ABERGO 2024
XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA E FATORES HUMANOS
VI Jornada Internacional de Ergonomia
Ergonomia e Fatores Humanos: Ciência e Boas Práticas de Intervenção Ergonômica com Sustentabilidade

DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS PORTUÁRIA UTILIZANDO O MÉTODO DE ANÁLISE DE RESSONÂNCIA FUNCIONAL

Stela Xavier Terra[1]*, Tamires Fernanda Barbosa Nunes[2], Bruno Linn Viana[1]
[1]Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil
[2]Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil
***stela.xavier.terra@gmail.com**

Resumo: Organizações estão cada vez mais vulneráveis a crises, tornando essencial a elaboração de um plano de resposta emergencial eficaz para garantir a segurança e a continuidade das operações. O Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) é uma abordagem para sistemas sociotécnicos complexos que permite descrever e analisar planos de resposta para cenários emergenciais. Permitindo capturar variabilidades das funções envolvidas nos procedimentos de combate a situações emergenciais. O fluxo de interações concomitantes de múltiplos atores, ainda que a coordenação do plano seja centralizada; bem como a imprecisão de tempo e dos desdobramentos de cada ação proposta, após acionamento do plano, são exemplos de variabilidades. Tendo em vista o exposto, este estudo teve como objetivo explorar a contribuição do FRAM para a criação de um plano de resposta a emergências para o setor portuário. Os resultados indicaram que o desenvolvimento do plano de emergência com uso do FRAM viabiliza graficamente interações desencadeadas a partir de múltiplas hipóteses não determinísticas, que ocorrem em cenários emergenciais, quando da execução de ações de contingência. Demonstrando que o método é uma ferramenta eficaz para lidar com circunstâncias inesperadas e auxiliar no processo de tomada de decisão requeridos no gerenciamento de riscos, assim como contribuindo para a resiliência do setor portuário.
Palavras-chave: FRAM; Plano de emergência; Gerenciamento de riscos; Engenharia de Resiliência; Segurança.

1. Introdução

O planejamento de emergências é um conceito interligado a gestão de riscos fundamental para a segurança e resiliência organizacional (LEE, 2012). Suas etapas incluem a identificação, avaliação e tratamento dos riscos a fim de antecipar e minimizar os impactos de eventos adversos, definindo ações a serem tomadas em caso de crises (PENADÉS *et al*., 2016).

A implementação de planos de emergências em sistemas sociotécnicos complexos, predominantes na sociedade atual, tem como principal desafio a adoção de uma perspectiva sistêmica e holística, para compreensão das interconexões existentes entre os vários componentes do sistema e da relevância da resiliência social e econômica (WEARS *et al*., 2007). Além disso, a crescente complexidade dos sistemas desencadeada pela geração de grandes volumes de dados exige mecanismos de análise e interpretação rápidos e eficientes para

apoiar a tomada de decisão e abordagens de planejamento flexíveis e adaptativas (GROUMPOS, 2017).

Diversos *frameworks* e modelos têm sido desenvolvidos para auxiliar no processo de gestão de risco em cenários de emergenciais. O Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) é uma alternativa para a integração da Engenharia de Resiliência em planos de emergência, fornecendo uma estrutura sistêmica para modelar sistemas complexos e compreender dependências não lineares, condições de desempenho e variabilidade (HOLLNAGEL, 2012).

