



Faculdades Integradas de Taquara - Faccat  
Av. Oscar Martins Rangel, 4.500  
Taquara, RS, CEP 95600-000

**Curso de Sistemas para  
Internet**

## EVAC - EVACUAÇÃO MONITORADA<sup>1</sup>

Ítalo Fabrício Corrêa Mauss<sup>2</sup>

Faculdades Integradas de Taquara - Faccat - Taquara - RS - Brasil

[italomauss@sou.faccat.br](mailto:italomauss@sou.faccat.br)

Leonardo Ribeiro Machado<sup>3</sup>

Faculdades Integradas de Taquara - Faccat - Taquara - RS - Brasil

[leonardomachado@faccat.br](mailto:leonardomachado@faccat.br)

### RESUMO

O presente artigo tem como objetivo documentar a construção da ferramenta EVAC - Evacuação. A ferramenta foi desenvolvida para controlar a localização de pessoas, em um ambiente monitorado via RFID, no momento de evacuações de emergência. O estudo demonstra o desenvolvimento da ferramenta, abordando todas as fases percorridas, assim como as tecnologias e metodologia utilizadas nesse processo. Além disso, este artigo aborda conteúdos sobre softwares de simulação de evacuação e controle de localização de pessoas.

**Palavras-chave:** evacuação, emergência, RFID.

### ABSTRACT

*This article aims to document the construction of the EVAC - Evacuation tool. The tool was developed to control the location of people, in an environment monitored via RFID, during emergency evacuations. The study demonstrates the development of the tool, covering all the stages, as well as the technologies and methodology used in this process. In addition, this article covers content about evacuation simulation and people location control software.*

**Keywords:** evacuation, emergency, RFID.

---

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso. Data da submissão: 21 nov. 2021.

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Sistemas para Internet das Faculdades Integradas de Taquara – Faccat/RS. *E-mail:* [italomauss@sou.faccat.br](mailto:italomauss@sou.faccat.br).

<sup>3</sup> Professor orientador das Faculdades Integradas de Taquara – Faccat/RS. *E-mail:* [leonardomachado@faccat.br](mailto:leonardomachado@faccat.br)

## 1 INTRODUÇÃO

A habitação de ambientes por pessoas é algo comum em nossa sociedade. Seja em ambientes privados ou públicos, está no nosso dia a dia. Diariamente, as pessoas circulam em diversos ambientes. Pode-se citar seus próprios lares, seus locais de trabalho, escolas, supermercados e outros muitos. Esses ambientes estão sujeitos a qualquer tipo de sinistro, como vazamentos de gás, problemas estruturais, incêndios, que podem levar à execução de uma evacuação de emergência, e que deve ser realizada de forma ordenada e controlada. Para isso, existem os planos de emergência.

O plano de emergência estabelece responsabilidades e procedimentos para organizações e indivíduos, a fim de desempenharem ações específicas, conforme o local e o tempo em que venha a ocorrer uma emergência ou desastre (CORPO DE BOMBEIROS DE SP, 2018).

As evacuações devem seguir o modelo descrito no plano de emergência referente ao ambiente da ocorrência.

Este artigo documenta o desenvolvimento de uma ferramenta de controle de acesso e o monitoramento da localização de pessoas em um ambiente no momento da evacuação, intitulada EVAC - Evacuação Monitorada. A ferramenta realiza o controle de solicitações de acesso ao ambiente em questão, realizando cadastros dos usuários, dos setores que constituem o ambiente, dos pontos de monitoramento presentes em cada setor, tendo com isso a capacidade de monitorar os usuários através da consulta dos registros inseridos no banco de dados, o qual recebe informações da ferramenta e do sistema RFID.

O artigo encontra-se dividido em sete seções. A seção 2 apresenta uma fundamentação teórica referente aos temas abordados no trabalho. A seção 3 apresenta alguns dos trabalhos relacionados já desenvolvidos nessa área. A seção 4 trata sobre a metodologia empregada, evidenciando os métodos e tecnologias empregadas no desenvolvimento do aplicativo. A seção 5 aborda como foi o processo de desenvolvimento e testes da aplicação. A seção 6 expõe os resultados. E, por fim, na seção 7 tem-se a conclusão do trabalho, mostrando a relevância e pontos importantes, juntamente com possíveis trabalhos futuros.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Esta seção traz uma abordagem sobre o tema que envolve este projeto, assim como a metodologia e ferramentas utilizadas na execução deste.

### **2.1 Evacuação**

A ocorrência de sinistros, sejam esses por fatores químicos, estruturais, incêndios e outros em ambientes de ocupação humana, como prédios residenciais, escolas, empresas entre tantos outros, quando não controlados, resultam na necessidade de evacuação destes locais. Este tipo de abandono, quando devidamente estruturado, é chamado de Evacuação de Emergência. Segundo Abrahams (1994 apud SILVA J. M., 2007), “[...] uma evacuação de emergência é um deslocamento de pessoas de um local perigoso face a uma ameaça ou uma ocorrência de um evento desastroso”.

De acordo com Abolins, Bianchini e Nomellini (2008), sob o aspecto da prevenção, a evacuação é um conjunto de medidas jurídicas e administrativas destinadas a proteger pessoas e bens contra riscos, antes que se manifestem, no momento e, após.

Sob o aspecto humano, a busca pelo controle de gastos e a redução de custos na construção de edificações acabam induzindo os profissionais a ignorarem itens de segurança como as saídas de emergência, por exemplo. Essa falta de consciência e imprudência irá gerar riscos para as pessoas que habitam ou circulam por essas edificações. O seguimento das legislações e normas técnicas existentes tem um papel importante para a eliminação de falhas humanas e a conservação dos bens, pois garantem qualidade e maior segurança. “Nas sociedades evoluídas é dado um valor inestimável às pessoas e as perdas de vidas humanas são consideradas como inaceitáveis” (ABOLINS, BIANCHINI E NOMELLINI, 2008).

### **2.2 Plano de Evacuação**

Um plano de evacuação consiste em um documento escrito exigido por padrões da OSHA (Occupational Safety and Health Administration - Administração de Segurança e Saúde Ocupacional), que tem como objetivo facilitar e organizar as ações dos envolvidos, empregados e funcionários, durante uma emergência OSHA (2021b).

Como consta na OSHA (2021b), “Um plano mal preparado provavelmente levará a uma evacuação desorganizada ou resposta de emergência, resultando em confusão, ferimentos e danos materiais”.

Um plano de evacuação é uma parte do plano de ação de emergência, porém talvez a parte mais importante, visto que seu foco é a integridade física dos ocupantes do local em sinistro, assim como a preservação dos bens. Este deve garantir o fluxo seguro dos ocupantes, desde seus locais até os pontos de encontro, prevendo assim mais de uma rota de fuga. Conforme Oliveira (2013), locais de controle são pontos definidos para onde as pessoas que se encontram na edificação deverão dirigir-se após a ordem de evacuação de emergência e onde haverá um inventário físico de pessoal (chamada nominal).

Por vezes, esta chamada nominal é designada ao pessoal da brigada de emergência da própria edificação, que tem como função também guiar as pessoas aos pontos de encontro de forma calma e organizada. De acordo com OSHA (2021a), “Muitos empregadores designam um "diretor de evacuação" para ajudar outros em uma evacuação e para prestar contas do pessoal”. O grande problema da contagem nos pontos de encontro é quando não há o conhecimento de quem está presente no local no momento do sinistro, nem mesmo onde essas pessoas se encontram dentro da edificação, dificultando assim a certeza sobre a necessidade de uma busca e onde realizá-la.

Ainda segundo Oliveira (2013), caso os exercícios de evacuação necessitem de procedimentos mais complexos, de envolvimento e participação de agências externas, há de se pensar na utilização de ferramentas alternativas que propiciem maior “criatividade” na modelagem dos planos de emergência simulando tais situações de emergências.

### **2.3 O uso de software no auxílio à evacuação**

O uso de softwares está cada vez mais presente como suplemento, mas não como substituto nos exercícios de evacuação. Há uma grande oferta de softwares de modelagem de evacuação, visando simular ambientes e situações de emergência, contribuindo para a execução do plano e evacuação. Visto a existência desses softwares, projetistas de planos de emergência podem, através dessas ferramentas, explorar uma gama maior de cenários de evacuação que os usados em exercícios convencionais, obtendo assim uma maior

confiabilidade no plano elaborado. Conforme Oliveira (2013), é importante, no entanto, que simulações sejam alimentadas com observações diretas a partir dos exercícios de evacuação.

## 2.4 Metodologia e Tecnologias

### 2.4.1 Kanban

Kanban é um sistema de gestão visual para controle de tarefas e fluxos de trabalho através da utilização de colunas e cartões, facilitando a gestão de atividades (ARTIA, 2021).

Segundo *Kanban University* (2021), Kanban é um método amplamente conhecido por equipes de trabalho que buscam aliviar a sobrecarga e ter o controle sobre o trabalho feito, os benefícios de sua utilização em geral são rapidamente observados.

