo. Conforme a tabela 6 podemos observar que os traços T1, T2, e T3 obtiveram valores parecidos e mais altos, já o T4 e T5 obtiveram valores bem próximos entre si, porém valores bem menores que os primeiros, no ensaio de 7 dias houve uma queda de 58% entre o G1 (T1, T2, T3) e o G2 (T4, T5), já no ensaio de 28 dias houve uma diminuição em 62% do G1 para o G2.

Esses resultados foram parecidos com o trabalho de Neto (2014), o mesmo possuía uma porcentagem alta de finos no solo, e os corpos de prova com 10% de cimento obtiveram valores com média de 0,32 MPa aos 7 dias, e 0,20 MPa aos 28 dias de cura. O autor realizou ensaios também com maiores proporções de cimento, e os resultados de compressão aumentaram proporcionalmente ao teor de ci-

Artigo científico

mento. Outro ponto semelhante nos trabalhos foi o fato de perder resistência ao longo do tempo, um fato estranho que precisa de mais estudos para se entender o motivo.

Outro fator que pode ter diminuído a resistência é o fator de ser imerso em água antes do ensaio, no trabalho de Fonseca, et al (2010) chegou-se à conclusão que há uma grande diferença entre a resistência de um tijolo úmido e do seco, o tijolo seco teve um ganho em média de 79% ao tijolo úmido, e esses tijolos úmidos também possuíam valores menores que os 2MPa estabelecidos pela norma, além disso verificou-se que em algumas referências utilizadas os autores não especificaram se foi realizado o ensaio com o tijolo seco ou úmido.

Após verificação dos resultados e da metodologia, encontrou-se alguns pontos que precisam ser melhorados na norma de ensaio do tijolo que dificultaram muito os ensaios. Primeiramente, a norma solicita que o tijolo seja cortado ao meio, e nesse processo é muito difícil deixar as duas partes iguais, e alguns pedaços sempre se despedaçam que pode afetar no ensaio. O segundo ponto é sobre a capeamento que é pedido, não é mencionado o traço da pasta de cimento a ser utilizado, e por ser um método manual é difícil manter a perpendicularidade do corpo de prova na hora de montar as camadas, e isso pode atrapalhar também na máquina de compressão se ela não tiver rótula para se adaptar. Por isso recomenda-se que a norma seja revisada a fim de obter resultados mais assertivos e padronizados e que facilite esse processo.

Ensaio de Absorção

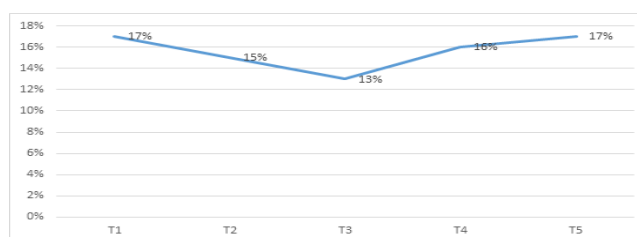
Os resultados de Absorção de água foram satisfatórios conforme a NBR 8491 (ABNT, 2012), que determina que os tijolos não podem possuir média de absorção maiores que 20% e nem valores individuais superiores a 22%.

Tabela 7- Resultado do Ensaio de Absorção

TRAÇO	Idade	Peso Seco Média (kg)	Peso Úmido Média (kg)	Absorção %
T1	21 Dias	2,85	3,34	17
T2	21 Dias	2,86	3,37	15
T3	21 Dias	2,82	3,25	13
T4	21 Dias	2,69	3,22	16
T5	21 Dias	2,69	3,23	17

Fonte: O Autor, 2022

Tabela 8 - Variância de Absorção de Água dos Traços



Fonte: O Autor, 2022

Análise Dimensional

Tabela 9 - Resultado de Análise Dimensional

Tipo	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
B	250	125	90

Fonte: O Autor, 2022

Todos os tijolos analisados obtiveram mesma dimensão com variação em milímetros que não interfere na análise, as dimensões seguem na tabela 8, de acordo com a NBR 8491 (ABNT, 2012) a amostra deve satisfazer as tolerâncias dimensionais de 1,00mm para comprimento (C), largura (L) e altura (H).

O tijolo possui a forma de um paralelepípedo retangular, com furos no eixo per-

Artigo científico

pendicular a superfície de assentamento, e espessura das paredes de 32,5mm, diâmetro dos furos de 60mm, e distância mínima dos furos de 50mm, os resultados confirmam a relação sendo a altura menor que a largura.

CONCLUSÃO

Portanto com o presente trabalho podemos concluir que os traços estudados obtiveram resultados satisfatórios de absorção de água e análise dimensional, porém os de resistência a compressão foi bem menor que o mínimo estipulados pela norma. Desse modo esses tijolos fabricados com esse solo e esses teores de cimento não podem ser usados, por isso é importante fazer os ensaios para cada situação e assim verificar se o tijolo possui as características estabelecidas pela norma.