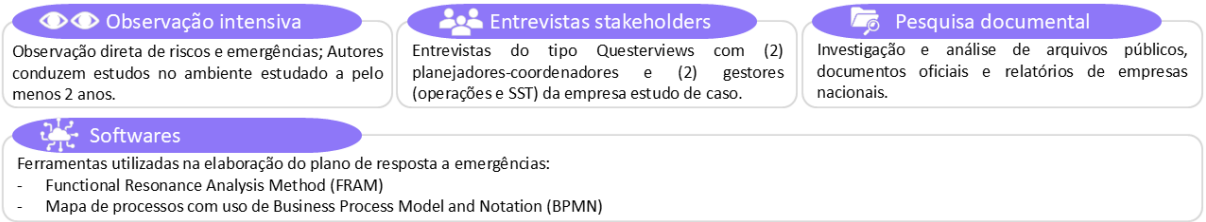
Em sistemas sociotécnicos complexos como portos, normalmente são desenvolvidos diversos planos de contingência a emergências. No Brasil, cada porto tem autonomia para desenvolver os seus planos conforme seu contexto local e os principais são: Plano de Área (PA), Plano de Controle de Emergência (PCE), Plano de Emergência Individual (PEI), Plano de Ação de Emergência (PAE). No entanto, esses planos são requisitos de algumas leis e normas, como por exemplo, a Norma Regulamentadora Nº29, que estabelece medidas de prevenção em saúde e segurança no trabalho portuário, incluindo diretrizes de implementação para o gerenciamento de riscos ocupacionais (BRASIL, 2022).

O transporte marítimo é vital para o comércio global, transportando aproximadamente 90% do volume de comércio por água, enfatizando a análise e gerenciamento de risco, visto que acidentes graves em operações portuárias podem levar a interrupções comerciais severas e impactos substanciais nas cadeias de suprimentos (LAM *et al*., 2019). Diante deste panorama, o objetivo deste trabalho é explorar a aplicação do método FRAM para elaboração de um Plano de Resposta a Emergências para o setor portuário.

2. Materiais e Métodos

Este trabalho adotou procedimentos de um estudo de caso, com finalidade exploratória, por meio de técnicas de coleta e análise de dados descritas na Figura 1. Adotou-se o PCE como plano de referência, ou seja, como plano de resposta a emergências.

Figura 1 – Metodologia



Fonte: Autores, 2024

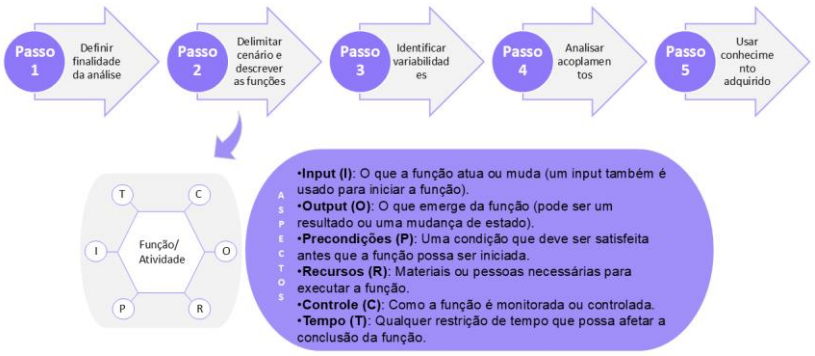
O método de trabalho para a elaboração do plano de resposta a emergências foi desenvolvido a partir das seguintes etapas sintetizadas no Quadro 1. O passo a passo da aplicação do FRAM está ilustrado na Figura 2.

Quadro 1 – Etapas propostas de um plano de resposta a emergências

1. Contextualização do local: descrição dos aspectos geofísicos e acessos às instalações, identificação dos representantes legais e responsáveis pela elaboração e revisão do plano de resposta a emergência;
2. Estrutura organizacional de resposta (EOR) emergencial: apresentação dos recursos humanos e suas responsabilidades. Etapa fundamental para a obtenção de ações ordenadas, visando maior eficiência nos processos tanto de tomada de decisões quanto de combate às emergências;
3. Acionamento do plano pertinente: comunicação imediatamente a Guarda Portuária que acionará a coordenação do plano em caso de anomalia em conformidade ao fluxograma de BPMN (Anexo I);
4. Cenários emergenciais: levantamento de hipóteses acidentais com base na análise de risco preliminar, considerando as instalações e as atividades desenvolvidas no porto em questão;
5. Plano de comunicação: procedimentos de atuação na comunicação; pilar na eficácia do controle da emergência;
6. Plano de resposta: os procedimentos necessários ao controle e mitigação dos danos provenientes dos cenários emergenciais abrangidos pelo presente plano e utilizando o FRAM;
7. Plano de continuidade e recuperação: após a situação emergencial controlada, adoção de medidas de acordo com o grau e severidade do ocorrido, visando o atendimento dos elementos diretamente afetados;
8. Treinamentos e simulados: garantir a excelência da EOR do plano por meio do treinamento teóricos e simulados práticos, realizados regularmente;
9. Divulgação e manutenção do plano: revisão em 12 meses ou, quando a planta sofrer alterações no nível de instalações físicas ou da organização dos seus recursos humanos, entre outros.