O Kanban, ou mais precisamente o "sistema Kanban para desenvolvimento de software" representa uma implementação mais direta dos princípios de desenvolvimento *lean* de produtos para o desenvolvimento de software que os métodos ágeis tradicionais (BOEG, 2021, p. 4).

### 2.4.2 Tecnologias

A seguir estão descritas algumas das tecnologias utilizadas neste projeto.

- Laravel: Laravel é um *framework* PHP gratuito e de código aberto, utilizado no desenvolvimento de sistemas para web. Algumas de suas principais características são permitir a escrita de um código mais simples e legível, e suporte a recursos avançados que agilizam o processo de desenvolvimento, conforme Melo (2021).

Por possuir uma vasta biblioteca de funcionalidades pré-programadas, como *authentication*, *routes*, *views*, o Laravel proporciona ao usuário simplicidade e agilidade na construção de aplicativos web. Além disso, os desenvolvedores também podem acrescentar funcionalidade aos seus aplicativos, graças ao sistema modular do seu robusto gerenciamento de dependência (KINSTA, 2021).

- PHP: é uma linguagem de programação utilizada por programadores e desenvolvedores para construir sites dinâmicos, extensões de integração de aplicações e agilizar o desenvolvimento de um sistema. Criado no ano de 1994 por Ramus Lerdorf como

sucessor de um produto chamado PHP/FI, que já em junho de 1995 liberou seu código fonte do PHP para o usuário, permitindo com isto a liberdade de uso, o que contribuiu para correções de *bugs* e o aperfeiçoamento deste, o que nos proporcionou o PHP como o conhecemos hoje (PHP, 2021). É principalmente utilizado no lado do servidor, permitindo a leitura dos dados dos campos de formulários, gerar páginas com conteúdo dinâmico, interação com o banco de dados. Seus *scripts* podem ser utilizados em várias áreas, tais como no lado do servidor, linhas de comando inseridas em códigos HTML e até mesmo em escrever aplicações *desktop*. Outro fator importante no uso do PHP é que este pode ser utilizado na maioria dos sistemas operacionais, assim como também suporta a maioria dos servidores web atuais, além de que possui característica muito importante que é o suporte à uma ampla variedade de Banco de Dados (PHP, 2021).

- MySQL: É um banco de dados relacional, sendo uma das marcas de software SGBD (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados) mais popular com um modelo de cliente-servidor, que surgiu em 1994 através da empresa MySQL AB, onde em 2008 foi comprada pela *Sun Microsystems*, porém a *Oracle* o adquiriu já em 2010 e lhe mantém até os dias de hoje. O MySQL tem seu código aberto e se tornou muito popular sendo utilizado não somente por usuários comuns, mas também por grandes corporações como, Facebook, Google, YouTube entre outras (HOSTINGER, 2021).

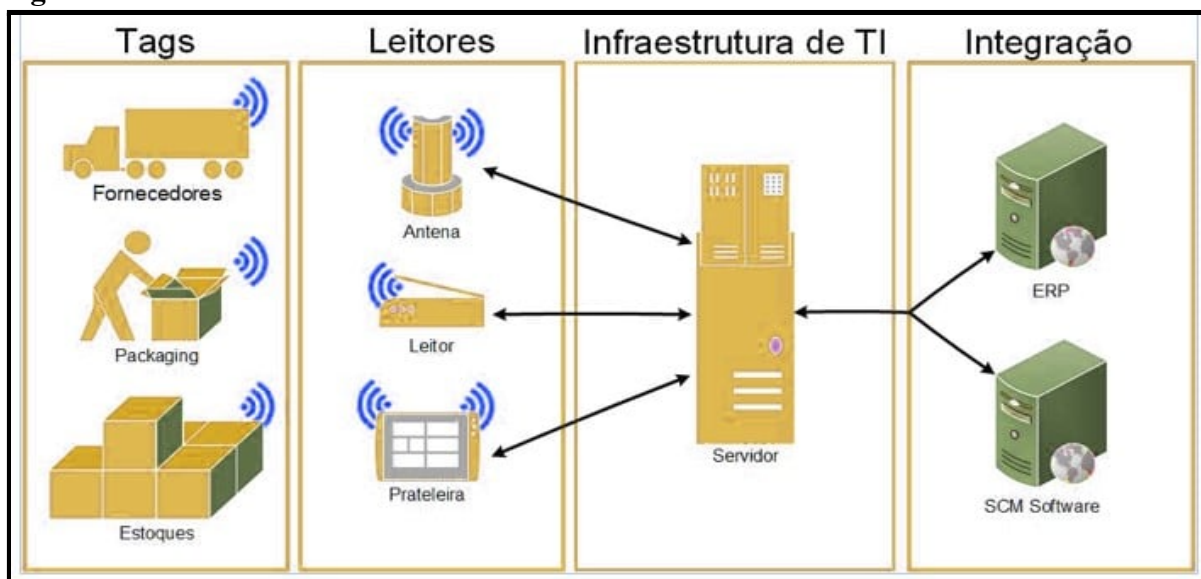
A comunicação entre cliente-servidor se dá através do uso da linguagem SQL, que é uma linguagem comum no uso do banco de dados tais como PostgreSQL e Microsoft MySQL Server, por exemplo (HOSTINGER, 2021).

Segundo MySQL (2021), este banco traz muitas vantagens na sua utilização, como na segurança, onde possibilita privilégios e senha, além de permitir a verificação baseada no host, e segurança da senha por criptografia. Com relação a escalabilidade, possui suporte para grandes bancos de dados, com casos de uso do MySQL em bancos de dados que contêm 50 milhões de registros. Outro recurso importante é a disponibilidade de API's para diversas linguagem de programação, o que permite que clientes MySQL possam ser escritos em diversas linguagem, sendo estas C, C ++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby e Tcl.

- De acordo com a I3C Soluções o RFID é uma tecnologia que utiliza ondas eletromagnéticas para acessar dados armazenados em um microchip. Esse microchip possui uma pequena antena, que emite o sinal para identificar os dados armazenados nele, onde no ambiente monitorado estão distribuídos antenas, leitores, que se comunicam com o servidor

passando os dados lidos de cada microchip lido. O servidor por sua vez integra as informações da etiqueta com o seu ERP, permitindo assim o controle de todas as informações contidas na etiqueta. A figura 1 abaixo demonstra de forma básica o funcionamento descrito acima.

**Figura 1 – Funcionamento do RFID**



Fonte: I3C Soluções (2021).

### 3 TRABALHOS RELACIONADOS

Estão descritos nesta seção alguns sistemas de modelagem de evacuação de emergência, que embora diferem do sistema proposto neste trabalho trazem uma visão mais ampla sobre evacuações.

De acordo com Kuligowski (2010), os três grupos básicos de modelagem de evacuação que variam de acordo com os dados inseridos ao modelo são:

**Modelos de comportamento:** Estes modelos podem inserir nas simulações os comportamentos básicos dos ocupantes, como deslocamento até um ponto seguro, velocidade do deslocamento, assim como aspectos psicológicos dos ocupantes quando enfrentam cenários com presença de fogo, por exemplo, tipos de grupos de população.

**Modelos de movimento:** partem da situação de mover os ocupantes de um ponto a outro sem calcular princípios de comportamento humano, sendo uma população, fluxo e velocidade homogêneos.

Modelos de comportamento parcial: nestes modelos é possível calcular a movimentação dos ocupantes juntamente com o comportamento. Os comportamentos podem ser representados pela determinação de um tempo de pré- evacuação, características básicas dos ocupantes e ultrapassagem. No entanto, eles não simulam ações comportamentais mais complexas e tomadas de decisão.

### 3.1 Crowdsim

O CrowdSim é um software de simulação de evacuações desenvolvido na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) através da equipe de pesquisadores do Laboratório de Simulação de Humanos Virtuais da Faculdade de Informática, tendo como coordenadora do projeto a Prof. Soraia Raupp Musse. O software tem a capacidade de simulação de evacuação em diferentes cenários. Além disso, é possível simular comportamentos diferenciados das pessoas, como crianças, idosos, pessoas com problemas de locomoção, entre outros (USP, 2021).

O software se baseia nos dados do cenário em análise, que devem ser fornecidos ao sistema, como a quantidade de agentes (pessoas) no local, as rotas existentes, o ponto de partida desses agentes até o local de encontro ou ponto seguro, a velocidade de deslocamento por grupo de agentes, o comportamento de certos agentes que resistem em iniciar a evacuação, entre outras ações. Como resultado, o CrowdSim traz informações como tempo total da evacuação, a vazão dos agentes e as possíveis rotas adotadas na evacuação. Além de estatísticas e trajetórias, após a realização de uma simulação, a CrowdSim também disponibiliza um mapa de densidade, onde é possível observar os diferentes níveis de concentração dos agentes durante a simulação nas diferentes partes do ambiente simulado (CARNEIRO *et al.*, 2013).