Conforme a NBR 10833 (ABNT, 2012) o solo utilizado possui as características solicitadas para fabricação de tijolos solo-cimento, porém após os ensaios de resistência a compressão e os resultados abaixo dos mínimos estabelecidos, percebeu-se que o solo por possuir grandes quantidades de finos, precisa ser corrigido com areia ou ser usado com maiores quantidades de cimento para obter uma resistência suficiente para atender a norma, pelo fato do cimento reagir melhor com a areia e seus vazios existente realizando a cimentação dos grãos.

Recomenda-se que para futuros trabalhos usando essa mesma proporção de componentes do solo, seja utilizado traços entre 1:5 até 1:8 a fim de verificar se atendem os 2 MPa estabelecidos pela norma. Outra pesquisa interessante seria entender a relação de resistência do solo-cimento com a porcentagens

de finos no solo, e assim ajudar a estabelecer as proporções ideais de cimento para cada solo para obter as resistências necessárias.

Recomenda-se também que a NBR 8492 de ensaio do tijolo solo-cimento seja revisada, afim de melhorar e especificar melhor os procedimentos para o ensaio de resistência a compressão. O método descrito carece de detalhes importantes, e são difíceis de serem executados, como o corte exato ao meio do tijolo, o capeamento, a falta de informação sobre o traço da pasta de cimento a ser utilizada, e como regularizar a superfície para não afetar os resultados dos ensaios

REFERÊNCIAS

1. ABCP. (2000). Fabricação de tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND(3), 16.
2. ABNT. (2012). *NBR 10833: Fabricação de Tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas .
3. ABNT. (2012). *NBR 8491: Tijolo de solo-cimento - Requisitos*. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro.
4. ABNT. (2012). *NBR 8492 : tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência a compressão e da absorção de água - Método de Ensaio*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
5. Alcantara, M. A., & Segantini, A. A. (2017). Solo-Cimento e Solo Cal. Em G. C. Isaia, & G. C. Isaia (Ed.), *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais* (3ª ed., Vol. 2, pp. 885-922). São Paulo: IBRACON.
6. ALTO URUGUAI . (2015). *Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS*. AGEVAP,

Artigo científico

- Teresópolis.
7. Botinas, R. d. (2017). *ESTUDO DO SOLO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL*. Departamento de Engenharia Civil de Coimbra, Coimbra.
 8. CTE. (2021). *Sustentabilidade: CTE*. Acesso em 07 de Novembro de 2022, disponível em CTE Centro de Tecnologia de Edificações: <https://cte.com.br/blog/inovacao-tecnologia/consumo-sustentavel-como-a-construcao-civil-pode-assegurar-novos-padroes-de-producao/>
 9. da Silva, R. P. (2019). TIJOLO ECOLÓGICO E SEUS BENEFÍCIOS PARA O MEIO AMBIENTE EM UMA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. *ENAPROC*, 1, 3.
 10. de Carvalho, B. T. (2019). *ARQUITETURA COM TERRA NA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDO PARA PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO*. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro.
 11. de Souza, S. M., Torres, S. M., Barbosa, N. P., Ghavami, K., & de Souza, J. R. (Dezembro de 2011). Potencial do Solo de Juazeiro do Norte Para Fabricação de Blocos Prensados de Terra Crua. *Revista Principia*(19), 47-57.
 12. Embrapa Solos. (2003). *Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
 13. Embrapa. (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. *Embrapa Solos*(5).
 14. Fonseca, B. F., de Medeiros, H. T., Neto, J. V., & Lopes, R. A. (2010). COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS DE ENSAIO DE COMPRESSÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO. *Universidade*.
 15. Globo. (2014). *Globo Ciência: notícia*. Acesso em 05 de Abril de 2021, disponível em Globo Ciência : <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-do-planeta.html>
 16. Ibeiro, L. d. (2016). Estudo da distribuição dimensional de poros e da condutividade hidráulica de solos arenosos compactados tratados com cal e cimento. p. 173.
 17. Jornal do Sudoeste. (2017). *Notícias*. Acesso em 09 de Abril de 2021, disponível em Jornal do Sudoeste: <http://www.jornaldosudoeste.com.br/noticia.php?codigo=1951>
 18. Neto, J. A. (2014). Estudo de Misturas de Solo-Cimento para Utilização em Estacas. *FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS - FATECS*.
 19. Neves, C. M., Faria, O. B., Rotondaro, R., Salas, P. C., & Hoffmann, M. (2009). SELEÇÃO DE SOLOS E MÉTODOS DE CONTROLE NA CONSTRUÇÃO COM TERRA - PRÁTICAS DE CAMPO. *Rede Ibero-americana PROTERRA*.
 20. Neves, C., & Faria, O. B. (2011). *Técnicas de construção com terra*. Acesso em 06 de Novembro de 2022, disponível em ProTerra: <https://redproterra.org/pt/>
 21. PENTEADO, P. T., & MARINHO, R. C. (2011). *ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO E PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA DE SOLO-CIMENTO, ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS E ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA POPULAR*. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, CURITIBA.
 22. Souza, C. C. (2013). *Agrolink: Colunistas*. Acesso em 05 de Abril de 2021, disponível em Agrolink: https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/porque-os-custos-de-construcao-civil-e-de-infraestrutura-ainda-sao-bem-mais-caros-no-brasil-e-a-qualidade-continua-muito-ruim-_386686.html