Fonte: Autores, 2024

Figura 2 – Passo a passo aplicação do FRAM



Fonte: Adaptado de Slater (2023)

A construção dos planos de resposta pelo FRAM partiu da definição da finalidade da análise, uma vez que é um método multipropósito. No caso desse estudo foi utilizá-lo como uma abordagem de gerenciamento de riscos. Os próximos passos determinaram o cenário de estudo e envolveram: identificação dos componentes do sistema (pessoas, processos, tecnologias); definição das funções que cada elemento desempenha no sistema; representação das relações e interações entre os elementos e funções; definição das condições externas que exercem influência sobre o sistema. No passo seguinte, a análise das ressonâncias, para o modelo construído, identificou padrões repetitivos entre as interações que podem desencadear erros ou falhas, permitindo a construção de cenários diferentes para compreensão de como as ressonâncias podem se manifestar ao longo do sistema. A partir das simulações, vulnerabilidades foram identificadas, determinando pontos fracos dos sistemas que estão suscetíveis a falhas e erros. E assim, foram reavaliados os procedimentos do plano de resposta a emergências.

3. Resultados e discussões

O plano de resposta a emergências inicia apresentando seus fatores contextuais e após apresenta o levantamento de responsabilidades de sua EOR, conforme itens 1 e 2 do Quadro 1. O acionamento do plano (item 3) começa pela declaração de uma emergência detectada por qualquer indivíduo e finaliza com a atualização do plano mestre, PCE (doravante, plano de resposta a emergências), sintetizado em um fluxograma no Anexo I. De tal modo que é possível visualizar a existência de três níveis de emergência, classificados conforme a quantidade de recursos necessários para o contingenciamento da emergência, ver descrição no Quadro 2:

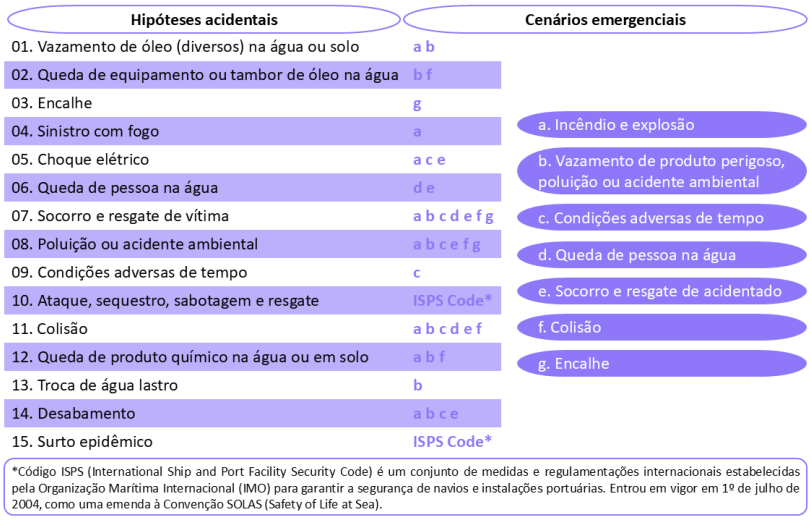
Quadro 2 – Classificação do nível de emergência

Nível 1 – Emergências que são contidas com recursos locais. **Nível 2 –** Emergências que extrapolam a capacidade de atendimento do porto em questão, necessitando do auxílio de entidades externas e/ou demais terminais existentes no porto em questão. **Nível 3 –** Emergências que extrapolam a capacidade de atendimento do porto em questão, necessitando de apoio de órgãos externos e terminais privados, realizando assim o acionamento do Plano de Ajuda Mútua – PAM e Plano de Área – PA do complexo portuário.