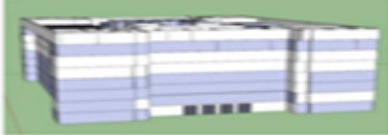

Pode-se usar o software antes de construir o ambiente, enquanto ele existe só em planta para orientar a construção. Depois do ambiente construído, para planejamento, para treinamento do setor de segurança e, depois, para alertar à população, explica Soraia Raupp (AQUINO, 2021).

Em um estudo de caso realizado na PUCRS e apresentado pela Prof. Soraia Raupp Musse, com duas simulações pelo CrowdSim versus uma evacuação real, considerando



somente o tempo total da evacuação, foram obtidos valores muito próximos, simulado -1 (7 minutos e 44 segundos), simulado -2 (7 minutos e 59 segundos) e evacuação real (8 minutos e 20 segundos), demonstrando assim uma assertividade nas simulações, conforme demonstrado na Figura 2.

**Figura 2 – Simulação CrowdSim x Evacuação real**

<b>Caso Real: Prédio da PUCRS</b>		
		
	<b>Simulação 1</b>	<b>Simulação 2</b>
Tempo total para a evacuação (segundos)	464 = 7min 44seg	479 = 7min 59seg
Densidade mais alta (pessoas/M <sup>2</sup> )	4,6	4,3
Lugar de maior densidade	Escadas no 7º andar	Escadas no 7º andar
Momento em que a maior densidade foi observada	Segundo 165	Segundo 90
Maior velocidade (m/s)	1,4	1,4
Menor velocidade (m/s)	0,08	0,11
<b>Os únicos dados de captura no experimento real foram o tempo total = 8 minutos e 20 segundos</b>		

Fonte: Musse (2021) adaptado pelo autor.

### 3.2 Pathfinder

Pathfinder é um software de simulação de evacuação desenvolvido pela Thunderhead Engineering que permite identificar os principais fatores que afetam o processo de evacuação, como atrasos, superlotação nas saídas em relação a larguras de saída. O Pathfinder combina um mecanismo de simulação com controle flexível sobre população e comportamento para oferecer melhores resultados. Com relação à simulação do comportamento dos agentes, o Pathfinder se limita a comportamentos como tempo de pré-evacuação, características básicas dos agentes e ultrapassagens entre estes, porém comportamentos mais complexos como tomadas de decisão em situações de incêndio por exemplo não podem ser simulados (THUNDERHEADENG ENGINEERING, 2021).

O software suporta dois modos de simulação de movimento, o “*Society of Fire Protection Engineers (SFPE)*” e o “*Steering*” (NUNES, 2020). No modo *Steering* é utilizado um controle de direção mantendo os agentes distantes um dos outros evitando colisões, não é

imposto taxa de fluxo nas portas, porém as taxas decorrem da interação dos agentes entre si e dos limites do cenário. Em relação ao modo SFPE, os agentes seguem as diretrizes SFPE. Nesse modo, as portas limitam o fluxo, a velocidade de deslocamento é afetada pela densidade de ocupantes, e esses não são orientados a evitar os demais (ANDRADE *et al.*, 2020).

Alguns outros recursos também estão disponíveis, tais como, movimento dos ocupantes para as saídas – considera tempo de deslocamento de um ponto a outro, tempo de fila nas portas, mudanças e filas, procurar uma saída mais próxima, grupos de movimento – possibilita conectar famílias, colegas de trabalho, alunos, que irão procurar uns aos outros e manter uma distância mínima entre eles. Evacuação assistida - Os ocupantes com necessidades especiais de mobilidade podem ser modelados com cadeiras de rodas e camas de hospital a serem evacuadas por assistentes designados. Licenças gratuitas estão disponíveis para uso acadêmico e não comercial (THUNDERHEADENG ENGINEERING, 2021).

### **3.3 Yanapay**

O software Yanapay tem como objetivo principal trazer aos usuários informações sobre o ambiente no qual se encontram em momentos de sinistros que evoluam para evacuação do local, informando qual sua localização e qual rota de fuga é a mais adequada, curta e rápida de ser seguida, a fim de proporcionar uma evacuação mais segura possível (LUDEÑA *et al.*, 2015).

O sistema “Yanapay” é basicamente composto por um sistema de sensores de calor e detecção de incêndio, responsável pelo monitoramento das condições de ocupação em relação a incêndios, uma rede de sensores RFID instalada na edificação, com a função de criar um mapeamento da edificação, sensores RFID móveis utilizados pelos ocupantes, que informa ao sistema a localização destes na edificação, e uma rede de *Wi-Fi*. Quando na ocorrência de um sinistro, o sistema recebe a informação da localização do sinistro, a posição de cada usuário na edificação e envia ao usuário no seu celular uma rota de fuga segura demonstrada através de um mapa 2D. Segundo Ludeña et al. (2015), o sistema utiliza o algoritmo de Dijkstra como mecanismo para resolução das rotas de fuga, sempre traçando a rota mais curta.

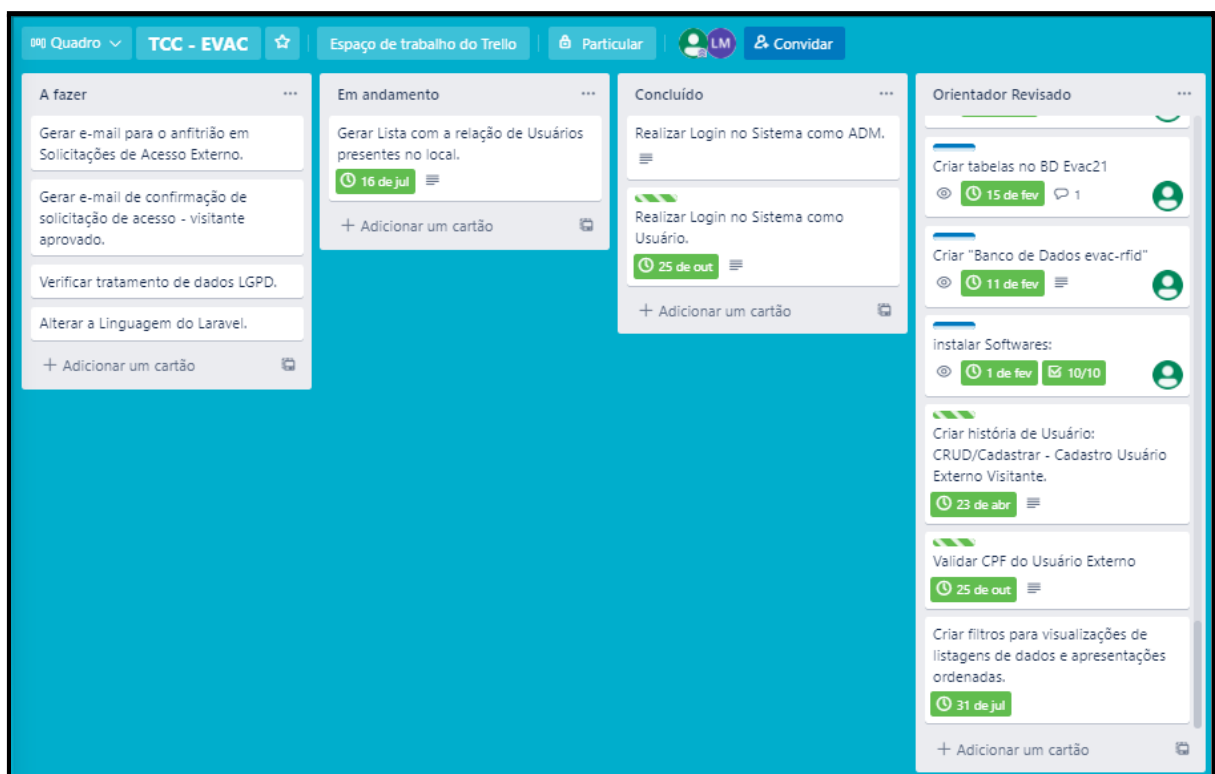
## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Concepção

Tendo em vista o problema gerado em evacuações de emergência que não possuem um suporte em relação a localização dos usuários e/ou a presença destes no local evacuado, que é a falta de informação ou informação errada, assim como um resgate não direcionado, necessitando de uma busca exploratória, foi desenvolvida como solução a ferramenta web Evac - Evacuação Monitorada. Para o desenvolvimento e gestão deste projeto optou-se pelo método Kanban, por ser simples e apropriado para o projeto em questão. O uso da ferramenta Trello para o acompanhamento do Kanban proporcionou organização e agilidade para as tarefas, visto que disponibiliza *templates*, recursos de cores, datas, entre outras funcionalidades que tornam o ambiente simples e objetivo.

Na figura 3 a seguir pode-se observar a simplicidade do quadro Kanban.