IPYDOJO: GAMIFICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO

IPYDOJO: GAMIFICATION IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS OF LOGIC PROGRAMMING

Renan da Rocha Pinto ¹; Alexandra Miguel Raibolt da Silva ²

RESUMO

Com o crescente aumento do uso de computadores e aplicativos no Brasil e no mundo, a necessidade de mão-de-obra especializada no desenvolvimento e na manutenção de códigos e sistemas tem crescido na mesma proporção que o mercado carece de mão de obra especializada. Levando este aspecto em consideração, este trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis contendo desafios de programação, em que a Linguagem de Programação suportada é Python. Deste modo, o objetivo da plataforma desenvolvida, denominada — iPyDojo, consiste em disseminar o ensino-aprendizagem da programação por meio da gamificação. Visa, ainda, proporcionar a estudantes do ensino fundamental e médio de Teresópolis e região e para estudantes ingressantes no curso de Ciências da Computação do UNIFESO uma ferramenta simples e fácil, com pequenos desafios de raciocínio lógico-matemático para estudar e praticar de onde estiverem. Bons resultados foram obtidos no desenvolvimento deste aplicativo, com suas principais etapas de desenvolvimento e funcionalidades.

Palavras-chave: Aplicativo Mobile; Lógica; Programação; Gamificação

ABSTRACT

With the increasing use of computers and applications in Brazil and in the world, the need for specialized labor in the development and maintenance of codes and systems has grown in the same proportion, at the same time that the market lacks skilled workers of specialized work. Taking this aspect into account, this work proposes the development of an application for mobile devices containing programming challenges, where the supported programming language is Python. In this way, the purpose of the developed platform, called — iPyDojo, is to disseminate the teaching-learning of programming through gamification. It also aims to provide elementary and high school students from Teresópolis and region, and students entering the Computer Science course at UNIFESO, with a simple and easy tool, with small logical-mathematical reasoning challenges to study and practice wherever they are. We achieved good results in the development of the mobile application, where we present its main stages of development and functionalities.

Keywords: Mobile App; Logic; Programming; Gamification

INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais conectado, a área de programação é uma das que mais cresce no Brasil, com um crescimento de quase 100% entre 2012 e 2020, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (DAU, 2021). Além disso, uma pesquisa realizada pela Associação das Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação e de Tecnologias Digitais (Brasscom) aponta que no ano de 2021 os empregos na área

de Tecnologia da Informação e Comunicação foram 14,4% maiores em comparação ao ano anterior (POVO, 2022).

Segundo um estudo realizado em conjunto pela Agência Alemã de Cooperação Internacional (do alemão, *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH* — GIZ), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), e o Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFR-

Artigo científico

GS), em dez anos o Brasil deverá ter empregado 2,06 milhões de pessoas apenas na área de Tecnologia (MAIA, 2021). Apesar deste aumento no número de vagas relacionadas à área de Tecnologia da Informação e Comunicação, a Brasscom acredita que até o ano de 2025 o Brasil terá um déficit de 797 mil profissionais (POVO, 2022), sendo o principal fator deste déficit, o fato de que a formação de novos profissionais não acompanha a geração de novas vagas na área. A situação se agrava, em áreas que exigem profissionais mais especializados. Nesse cenário, podemos inferir que com o crescimento da área de Tecnologia da Informação e Comunicação, se torna necessário novas formas de implementar o ensino-aprendizagem da programação, visto que esta atividade se torna uma atividade complexa e desafiadora.

O estudo de lógica de programação vai muito além do aprendizado na sala de aula, a profissão de Cientista da Computação requer um estudo constante de novas linguagens de programação e tendências usadas pelo mercado de trabalho. Desse modo, é necessário ao estudante de Ciência da Computação e áreas correlatas, formas alternativas de estudo e prática, como por exemplo, maior flexibilidade ao estudar e desenvolver códigos de programação para estudantes que não possuem um computador.