Fonte: Autores adaptado empresa, 2024

A partir do levantamento da análise de risco, foram identificadas quinze hipóteses acidentais consideradas relevantes nas diferentes operações realizadas no complexo portuário estudado. A partir delas foram classificados sete cenários de emergência, em que instruções de resposta detalhadas foram elaboradas, contendo as ações a serem tomadas em cada cenário emergencial. Cabe salientar, que foi necessário levantar os produtos perigosos transportados e armazenados no porto estudado, listando o nome do produto, principais usos, e a identificação do perigo e classe de risco de acordo com a respectiva ficha de dados de segurança (FDS). Na Figura 3 é apresentada a síntese das hipóteses acidentais e respectivos cenários de emergência.

Figura 3 – Hipóteses acidentais e respectivos cenários de emergência

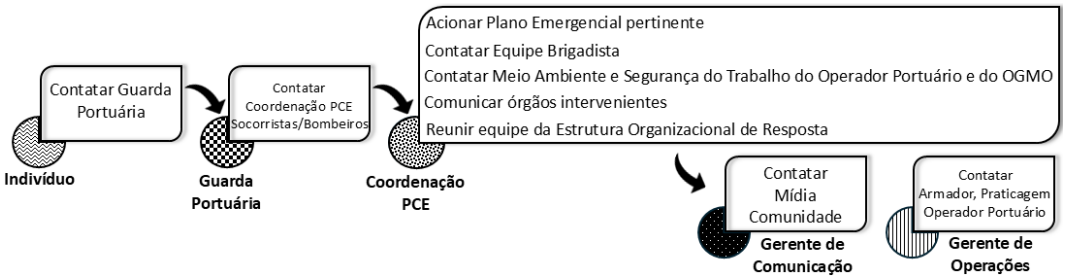


Fonte: Autores, 2024

Os procedimentos de comunicação a partir do momento em que é constatada a situação emergencial são apresentados na Figura 4. É necessário o preenchimento de um formulário para

Registro de Ocorrência Emergencial, oriundo da comunicação inicial do incidente, em que deverá constar detalhes como o nível emergencial. Todas as ações de caráter emergencial devem ser comunicadas aos órgãos intervenientes nos processos específicos (SISNAMA, Capitania dos portos, Defesa Civil, PAM do município e Agência Nacional do Petróleo), devendo receber destes, o aval para a realização destas ações.

Figura 4 – Plano de comunicação



Fonte: Autores, 2024

O plano de resposta inclui os equipamentos e materiais de resposta a acidentes que envolvam: produtos derivados de hidrocarbonetos, tais como, destinados à contenção, recolhimento, dispersão do óleo, limpeza de áreas atingidas, produtos absorventes e adsorventes, acondicionamento de resíduos oleosos, combate a incêndios, primeiros socorros, resgate a vítimas e medidas de contingência a eventos climáticos extremos.

Foram realizados os planos de resposta pelo Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) para os sete cenários emergenciais (ver Figura 3). Para exemplificar o resultado da aplicação do FRAM, o Cenário e) de resgate e socorro de acidentados será analisado, Figura 5. Para esse cenário, foram definidas:

- **Situações de risco:** Queda (por diferença de /ou/ em) nível, choque elétrico, prensagem, esmagamento, batida, atropelamento, sufocamento, sensório, confinamento, ataque animais, queimadura entre outros traumas e lesões.
- **Medidas de prevenção:** Sinalização de Segurança; Capacitação em Primeiros Socorros.
- **Matriz de responsabilidades:** (Quadro 3)