**Figura 3 – Kanban no Trello**



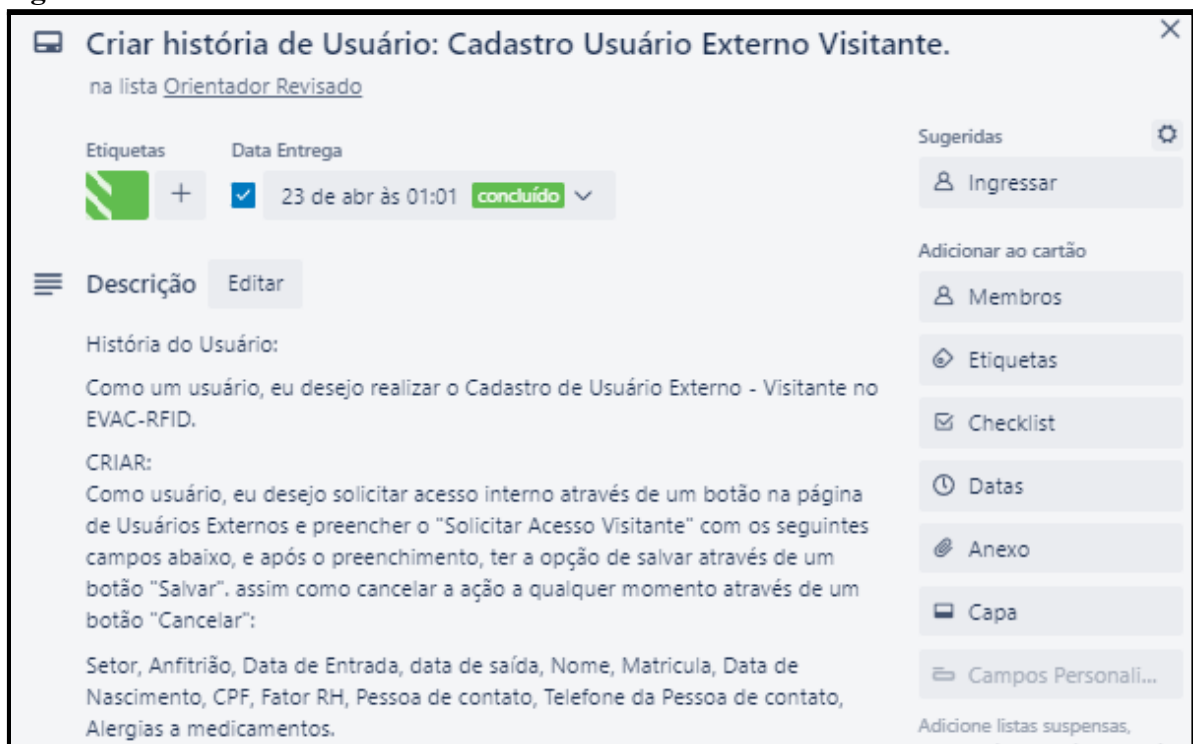
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com a definição da metodologia a ser empregada no projeto, posteriormente foram definidos as funcionalidades e o objetivo da ferramenta Evac, para que fosse possível a resolução do problema. O desenvolvimento de um sistema web foi escolhido visto que a disponibilidade de internet está cada vez mais presente em todo e qualquer ambiente público ou privado.

## 4.2 Elaboração

Visto que foi utilizado o método ágil Kanban para a elaboração do projeto, este foi sendo elaborado de forma segmentada, conforme cada requisito listado nas histórias de usuário. Não houve uma necessidade de elaboração ordenada destes requisitos, proporcionando uma flexibilidade na ordem de execução, como também mudanças no modelo proposto, conforme surgiam novas necessidades ou correções. Para a organização e configuração dos fluxos de atividades, foi utilizada a ferramenta Trello como forma de documentar todas as tarefas e executá-las seguindo a metodologia Kanban. Abaixo a figura 4 demonstra uma história do usuário.

**Figura 4 – História de Usuário**



The image shows a screenshot of a Trello card. The card title is "Criar história de Usuário: Cadastro Usuário Externo Visitante." and it is located in the "Orientador Revisado" list. The card has a green checkmark icon and a date "23 de abr às 01:01" with a status of "concluído". The card content includes a description of the user story: "Como um usuário, eu desejo realizar o Cadastro de Usuário Externo - Visitante no EVAC-RFID." and a list of requirements: "CRIAR: Como usuário, eu desejo solicitar acesso interno através de um botão na página de Usuários Externos e preencher o 'Solicitar Acesso Visitante' com os seguintes campos abaixo, e após o preenchimento, ter a opção de salvar através de um botão 'Salvar', assim como cancelar a ação a qualquer momento através de um botão 'Cancelar': Setor, Anfitrião, Data de Entrada, data de saída, Nome, Matrícula, Data de Nascimento, CPF, Fator RH, Pessoa de contato, Telefone da Pessoa de contato, Alergias a medicamentos." The card also has a sidebar with various options like "Ingressar", "Membros", "Etiquetas", "Checklist", "Datas", "Anexo", "Capa", and "Campos Personali...".

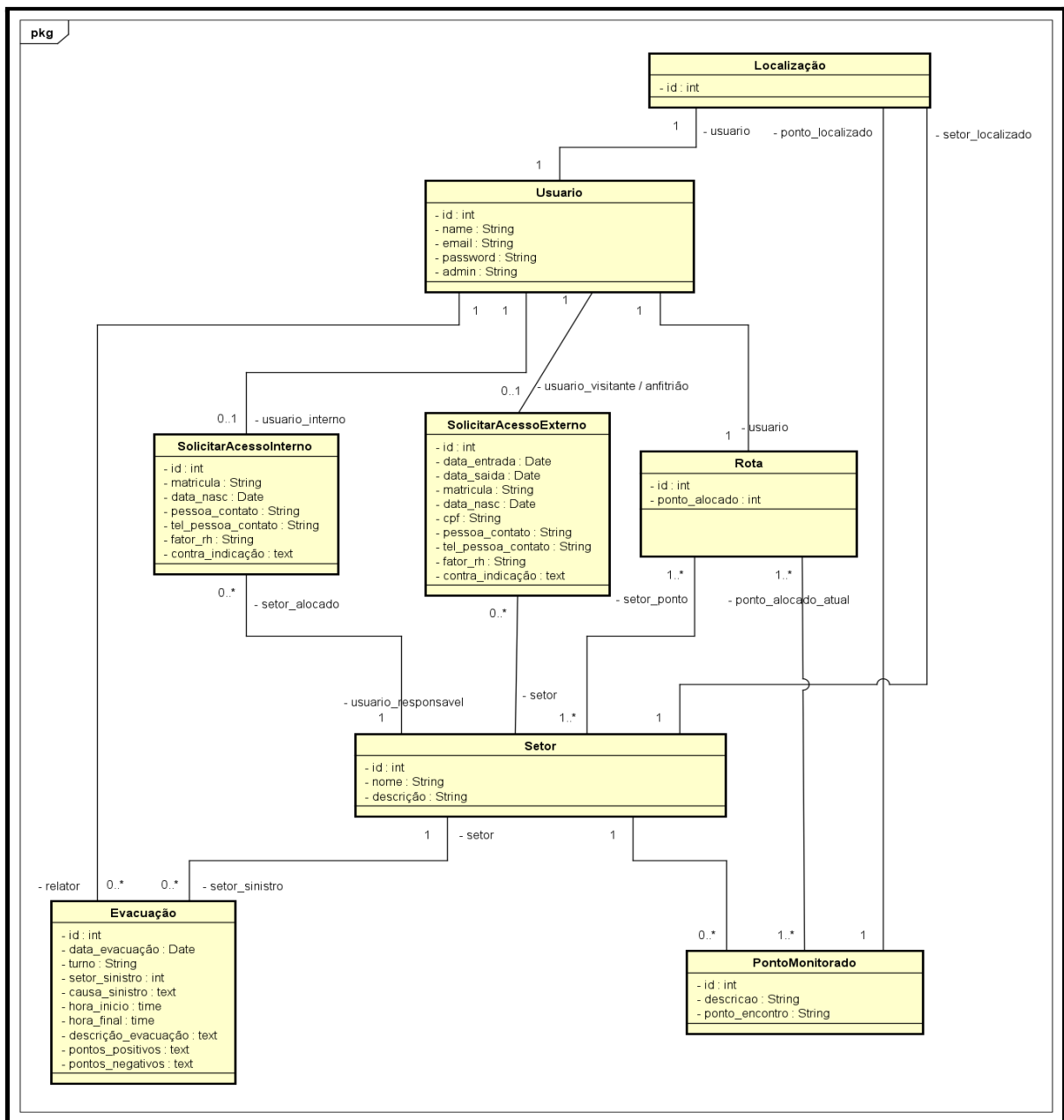
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

As histórias de usuário proporcionaram uma facilidade no desenvolvimento dos diagramas que formam o modelo do sistema, representando assim o que será desenvolvido no Evac. Através da escrita das histórias de usuário e do uso dos diagramas, foi possível ter um entendimento claro do problema proposto e a da solução a ser adotada.