Além destas questões, um estudo (ALGOMAI, 2019) realizado no ano de 2019 em conjunto da empresa 99taxis com o instituto de pesquisas Ipsos, constatou que o tempo médio de deslocamento diário dos brasileiros acima dos dezoito anos é superior há duas horas, sendo este tempo, ainda superior para as

classes mais pobres do país. Este tempo perdido em deslocamento afeta, além da qualidade de vida das pessoas, o tempo disponível para estudo.

Segundo um levantamento feito pela pesquisa TIC Domicílios, realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação, mostrou que no ano de 2020, 81% dos brasileiros utilizaram a internet, no ano de 2019 este número era 7% menor, entre as pessoas pertencentes a classe A, o valor atual chega aos 100% (G1, 2021). Além deste crescimento, outra mudança é o modo como os brasileiros acessam a internet. De acordo com o IBGE (AZEVEDO, 2019), no ano de 2019 aproximadamente 98,6% das pessoas utilizavam a internet a partir de um *smartphone*, no mesmo ano apenas 46,2% dos brasileiros o faziam por meio de microcomputador, número estando em queda nos últimos anos.

Pensando no telefone celular como meio viável para o ensino-aprendizagem e prática de programação, foi proposto neste Trabalho de Conclusão de Curso, o desenvolvimento de um aplicativo móvel, nomeado de iPyDojo, para o treino de programação de iniciantes. Nesse aplicativo o estudante poderá ter acesso a uma série de problemas de programação, em que ele deverá preencher uma parte de um dado código, ou um código completo, por meio da Linguagem de Programação Python. Acredita-se que o aplicativo proporcionará ao usuário maior facilidade e flexibilidade para estudar lógica de programação, sendo possível utiliza-lo em qualquer lugar (*e.g.* em um ponto de ônibus, ou em uma fila de espera) para praticar a programação em

Artigo científico

pequenos desafios.

Considerando a resolução de pequenos desafios de programação, foi pensado na utilização da metodologia conhecida como “gamificação” para o desenvolvimento do aplicativo. A “gamificação” é uma metodologia de aprendizagem que utiliza mecânicas e características de jogos, como por exemplo, sistema de pontuação, objetivos claros e rankings. Com essa estratégia, é possível transformar conteúdos mais complexos em materiais mais acessíveis e de forma mais dinâmica. A “gamificação” pode ser utilizada em diferentes áreas, como saúde, marketing e variados tipos de treinamentos. Alguns estudos indicam que 83% dos usuários se sentem mais motivados ao utilizarem a gamificação em seus treinamentos e 89% dos usuários, disseram que se sentem mais produtivos (PRO, 2022).

A escolha do nome do aplicativo *mobile* se dá pela junção dos termos “i”, “Py” e “Dojo”:

- “i”: Faz referência a letra inicial da palavra “internet”, é também muito utilizada pela empresa norte-americana Apple no início de seus produtos;
- “Py”: Faz referência a Linguagem de Programação Python, sendo a linguagem suportada pela aplicação *mobile* desenvolvida;
- “Dojo”: Possui origem japonesa e seu significado pode ser entendido como “local de treinamento”.

Deste modo, quando nos referimos a iPyDojo, significa que estamos nos referindo a um “local de treinamento de códigos Python”. O código-fonte do aplicativo *mobile* iPyDojo, bem como futuras atualizações estarão dispo-

níveis nos seguintes repositórios do GitHub:

- **Front-End:** <<https://github.com/RenanDaRocha/TCC>>
- **Back-End:** <https://github.com/RenanDaRocha/TCC_BackEnd>

O aplicativo estará disponível apenas para o sistema operacional Android, tendo como objetivo futuro a disponibilidade para sistemas iOS.

MATERIAL E MÉTODOS

Gamificação

Em pesquisa realizada em 2022 pela Pesquisa Game Brasil (PGB), foi constatado que 74,5% dos brasileiros consome algum tipo de jogo eletrônico, número que era de apenas 23% no ano de 2012 (TADEU, 2022). Essa pesquisa demonstra um crescimento de mais de 200% em apenas dez anos, número este, que tende a crescer ainda mais.

A “gamificação” se origina do termo em inglês *gamification*, termo criado pelo britânico Nick Pelling em 2008, tendo origem na indústria de mídia digital com o intuito de aumentar o engajamento dos usuários. No contexto da educação, a “gamificação” implica em aplicar regras comuns utilizadas em jogos na prática da educação, ou seja, é utilizado na educação conceitos como: pontuação, rankings, objetivos, entre outros. Com a utilização destes conceitos é possível aumentar o interesse dos alunos em resolverem problemas, criando a sensação de recompensa para cada questão, ou fase, superada corretamente (RIBEIRO, 2018).

Artigo científico

Apesar de o termo *gamification* ter sido criado apenas no ano de 2008, o uso desta técnica na educação é utilizado há séculos. Em meados do século VI antes de cristo, o filósofo Platão já apontava a importância do uso de jogos para o desenvolvimento e aprendizado das crianças, afirmando que tanto meninos como meninas deveriam praticar juntos, atividades educativas através de jogos.