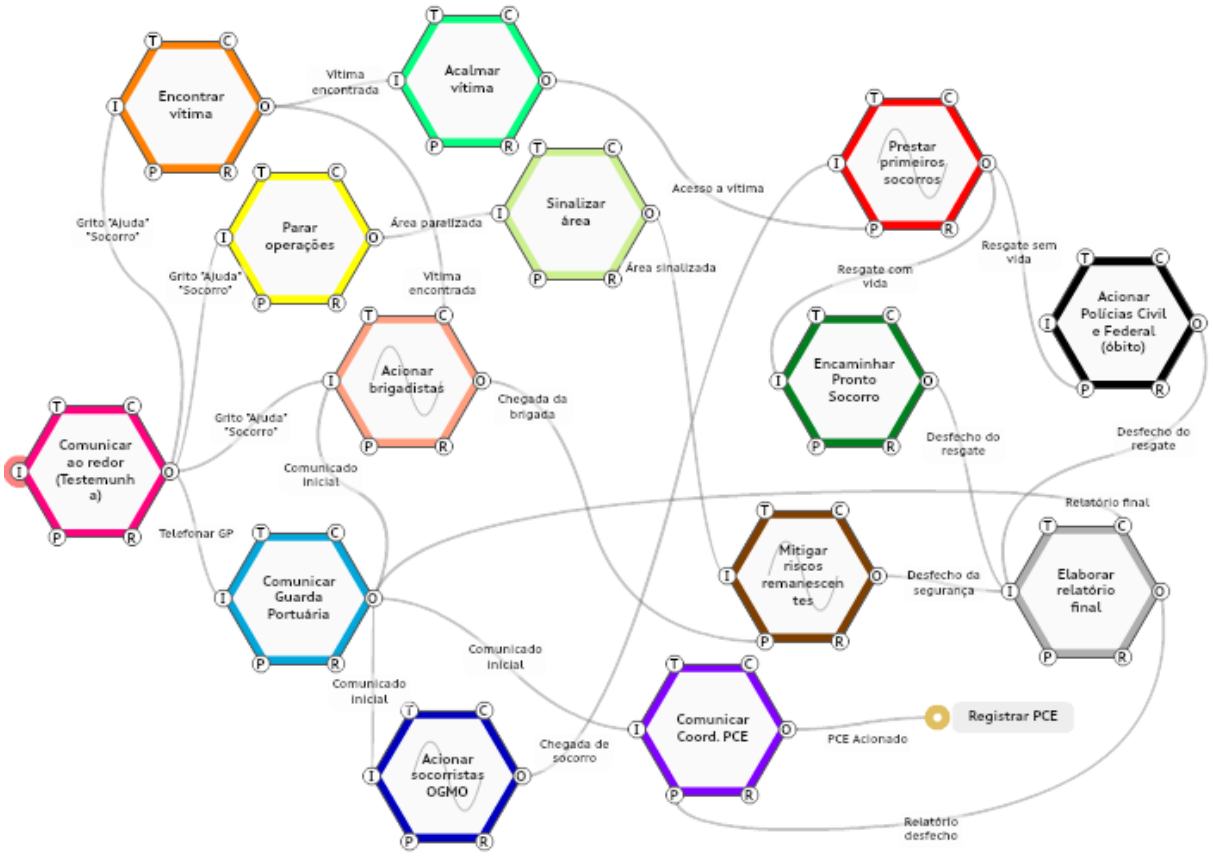
Quadro 3 – Matriz de responsabilidades

	Indivíduo (testemunha)	Brigadista ou Pessoa capacitada	Guarda Portuária	Socorristas do OGMO	Coordenação PCE	Todos
Gritar "Ajuda" "Socorro"	X					X
Encontrar vítima		X		X		X
Acalmar vítima	X	X		X		-
Comunicar GP	X					X
Acionar brigadistas			X		X	
Parar operações						X
Sinalizar área						X
Mitigar riscos remanescentes		X				
Comunicar Coord.PCE			X			
Acionar Socorristas OGMO			X			
Prestar Primeiros Socorros		X		X		
Encaminhar ao Pronto Socorro			X	X		
Elaborar relatório final			X			
Registrar PCE**					X	

***Função secundária (Figura 5)*

Fonte: Autores, 2024

Figura 5 – Plano de resposta ao cenário de resgate e socorro de acidentados



Fonte: Autores, 2024

O FRAM pode guiar os procedimentos a serem adotados durante o combate a emergências, uma vez que é condizente com a realidade VUCA de sistemas sociotécnicos. No entanto, ele não demonstra uma sequência de prioridades. Isso faz que os gestores, que estão habituados a fluxogramas lineares ou que não tenham familiaridade com a Engenharia de Resiliência sintam estranheza em acompanhar a lógica dos procedimentos estabelecidos nos planos de resposta criados a partir do FRAM. Uma alternativa proposta por Slater (2023) é utilizar o FRAM em camadas pela técnica de corte (*Cutting Technique*).