Foi realizada a construção de diagramas *UML (Unified Modeling Language - Linguagem Unificada de Modelagem)*, que têm por finalidade representar o *software* com algum tipo de notação gráfica, a qual auxilia a compreensão e o esclarecimento das funcionalidades do sistema e pode ser utilizada para o embasamento dos pontos fortes e fracos da ferramenta. Um dos diagramas elaborados foi o diagrama de domínio. Segundo Pressman e Maxim (2016), para realizar a modelagem das classes do sistema, incluindo seus atributos, operações e associações, a UML possui em sua coletânea o diagrama de classes, o qual proporciona uma visão estática ou estrutural do sistema.

A Figura 5 a seguir apresenta o diagrama de domínio da Evac.

**Figura 5 – Diagrama de Domínio**

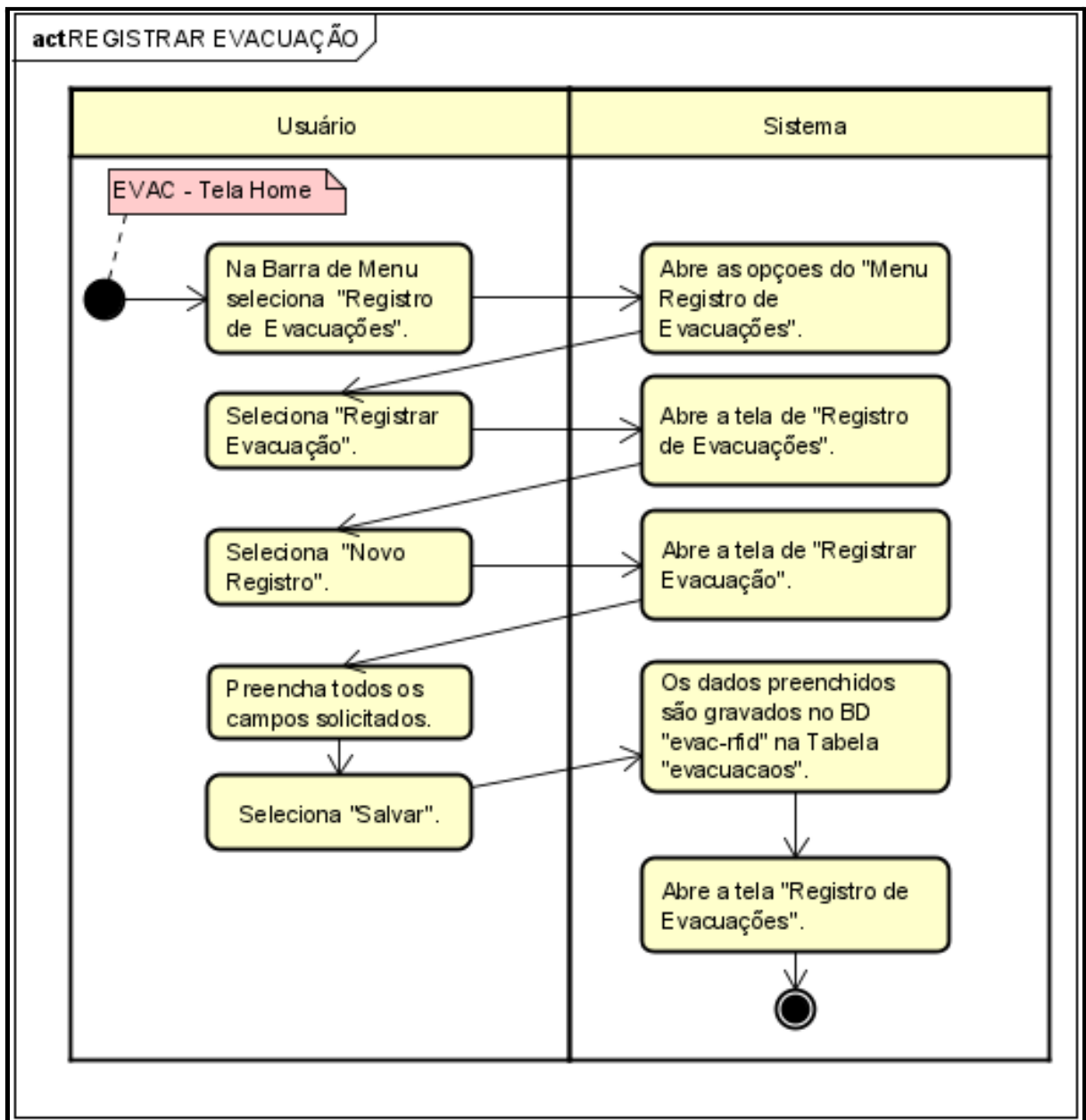


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Também foi elaborado um diagrama de atividades, no sentido de se modelar o comportamento do registro de uma evacuação. O diagrama de atividades mostra o comportamento dinâmico de um sistema por meio de um fluxo de controle entre ações que o sistema executa (PRESSMAN e MAXIM, 2016).

A Figura 6 a seguir demonstra o diagrama de atividades que modela o registro de uma evacuação.

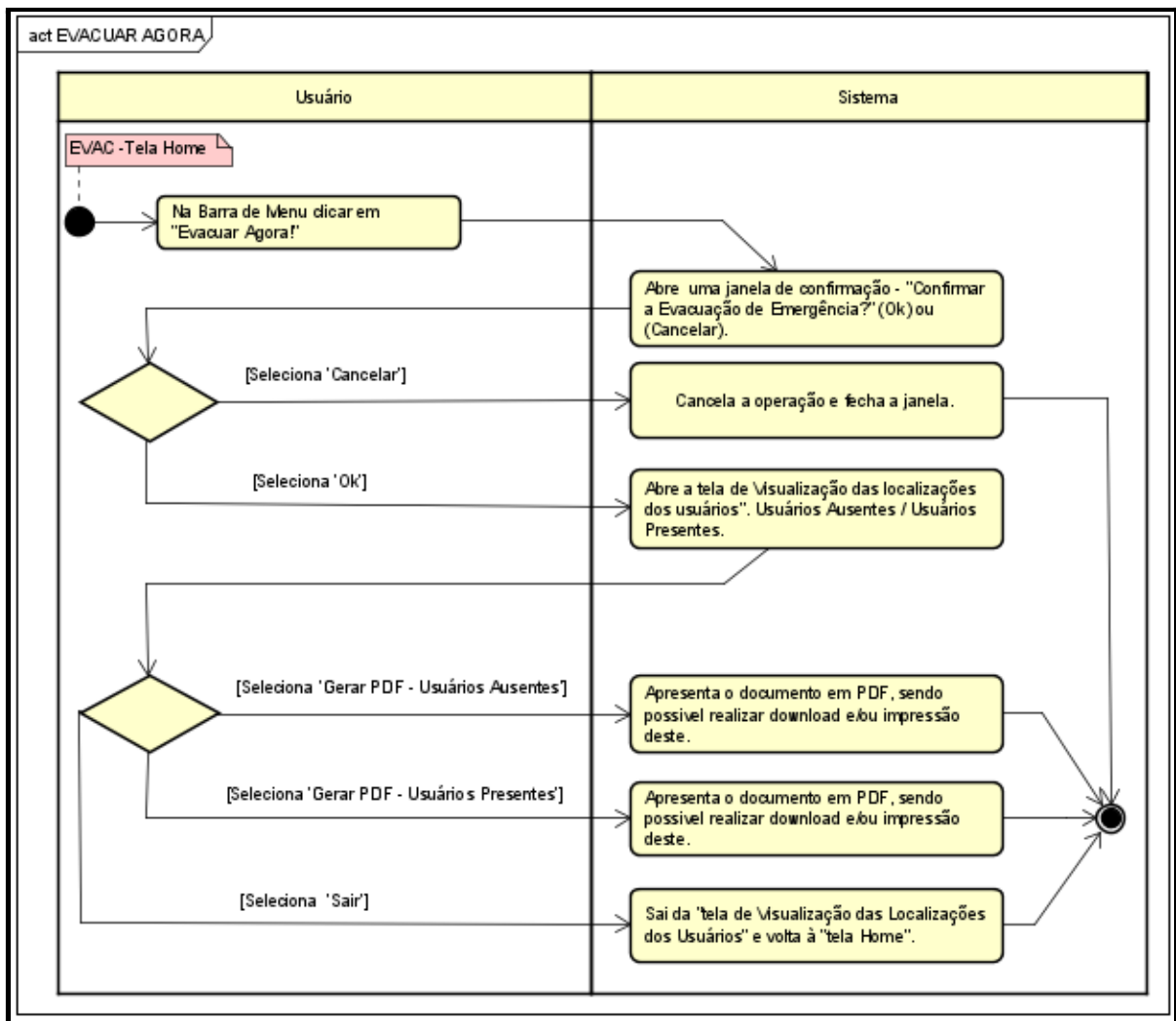
**Figura 6 – Diagrama de Atividades - Registrar Evacuação**



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para esclarecer o processo de evacuação de forma detalhada, foi criado outro diagrama de atividade, exibido na Figura 7.