O uso desta técnica na educação ainda apresenta alguns problemas, mesmo com o crescimento do uso de eletrônicos e de internet no Brasil, ainda existem alguns alunos que não possuem estas ferramentas, desta forma, criando certa dificuldade para seu uso. Outro problema apresentado, é o próprio método, se a dificuldade de conquistar os pontos estiver muito alta, é possível que o método tenha um efeito contrário e desestimular o aluno a continuar resolvendo questões. Um dos métodos para resolver essa questão é separar os problemas por dificuldade e dar aos alunos a escolha da dificuldade ou permitir ao sistema que reconheça que o aluno está tendo dificuldade em resolver e diminuir a dificuldade de forma automática (ROSA, 2018).

Linguagem de Programação Python

Foi adotado o uso da Linguagem de Programação Python para ser a linguagem suportada pelo aplicativo iPyDojo, pois de acordo com a pesquisa feita pela ZDNET, no terceiro trimestre de 2021 (HUGHES, 2021), Python é a segunda Linguagem de Programação mais utilizada no mundo, utilizada por aproximadamente 11,3 milhões de desenvol-

vedores em todo o mundo, atrás apenas do JavaScript com 16,4 milhões. A expectativa é que a linguagem aumente o número de usuários. Em pesquisa feita pela CodingNomads, instituição com vários cursos de Tecnologia da Informação e Comunicação em todo o mundo, Python é a linguagem com a maior oferta de vagas, em listagens nos Estados Unidos e na Europa (BRANCO, 2021). Além desses dados, A Linguagem de Programação Python apresenta uma necessidade de escrita menor para a criação de códigos, o que no que diz respeito ao uso de um smartphone, ajuda o usuário a digitar de forma mais rápida e simples.

O objetivo do iPyDojo é servir como um aplicativo auxiliar no ensino-aprendizagem de programação para estudantes do ensino fundamental e médio da cidade de Teresópolis-RJ e região, além de atender estudantes ingressantes no curso de Ciências da Computação do UNIFESO, contendo desafios de programação com o intuito de disseminar o ensino-aprendizagem da programação através da gamificação.

Como metodologia utilizada para solucionar o problema apresentado, foi realizado: (a) levantamento de informações sobre o cenário da área de Tecnologia da Informação e Comunicação no Brasil; (b) análise da viabilidade de desenvolvimento e implantação do aplicativo *mobile* iPyDojo; (c) modelagem da aplicação, por meio da Engenharia de Software, modelagem dos principais componentes do aplicativo *mobile* iPyDojo; (d) desenvolvimento e implantação do aplicativo *mobile* iPyDojo.

Artigo científico

Desta forma, foi desenvolvido um aplicativo *mobile* utilizando tecnologias como React-Native, JavaScript e Linguagem de Consulta Estruturada (em inglês, Structured Query Language — SQL), considerando os conceitos de User Experience (UX), ou conhecido em português como Experiência do Usuário.

RESULTADOS

Servidor

O servidor foi desenvolvido utilizando a Linguagem de Programação Python em conjunto do micro *framework* Flask, que foi utilizado no aplicativo o sistema de rotas. O endereço informado levará até o módulo especificado, este informará o código em linguagem SQL que então fará a consulta com o banco de dados, após isto o servidor enviará estes dados ao aplicativo em formato JSON (em inglês, *JavaScript Object Notation*).

Foram utilizados os métodos GET e POST, sendo o primeiro utilizado quando o aplicativo precisa enviar informações simples ao servidor, já o método POST é utilizado para o envio de informações mais complexas ao servidor, informações estas que podem ser gravadas ou não no Banco de Dados, esses dados são enviados em formato JSON.

O servidor além de fazer a ligação com o Banco de Dados também é responsável por verificar se o código enviado pelo usuário é um código válido. Quando o usuário clica no botão “enviar” após responder uma questão, o aplicativo envia o código completo, ou seja, o trecho digitado pelo usuário mais os

trechos previamente preenchidos pelo aplicativo, a resposta esperada pelo aplicativo é o número id do usuário, os dados são enviados através da rota “executar”.

Após receber esses dados, o servidor cria ou abre, se já existir, dois arquivos, um arquivo com o código da função realizada pelo usuário, e um arquivo de chamada. O servidor então executa o arquivo de chamada como um subprocesso, esse arquivo de chamada executa a função do usuário, recebe a resposta retornada pela função e grava essa resposta em um arquivo de texto, ambos os arquivos criados e a resposta possuem o número de identificação do usuário em seu nome, dessa forma, usuários diferentes podem realizar a requisição simultaneamente sem interferência.