O Plano de continuidade e recuperação inclui: (i) Atendimento a eventuais pessoas evacuadas; (ii) Restauração de áreas atingidas; (iii) Monitoramento ambiental; (iv) Sinalização náutica; (v) Gestão dos resíduos gerados; (vi) Operação de limpeza e manutenção da infraestrutura, entre outros. Sendo assim, todos os materiais utilizados após o combate às emergências, deverão ser repostos prontamente após o ocorrido. Esses, também, deverão, quando for o caso, passar por vistoria a fim de averiguar a ocorrência de algum dano ao equipamento. Quando solicitado à utilização de materiais de terceiros, estes deverão ser adquiridos e repassados à concedente. Após o atendimento de uma emergência, uma reunião deverá ser agendada, com os responsáveis pelo atendimento, com a finalidade de analisar sua eficiência e possíveis medidas de melhoria.

Os treinamentos e simulados objetivam garantir a excelência da EOR. Para isso, a equipe se mantém em constante aprimoramento por meio de treinamentos teóricos e exercícios simulados. Os treinamentos teóricos aprofundam o conhecimento dos planos de resposta e das responsabilidades de cada membro, enquanto os exercícios simulados proporcionam experiências práticas realistas, permitindo a avaliação do desempenho individual e da equipe, além do aprimoramento da comunicação, coordenação e utilização de equipamentos e procedimentos. Essa constante atualização promove uma EOR preparada para agir de forma rápida, eficaz e segura em qualquer situação de emergência, minimizando os danos ao porto, à comunidade e ao meio ambiente.

No que se refere a manutenção do plano de resposta a emergências, após o atendimento de uma emergência, uma reunião deverá ser agendada, com os responsáveis pelo atendimento, com a finalidade de analisar sua eficiência e possíveis medidas de melhoria. Além disso, no que tange a divulgação do plano de resposta a emergências, palestras sobre o plano supracitado devem ser realizadas na SIPAT e este documento disponibilizado em meio eletrônico para consulta da CPATP e SESSTP.

4. Conclusões

Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade do FRAM na construção de planos de resposta a emergências para o setor portuário. O setor portuário é caracterizado por complexas interações, muitas vezes invisíveis e não lineares, tornando a gestão de crises um desafio.

O FRAM, por sua vez, oferece uma abordagem sistêmica que permite modelar essas interações, detalhando as ações a serem tomadas em caso de incidentes e acidentes. Através da análise de cenários complexos e da identificação de pontos críticos, o método contribui para a criação de planos de resposta a emergências mais robustos e adaptáveis, aumentando a capacidade de resposta e recuperação da organização.

Ao auxiliar na compreensão da criticidade dos sistemas, na identificação de ações mitigadoras sob diversas perspectivas e no apoio à tomada de decisões estratégicas, o FRAM demonstra ser uma ferramenta eficaz para melhorar a segurança operacional e ambiental em ambientes portuários.

Os resultados deste estudo corroboram com os princípios da Engenharia de Resiliência, que enfatizam a importância da capacidade adaptativa da equipe de resposta e da disponibilidade de recursos para lidar com situações adversas. Portanto, o FRAM é uma ferramenta promissora para a construção de planos de resposta a emergências mais eficazes, contribuindo para a resiliência do setor portuário.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério do Trabalho. NR-29 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário. Portaria GM n.º 3.214, de 8 de junho de 1978. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 jul. 1978. Seção 1, p. 1-73. Atualizada em 10 jan. 2022.

GROUMPOS, P. P. Why model complex dynamic systems using fuzzy cognitive maps? **Robotics & Automation Engineering Journal**, v. 1, n. 3, 2017. doi:10.19080/RAEJ.2017.01.555563.