**Figura 7 – Diagrama de Atividades - Evacuar Agora**



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A documentação e os diagramas desenvolvidos auxiliaram durante a fase de construção da ferramenta, pois permitiram a antecipação de problemas que de outra forma só seriam detectados nas fases finais do projeto, ou até mesmo não detectados.

### 4.3 Construção

Para a construção da ferramenta EVAC foi necessária a utilização de algumas ferramentas de desenvolvimento, assim como de hospedagem e versionamento, que serão ressaltadas na sequência. Como *IDE (Integrated Development Environment)* foi utilizado o VS CODE. Esta IDE facilitou o processo de desenvolvimento por ser uma solução robusta, com algumas funções que tornam as tarefas mais simples, como, por exemplo, a integração com o GitHub,



além de suportar as linguagens de programação necessárias para o desenvolvimento da ferramenta, como PHP, JavaScript, HTML e CSS. Outro ponto importante é que seu código é aberto, além de possuir um terminal de comando integrado que possibilita o uso dos comandos Artisan, que é a interface de comando incluída no Laravel, fornecendo assim todos os recursos necessários para o desenvolvimento.

Para a construção foi utilizado o padrão *Model, View, Controller (MVC)* fornecido pelo *Framework* Laravel, que possibilita a divisão do projeto em camadas muito bem definidas, onde cada uma delas executa o que lhe é definido. Conforme o Devmedia (2021), a comunicação entre interfaces e regras de negócios é definida através de um controlador, e é a existência deste controlador que torna possível a separação entre as camadas.

O Laravel ajudou na redução de tempo de desenvolvimento devido aos recursos fornecidos, como autenticação completa com um simples comando no *prompt* de comando e também *Blade Templates*, um recurso que permite o uso de modelos predefinidos para escrever certos códigos, e que podem ser alterados posteriormente conforme a necessidade. Para o armazenamento e organização dos dados fornecidos pelo sistema foi utilizado o MySQL, sua escolha também passou pela razão de ser um banco de dados muito conhecido e por ser um software livre, porém com enfoque maior nos seus recursos e facilidade de utilização visto que seu uso é bem intuitivo. Um fator importante aqui foi a integração entre o Laravel e o phpMyAdmin através do uso de *Migration*, que agiliza em muito a criação de tabelas e colunas, tipagem dos dados, chave primária e estrangeira, entre outras configurações que podem ser realizadas com o uso de comandos do Artisan, que é a interface da linha de comando incluída no Laravel. A conexão ao banco de dados é muito simples, visto que o Laravel já traz tudo pronto, basta no arquivo “.env” informar os seguintes dados: banco a ser utilizado, *host*, porta de comunicação, nome da base de dados, usuário e *password*. A organização do projeto, desde a criação do *website*, estruturação das pastas do projeto, a inicialização do Apache e do MySQL, foi realizada utilizando o Laragon, que de acordo com o próprio Laragon (2021) é um ambiente de desenvolvimento universal portátil, isolado do sistema operacional, rápido e poderoso para PHP, entre outras linguagens, é de fácil utilização e de simples entendimento.

## 5. DESENVOLVIMENTO

### 5.1 Estrutura do Software

O desenvolvimento da ferramenta iniciou com a produção de uma tela inicial trazendo os menus para navegação no sistema, de forma simples e objetiva. Por isso, optou-se pelo *framework* Bootstrap, facilitando o desenvolvimento e eliminando essas preocupações com o layout. O padrão do Bootstrap usado se manteve em todo o projeto, apesar de ter algumas modificações no resultado do *template* final.

Os dados são registrados no banco de dados MySQL. Para esse controle, o Laravel já traz pronta a conexão a diversos banco de dados, que se encontra na sua estrutura de diretórios em “config/database.php”. A migração dos atributos das classes criadas para o banco de dados é realizada através das *migrations* garantido que todos os atributos criados na classe modelo sejam replicados no banco de dados. Essa estrutura é organizada em um diretório chamado de *migrations*, cada arquivo é uma versão da *migration* que está contido dentro deste diretório.

As instruções de programação seguiram o modelo MVC. Para isso, o sistema mantém uma estrutura com as classes nos devidos diretórios: “*Models*”, “*Views*” e “*Controllers*”. A fim de agilizar a criação destas estruturas, foi utilizado um único comando no Artisan para criação da *migration*, *model*, *controller*, ou seja, para cada comando uma estrutura completa é criada, ficando somente as *Views* para serem implementadas manualmente. Ao decorrer do desenvolvimento foram criadas as rotas para navegação entre as *views*, estas são organizadas no diretório “routes/web.php”.

### 5.3 Testes

Os testes no sistema garantem maior qualidade, e também a identificação de possíveis falhas no desenvolvimento.

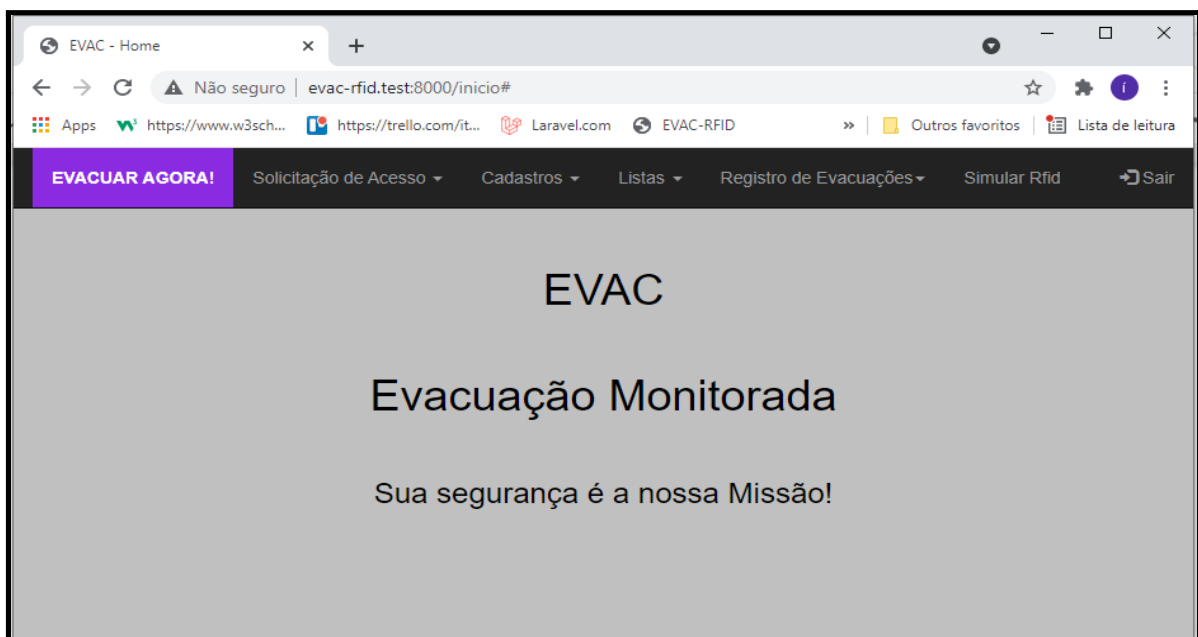
A fim de garantir que a ferramenta atenda todos os requisitos conforme levantados durante sua construção, foram realizados testes para explorar possíveis falhas nesta. O teste exploratório do tipo caixa preta foi o único teste aplicado. Esse tipo de teste consiste em utilizar a ferramenta, tentando fazer a rotina mais próxima possível que o usuário faria na ferramenta. Foram preenchidos campos solicitados com valores indevidos a fim de explorar

falhas. Para aplicar o teste é necessário que o usuário tenha interação com a ferramenta. Neste teste, foi observado que a ferramenta, em algumas funcionalidades, deveria proporcionar uma melhor usabilidade ao usuário, gerando assim ajustes, que foram feitos para garantir o melhor uso da ferramenta.

## 6 RESULTADOS

Através desse trabalho foi desenvolvida a ferramenta Evac - Evacuação Monitorada, a qual tem a finalidade de controlar a localização de pessoas em um ambiente monitorado via RFID em momentos de evacuação de emergência. A EVAC é um sistema web, possui em sua “página home” uma barra de navegação contendo vários menus, “Solicitação de Acesso”, “Cadastros”, “Listas”, “Registros de Evacuações”, “Simular RFID”, e o botão “Evacuar Agora”, demonstrada na figura 8.

**Figura 8 – Página Home**



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Através do botão “Evacuar Agora”, tem-se o acesso ao principal recurso da ferramenta, que mostra a página de localização on-line, a qual apresenta duas listas, uma contendo os usuários ausentes nos pontos de encontro e outra com os usuários presentes nos pontos de encontro. Essas listas são atualizadas automaticamente de forma on-line através da

leitura contínua do banco de dados, que por sua vez é integrado ao sistema RFID. Como as pessoas dentro da organização utilizarão crachás com tags RFID, o banco de dados contendo a localização dessas pessoas será alimentado conforme as mesmas se deslocam. Esses dados são utilizados pela ferramenta Evac nas funções de evacuação.