Após a execução do subprocesso, o servidor abre o arquivo de texto com a resposta criada e a compara com a resposta esperada. Caso a resposta esteja certa é retornado o valor “V”, caso a resposta esteja diferente do esperado é retornado o valor “F” e caso ocorra um erro durante a execução do servidor o valor retornado é “ERRO”. As rotas criadas com o objetivo de acessar alguma informação do banco de dados e retorná-la utilizam o método GET, com exceção da rota “login”, que utiliza o método POST, pois os valores de login e senha do usuário podem possuir caracteres especiais, como por exemplo o caractere “/”, o que daria conflito com a rota. Todas as rotas criadas com objetivo de gravar algum valor no banco de dados também utilizam o método POST, para garantir que os dados gravados sejam iguais aos enviados pelo

Artigo científico

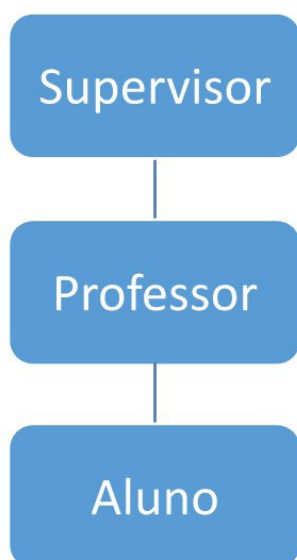
aplicativo.

O servidor está hospedado em uma máquina virtual da AWS e pode ser acessado utilizando o endereço de IP: “http://44.211.145.96” através da porta “8080”.

Aplicação *Mobile*

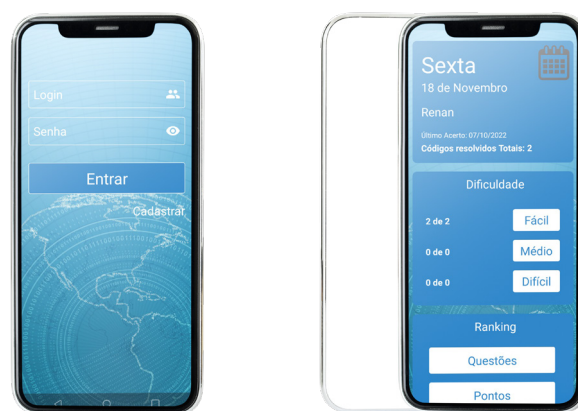
Para fazer uso deste aplicativo, o usuário poderá acessar os recursos disponíveis da plataforma por meio da página principal de acordo com o nível do usuário. O usuário com perfil de “supervisor”, por exemplo, tem acesso a todos os módulos a aplicação *mobile* e ao cadastro de novos supervisores e professores. O usuário com perfil de “professor” tem acesso aos mesmos módulos do aluno e mais os módulos de cadastro de código e relatório. Já o usuário com perfil de “aluno” tem acesso aos códigos disponíveis da plataforma e da janela de atualização de dados. A seguir, é possível visualizar na Figura 1 os níveis hierárquicos dos perfis de usuários presentes no sistema através do organograma apresentado.

Figura 1 – Organograma do Aplicativo.



O aplicativo foi desenvolvido visando alcançar a disponibilidade, automatização e segurança dos dados e informações dos usuários. Foram atribuídos privilégios referentes a cada tipo de nível hierárquico do usuário, evitando que alunos adicionem códigos não verificados ao aplicativo e professores de cadastrarem pessoas de fora da instituição como novos usuários de nível “professor”. Dessa forma, apenas o “supervisor”, tem acesso total. O aplicativo proporciona apenas aos níveis hierárquicos mais altos a gestão de controle, disponibilidade e eficiência das funcionalidades do aplicativo iPyDojo. Na Figura 2 é possível observar uma imagem ilustrativa do Aplicativo iPyDojo.

Figura 2 – Imagem ilustrativa do Aplicativo iPyDojo.



O aplicativo iPyDojo é instalado em sistemas Android 6.0 ou superior, desenvolvido utilizando o Framework React-Native utilizando a Linguagem de Programação JavaScript e Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) Firebird. O sistema escolhido visa alcançar a disponibilidade, automatização e segurança dos dados e das informações dos usuários.

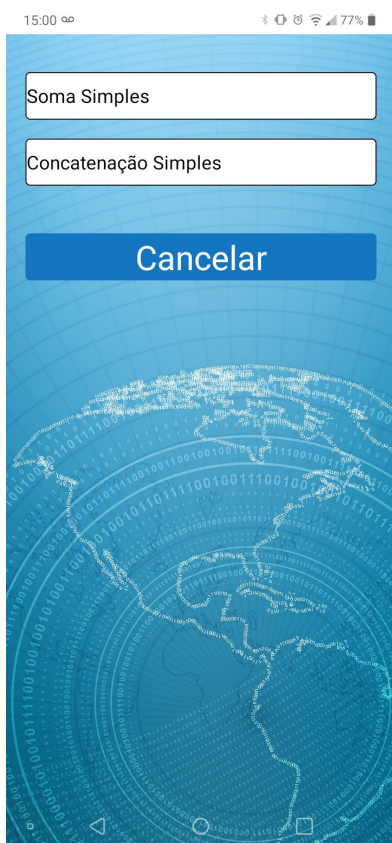
Na tela principal do aplicativo consta o nível do usuário, a data de acesso, o dia da

Artigo científico

semana, o nome do usuário, a data do último código enviado com a resposta certa e a quantidade total de códigos já resolvido no aplicativo, como pode ser observado na Figura 2.