HOLLNAGEL, E. **FRAM, the functional resonance analysis method: Modelling complex socio-technical systems**. Ashgate Publishing, Ltd., 2012.

LEE, N. M. Health and Safety Risk Management – A cornerstone of response readiness. *In*: **International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production**, 2012. doi:10.2118/157130-ms.

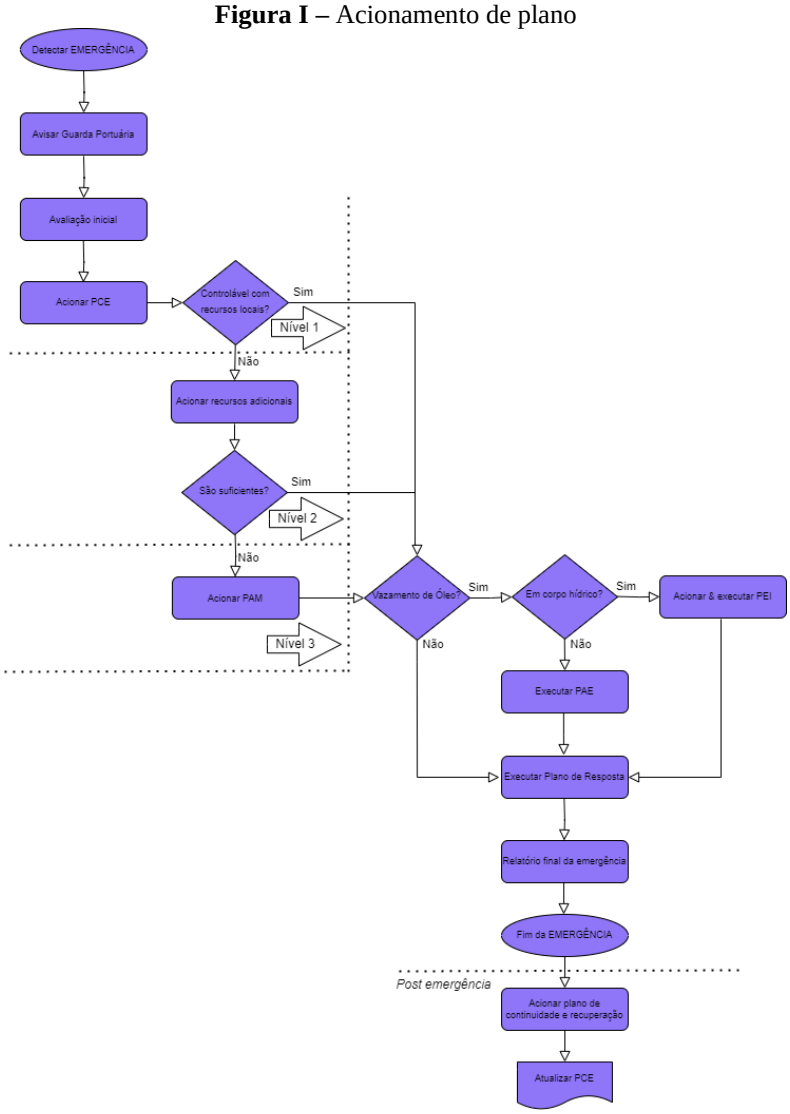
PENADÉS, M. C; NÚÑEZ, A. G; CANÓS, J. H. From planning to resilience: the role (and value) of the emergency plan. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 121, p. 17-30, ago. 2016. doi:10.1016/j.techfore.2016.12.004.

SLATER, D. H. Was the Deepwater Horizon incident a “Normal” accident? **Safety Science**, v. 168, 2023. doi:10.1016/j.ssci.2023.106290.

WEARS, R. L; PERRY, S. J; MCFAULS, A. Dynamic changes in reliability and resilience in the emergency department. **Proceedings of The Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 51, n. 11, p. 612-616, out. 2007. doi:10.1177/154193120705101102.

Anexo I

Figura I – Acionamento de plano



Fonte: Autores, 2024