Conforme Escola Edti (2021), o sistema RFID é um sistema de identificação por radiofrequência composto por etiquetas RFID e uma base transmissora. A comunicação é realizada por meio de troca de informações entre as etiquetas, onde estão armazenadas as informações pertinentes ao processo, e a base de transmissão. De forma prática um sinal de rádio é enviado pela base transmissora com um alcance limitado a uma determinada área, onde na existência de etiquetas RFID portadoras de um microchip com informações gravadas nele, este sinal de rádio será refletido e convertido em informações digitais e interpretada pelo sistema do qual faz parte.

A figura 9 a seguir mostra a página de localização on-line, apresentada ao usuário após este confirmar a evacuação.

**Figura 9 – Página de localização on-line**

The screenshot shows a web browser window with the URL 'evac-rfid.test:8000/visupdfaus'. The page title is 'EVAC-RFID' and the user is logged in as 'Administrador'. The interface is divided into two main sections: 'Ausentes nos Pontos de Encontro' (Absent at Meeting Points) and 'Presentes nos Pontos de Encontro' (Present at Meeting Points). Each section has a 'Gerar PDF' button and a 'Sair' button. Below each section is a table with columns for 'Usuário', 'Setor', and 'Localização'.

Usuário	Setor	Localização
Beatriz Evac Cunha	ESCRITÓRIO	005 - ESCRITÓRIO - SALA RH
Administrador	ESCRITÓRIO	005 - ESCRITÓRIO - SALA RH
Fabiano Evac Moura	ESCRITÓRIO	006 - SALA CONTABILIDADE
Administrador	ESCRITÓRIO	007 - SALA TREINAMENTO
Fabio Evac Brasil	OFICINA 001	013 - OFICINA 001 - SALA DE SOLDA
Jorge Evac dos Santos	ALMOXARIFADO	016 - ALMOXARIFADO - CORREDORES 1,2 E 3

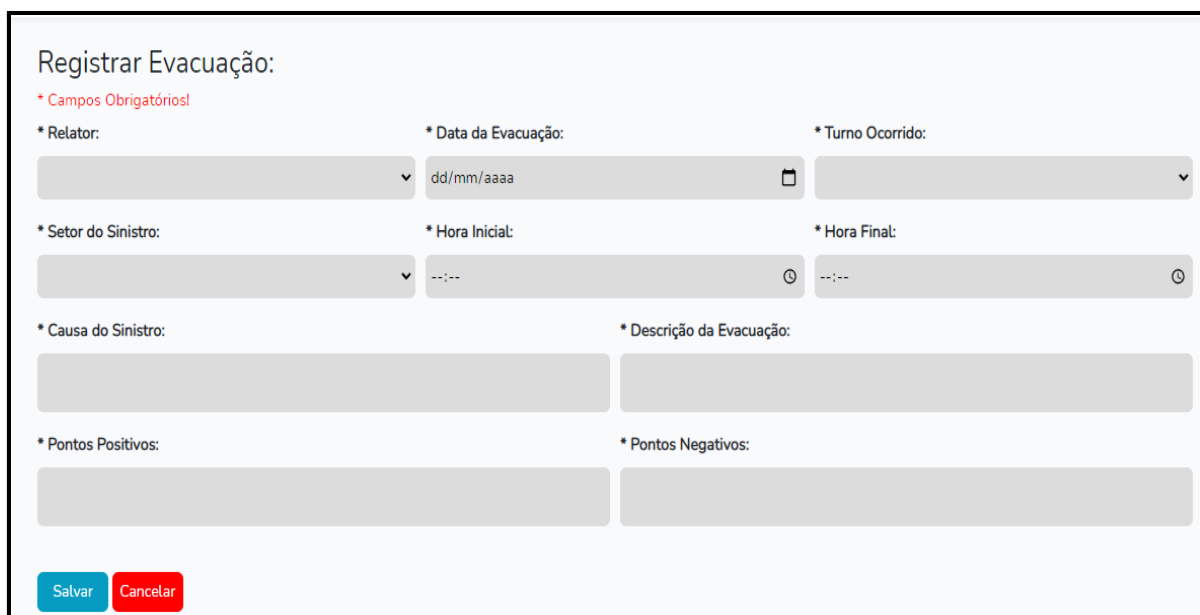
Usuário	Setor	Localização
Lucas Evac Amorim	ALMOXARIFADO	001 - EST. PORTARIA - P. ENCONTRO
Leonardo Evac da Fonseca	ESCRITÓRIO	002 - EST. ESCRITÓRIO - P. ENCONTRO

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ainda dentro do assunto evacuação, há o menu “Registro de Evacuações”, que tem em sua aba os seguintes recursos: - “Evacuações Registradas” que apresenta uma lista com as evacuações registradas e a opção de impressão destas; - “Registrar Evacuação” onde é

possível registrar uma nova evacuação, editar ou excluir evacuações existentes; e - “Rotas de Usuários” que mostra a lista completa dos usuários e suas respectivas rotas, sendo possível pesquisar por usuário sua rota em uma data e horário específico. O formulário de registro de uma nova evacuação é demonstrado na figura 10, mostrada abaixo.

**Figura 10 – Página de Registro de Evacuações**



Registrar Evacuação:

\* Campos Obrigatórios!

\* Relator:  \* Data da Evacuação:  \* Turno Ocorrido:

\* Setor do Sinistro:  \* Hora Inicial:  \* Hora Final:

\* Causa do Sinistro:  \* Descrição da Evacuação:

\* Pontos Positivos:  \* Pontos Negativos:

Salvar Cancelar

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O registro de uma evacuação é importante para que possam ser registrados os dados do sinistro. Esses dados serão úteis para futuras consultas, pois em caso de auditorias ou necessidade de se obter dados de sinistros ocorridos, o sistema possuirá essas informações.

A ferramenta, além dos recursos já citados, disponibiliza aos usuários administradores os menus de cadastro de “Solicitação de Acessos”, sejam de usuários internos assim como visitantes, cadastro de setores e cadastro de pontos de monitoramento. Também foi criado um menu “Listas”, podendo ser visualizadas as listas de usuários internos ou visitantes, setores e pontos monitorados. Para cada lista, pode ser gerado um documento pdf e realizada a sua impressão. A ferramenta tem seu *layout* responsivo, o que proporciona uma melhor experiência de visualização do seu sistema *web*, seja este através de um *tablet*, *notebook* ou até mesmo *smartphone*. Para usuários “não administradores”, é somente disponível o menu “Solicitar Acesso” da aba “Visitante”, no qual este preencherá o formulário de solicitação de acesso, e receberá por e-mail a confirmação da solicitação.

Visto que a ferramenta possui um objetivo claro e único, seu sistema é de simples entendimento e de fácil operação. Uma vez que sejam feitos os cadastros de usuários, setores e pontos monitorados, já é possível iniciar o monitoramento da localização dos usuários dentro do ambiente monitorado, fornecendo assim recursos para a realização de um registro de evacuação, execução de uma evacuação e geração das rotas dos usuários.

A ferramenta traz um ganho à equipe de brigada de emergência em relação à confiabilidade na lista de presentes e ausentes nos pontos de encontro, visto que esta lista é dinâmica e atualizada ao momento da evacuação. Isso é muito diferente do controle usualmente utilizado, onde a brigada de emergência possui uma lista de todos os empregados de uma empresa, por exemplo, mas que por ventura pode estar desatualizada, seja pela folga, férias, ausência de um funcionário, entre outros motivos. Além da confiabilidade, traz um outro recurso muito importante que é a localização atual do usuário, ou seja, se necessário for o resgate de alguma pessoa no ambiente em sinistro, a brigada de emergência tem a informação correta sobre a atual localização deste indivíduo, possibilitando assim uma redução do tempo de resgate, visto que esta se dirige imediatamente ao local em que se encontra o usuário. É importante citar também que antes mesmo do controle das localizações das pessoas no ambiente monitorado, a ferramenta fornece um controle de acesso ao ambiente monitorado, visto que, tanto para os usuários internos assim como os visitantes é necessário que estes façam uma solicitação de acesso via ferramenta, informando seus dados pessoais, período de permanência e quem será seu anfitrião, proporcionado assim um ambiente mais seguro.

## **7 CONCLUSÃO**

Este artigo documentou a criação da ferramenta EVAC - Evacuação Monitorada. A ferramenta foi construída com o uso de tecnologias atuais e o desenvolvimento foi norteadado pelo uso de um método ágil. A ferramenta tem por objetivo ajudar na identificação da localização das pessoas em um ambiente monitorado e em processo de evacuação de emergência, a fim de resolver os problemas enfrentados pelas brigadas de emergência quanto ao conhecimento de quem e onde se encontram no ambiente em evacuação. Através do monitoramento das localizações dos usuários, a ferramenta acaba oferecendo uma outra funcionalidade além do monitoramento, que é o controle de acesso ao ambiente monitorado.