Clicando no botão de alguma das funcionalidades apresentadas no aplicativo, aparecerá uma lista de códigos disponíveis para serem completados pelo estudante, como pode ser observado na Figura 3.

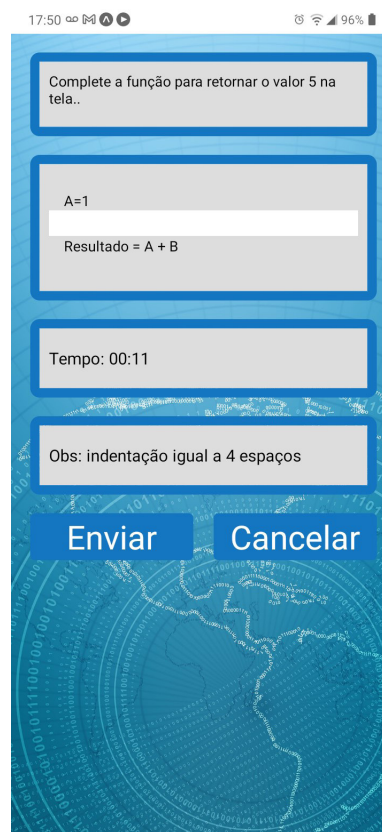
Figura 3 – Tela de Escolha.



Ao escolher uma das opções, será apresentado a tela do problema. A parte de cima da tela informa a descrição do problema, a parte seguinte da tela é onde está o código da função que será enviado para análise. Esta parte é dividida em 3 partes, a primeira parte da função-resposta já vem informada, a segunda parte é onde o aluno deve digitar sua resposta e a terceira parte também já vem res-

pondida com a finalização da função. Enquanto o usuário está executando o código, existe um relógio cronometrando o tempo, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Tela de Problema.



Ao informar um código incorreto, o aplicativo irá exibir uma mensagem informando que o código está incorreto. Caso o código esteja correto, será informado que o código está correto e bem como será informado também a pontuação alcançada pelo usuário relativo ao tempo decorrido para responder à questão.

Além disso, o aplicativo mobile foi projetado com três níveis de dificuldade: (a) fácil, (b) médio e (c) difícil, compondo desta forma o módulo de “Programação”. Em cada nível de dificuldade, é exibido a quantidade de códigos já respondidas pelo usuário, a quan-

Artigo científico

tidade total de códigos possíveis para resolver nesta dificuldade. Foi projetado ainda, o módulo “Ranking”, nele é possível observar a classificação geral de usuários, de todos os níveis, tanto em questões respondidas, como a pontuação total alcançada. Outro módulo projetado é o módulo “Alterar”, todos os usuários podem alterar seus dados de cadastro, usuários de níveis 2 ou acima podem alterar qualquer questão já enviada.

Desenvolveu-se ainda, o módulo “Relatório”, que está disponível para usuários de níveis 2 e 3, ou seja, usuários do tipo “supervisor” e “professor”. Ao clicar no botão “Resolvidos”, o aplicativo irá mostrar uma lista de códigos cadastrados pelo usuário, escolhendo um destes códigos, aparecerá um relatório informando todos os usuários que já responderam corretamente o código, e a data em que isto foi realizado pela primeira vez. Foi projetado ainda, o módulo “Cadastrar”, onde é possível cadastrar uma nova questão ou um novo professor, as questões podem ser cadastradas por usuários de níveis 2 ou 3. Novos professores só podem ser cadastrados unicamente por um usuário de nível 3, ou seja, um usuário do tipo “Supervisor”.

DISCUSSÃO

Foram observadas algumas limitações no estado atual do aplicativo *mobile* iPy-Dojo, bem como a necessidade de desenvolvimento novas funcionalidades. Desta forma, para trabalhos futuros propõe-se o desenvolvimento das seguintes funcionalidades:

- Suporte a outras Linguagens de Programação, permitindo uma ampla possibilidade de práticas

para os usuários;

- Suporte a iOS, permitindo um leque maior de possibilidades de aparelhos compatíveis para os usuários;
- Otimização para o ensino-aprendizado de problemas mais complexos, para quando o usuário dispor de mais disponibilidade de tempo ao pensar e digitar seu código;
- Inclusão de programação utilizando *Blockly Games*, deste modo, facilitando e agilizando a programação para os usuários, deixando assim o iPyDojo mais dinâmico e interativo para todos os usuários.
- Inclusão do cadastro de contas de alunos pela instituição de ensino, desta forma, limitada a uma conta por aluno e utilizando a matrícula como parâmetro identificador do usuário;
- Inclusão de diferentes relatórios para uma análise e controle de alunos/usuários por parte dos usuários do tipo “supervisor” e “professor”.
- Inclusão de verificação de similaridade de códigos para detecção de plágio.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foi proposto o desenvolvimento e implantação de um aplicativo

Artigo científico

mobile para o ensino-aprendizagem de Lógica de Programação através da metodologia de gamificação. O iPyDojo é um aplicativo para dispositivos móveis, que utilizando a metodologia de gamificação, visa incentivar e auxiliar o ensino-aprendizagem de Lógica de Programação para estudantes que estejam iniciando o aprendizado em Lógica de Programação e Programação. Além disso, contribui com os professores, permitindo que criem suas próprias questões ou desafios, e acompanhem o desenvolvimento dos estudantes.

iPyDojo foi desenvolvido utilizando o *framework* React-Native, sendo compatível com Sistema Operacional Android a partir da versão 6.0. O servidor foi criado utilizando a Linguagem de Programação Python, junto ao Micro *framework* Flask, além disto, o sistema utilizado para gerenciar o Banco de Dados foi o Firebird. Atualmente, o aplicativo iPyDojo oferece suporte apenas a Linguagem de Programação Python.

Desta forma, pode-se concluir que a abordagem adotada nesse estudo, auxiliou ao cumprimento da proposta inicial, sendo apresentado o desenvolvimento e implantação de um aplicativo *mobile*, que permite aos usuários responderem a pequenos desafios de forma simples e fácil de digitar, utilizando um *smartphone* para praticar lógica de programação e programação.

REFERÊNCIAS

1. ALGOMAI, R. Pesquisa: brasileiros passam mais de duas horas por dia no trânsito. Revista Algomais, 2019. Disponível em: <<https://revista.algomais.com/pesquisa-brasileiros-passam-mais-de-duas-horas-por-dia-no-transito>>.
2. AZEVEDO, A. L. M. dos S. Uso de internet, televisão e celular no Brasil. IBGE Educa Jovens, 2019. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>>.
3. BRANCO, D. C. Saiba por que a linguagem python será a Mais exigida no mercado em 2022. Canaltech, 2021. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/mercado/saiba-por-que-a-linguagem-python-sera-a-mais-exigida-no-mercado-em-2022-204935>>.
4. DAU, G. Programador É uma das carreiras mais promissoras de 2021. Jornal Contábil, 2021. Disponível em: <jornalcontabil.com.br/programador-e-uma-das-carreiras-mais-promissoras-de-2021>.
5. G1. Uso da internet no Brasil cresce, e chega a 81% da população, diz pesquisa. G1, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2021/08/18/uso-da-internet-no-brasil-cresce-e-chega-a-81percent-da-populacao-diz-pesquisa.ghtml>>.
6. HUGHES, O. Top programming languages: Most popular and fastest growing choices for developers. ZDNET, 2021. Disponível em: <<https://www.zdnet.com/article/top-programming-languages-most-popular-and-fastest-growing-choices-for-developers>>.
7. MAIA, A. Setor de Ti deve empregar 2 Milhões de Pessoas Nos próximos 10 anos. Agencia de Notícias CNI, 2021. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/setor-de-ti-deve-empregar-2-milhoes-de-pessoas-nos-proximos-10-anos>>.
8. POVO, E. G. do. Brasil Vai Precisar de Quase 800 Mil Profissionais de ti até 2025. Gazeta do Povo, 2022. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/gazz-conecta/brasil-vai-precisar-de-quase-800-mil-profissionais-de-ti-ate-2025>>.
9. PRO, L. Gamificação: o que é e quais os benefícios na aprendizagem? Ludos Pro, 2022. Disponível em: <<https://www.ludospro.com.br/blog/o-que-e-gamificacao>>.
10. RIBEIRO, K.A. USODEGAMIFICAÇÃO EM AMBIENTES EDUCACIONAIS. Tese (Doutorado) — Federal University of Juiz de Fora, 2018. Available at <http://monografias.ice.ufjf.br/tcc-web/tcc?id=439>

Artigo científico

11. ROSA, T. M. R. d. Gamificação: uma prática para revitalizar a educação. 2018.
12. TADEU, T. T. V. Público gamer cresce e 3 em cada 4 brasileiros consomem jogos eletrônicos. CNN Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/publico-gamer-cresce-e-3-em-cada-4-brasileiros-consomem-jogos-eletronicos/>>.