Durante o planejamento, optou-se por desenvolver um sistema web de forma que fosse responsivo, visto que está cada vez mais presente em ambientes públicos e privados a disponibilidade de internet de boa qualidade assim como redes *wi-fi*, podendo ser acessado em vários dispositivos, como smartphones, tablets, desktops. A ferramenta conta com funcionalidades de visualização on-line das localizações de usuários, visualização de rotas gerais e específicas por usuários, geração de listas de usuários internos, visitantes, setores, pontos monitorados, todos estes com possibilidade de impressão, além de registros de evacuações, possibilitando o estudo das causas e tomadas de decisão para ações preventivas futuras, assim como corretivas.

Como sugestão de trabalhos futuros na EVAC, vale citar que uma funcionalidade importante seria o uso do algoritmo de Dijkstra como mecanismo para resolução das rotas de fuga, informando aos usuários qual é a rota de fuga mais segura a seguir, e também a geração de um gráfico que demonstre o número de usuários por setor.

## REFERÊNCIAS

ABOLINS, Cel Reserva PM Heliodoro Alexandre; BIANCHINI, Major PM Flávio José; NOMELLINI, 1º Tenente PM Luiz Henrique. Saídas de emergência em edificações. *In*: CARLO, Ualfrido Del; GILL, Alfonso Antonio; ONO, Rosaria; PANNONI, Fabio Domingos; SEITO, Alexandre Itiu; SILVA, Silvio Bento da; SILVA, Valdir Pignatta e; **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. P.101-121.

ANDRADE, Daniel P.; ALVES, Jassira R. P.; ARAÚJO, Maria Caroline P. B. de; FERNANDES, Ramon B.; SILVA, Luana L. G. da; **Revista FLAMMAE**. 2020. Disponível em:

[https://e0d7bd2c-8e8c-49d8-b8d1-a3128f6947c7.filesusr.com/ugd/08765e\\_69cb001e5cd24c49bcb2ea853ef687e.pdf](https://e0d7bd2c-8e8c-49d8-b8d1-a3128f6947c7.filesusr.com/ugd/08765e_69cb001e5cd24c49bcb2ea853ef687e.pdf). Acesso em: 11 set. 2021.

AQUINO, Yara. **Software brasileiro aprimora planejamento de segurança em locais de grande aglomeração**. Disponível em:

<https://memoria.ebc.com.br/tecnologia/2013/02/software-brasileiro-aprimora-planejamento-de-seguranca-em-locais-de-grande>. Acesso em: 07 set. 2021.

ARTIA. **kanban O que é e TUDO sobre como gerenciar fluxos de trabalho**. Disponível em: <https://artia.com/kanban/>. Acesso em 16 nov. 2021.

BOEG, Jesper. **Kanban em dez passos**: Otimizando o fluxo de trabalho em sistemas de entrega de software. Disponível em:

<https://gianfratti.com/WP/wp-content/uploads/2018/04/InfoQBrasil-Kanban10Passos.pdf>. Acesso em: 04 set. 2021.

CARNEIRO, Luiz Carlos Cunha; CASSOL, Vinícius Jurinic; MUSSE, Soraia Raup; RODRIGUES, Rafael Araújo; SILVA, Anderson; **CrowdSim: Uma ferramenta desenvolvida para Simulação de Multidões**. 2013. Disponível em: [https://www.sbgames.org/sbgames2012/proceedings/papers/simulacao/W\\_1.pdf](https://www.sbgames.org/sbgames2012/proceedings/papers/simulacao/W_1.pdf). Acesso em: 09 set. 2021.

Corpo de Bombeiros de SP. **INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 16/2018 - Plano de Emergência**. Disponível em: [http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci\\_publicacoes2/lib/file/doc/it\\_16\\_2018.pdf](http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/lib/file/doc/it_16_2018.pdf). Acesso em 15 nov. 2021.

DEVMEDIA. **Padrão MVC - Java Magazine**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/padrao-mvc-java-magazine/21995#2>. Acesso em: 15 nov. 2021.

ESCOLA EDTI. **Identificação por Radiofrequência, ou RFID, Como Funciona Esse Sistema Seguro**. Disponível em: <https://www.escolaedti.com.br/rfid-o-que-e>. Acesso em: 15 nov. 2021.

HOSTINGER. **O que é MySQL?** Guia para iniciantes. Disponível em: <https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-mysql>. Acesso em: 28 ago. 2021.

I3C SOLUÇÕES INTELIGENTES. **Como funciona o RFID**. Disponível em: <https://i3csolucoes.com.br/como-funciona-o-rfid/>. Acesso em: 15 dez. 2021.

KANBAN UNIVERSITY. **Guia oficial do método kanban**. Disponível em: [https://resources.kanban.university/wp-content/uploads/2021/04/The-Official-Kanban-Guide-Portuguese\\_A4.pdf](https://resources.kanban.university/wp-content/uploads/2021/04/The-Official-Kanban-Guide-Portuguese_A4.pdf). Acesso em: 28 ago. 2021.

KINSTA. **O Framework PHP Laravel: Construção de Aplicativos Web Para Todos**. Disponível em: <https://kinsta.com/pt/base-de-conhecimento/o-que-e-laravel/>. Acesso em: 26 ago. 2021.

KULIGOWSKI, Erica D.; PEACOCK, Richard D.; HOSKINS, Bryan L. **A review of building evacuation Models**. National Institute of Standards and Technology, U.S., ed. 2ª, 2010. Disponível em: [https://tsapps.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=906951](https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=906951). Acesso em: 12 set. 2021.

LARAGON. **Documentação**. Disponível em: <https://laragon.org/docs/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

LUDEÑA, Patricia G.; ROHODEN, Katty J.; PALACIOS, César A.; ROHODEN, Max J. **Yanapay: sistema de evacuación basado en tecnología RFID y dispositivos Android**. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/290472791\\_Yanapay\\_Sistema\\_de\\_evacuacion\\_basado\\_en\\_tecnologia\\_RFID\\_y\\_dispositivos\\_Android](https://www.researchgate.net/publication/290472791_Yanapay_Sistema_de_evacuacion_basado_en_tecnologia_RFID_y_dispositivos_Android). Acesso em: 21 set. 2021.



MELO, Diego. **O que é Laravel? [Guia para iniciantes]**. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/tecnologia/o-que-e-laravel-guia-para-iniciantes,484f79c68a65056f70849370f2726a8537c5xnwj.html>. Acesso em: 26 out. 2021.

MUSSE, Soraia Raupp. **Crowds @VHLLab**. Disponível em: <https://www.inf.pucrs.br/~smusse/Animacao/2016/CrowdTalk.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2021.

MySQL. **Os principais recursos do MySQL**: Disponível em: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/features.html>. Acesso em: 16 nov. 2021.

NUNES, Felipe de Pires. **A interferência do projeto arquitetônico das saídas de emergência na evacuação de locais de reunião de grande público**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/216708/PARO0393-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 set. 2021.

OLIVEIRA, Márcia Maria Pires de. **Plano de evacuação de emergência em uma oficina de fabricação de estruturas navais**. 2013. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli785.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

OSHA - [Occupational Safety and Health Administration](https://www.osha.gov). **Evacuation plans and procedures/Accounting for all employees after an emergency evacuation has been completed**. Disponível em: <https://www.osha.gov/etools/evacuation-plans-procedures/eap>. Acesso em: 30 ago. 2021a.

OSHA - [Occupational Safety and Health Administration](https://www.osha.gov). **Evacuation plans and procedures**. Disponível em: <https://www.osha.gov/etools/evacuation-plans-procedures/eap/minimum-requirements>. Acesso em: 30 ago. 2021b.

PHP. **História do PHP**. Disponível em: [https://www.php.net/manual/pt\\_BR/history.php.php](https://www.php.net/manual/pt_BR/history.php.php). Acesso em: 25 ago. 2021.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. - **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 8. ed. Brasil: Bookman, 2016.

SILVA, José Manuel. **Análise de factores condicionante da evacuação de trabalhadores numa unidade industrial**. 2007. XII, 66, [16] f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais).- Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Porto, 2007. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12948/2/Texto%20integral.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2021.

THUNDERHEADENG ENGINEERING. **Licenciamento e preços do Pathfinder**. Disponível em: <https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>. Acesso em: 11 set. 2021.

USP, Universidade de São Paulo. **Laboratório do INCT-SEC cria software que auxilia a evacuação de locais aglomerados**. Disponível em: <https://www5.usp.br/noticias/tecnologia-2/laboratorio-do-inct-sec-cria-software-que-auxilia-a-evacuacao-de-locais-aglomerados/>. Acesso em: 09 set. 2021.