



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**CORRELAÇÃO ENTRE A ANÁLISE DE RISCOS DE ACIDENTES E A
RESPONSABILIDADE LEGAL DO ENGENHEIRO NA GESTÃO DE PROJETOS
DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

KAIO CÉSAR SUPLINO GUEDES

POMBAL – PB

2024

KAIO CÉSAR SUPLINO GUEDES

CORRELAÇÃO ENTRE A ANÁLISE DE RISCOS DE ACIDENTES E A
RESPONSABILIDADE LEGAL DO ENGENHEIRO NA GESTÃO DE PROJETOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Unidade Acadêmica de
Ciências e Tecnologia Ambiental da
Universidade Federal de Campina
Grande, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Cícero Fellipe
Diniz de Santana

POMBAL – PB

2024

G924c Guedes, Kaio César Suplino.

Correlação entre a análise de riscos de acidentes e a responsabilidade legal do engenheiro na gestão de projetos da construção civil / Kaio César Suplino Guedes. – Pombal, 2024.

18 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2024.

“Orientação: Prof. Dr. Cícero Fellipe Diniz de Santana”.

Referências.

1. Construção civil. 2. Normas regulamentadoras. 3. HAZOP. 4. Sapatas. I. Santana, Cícero Fellipe Diniz de. II. Título.

CDU 69(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

Kaio César Suplino Guedes

Correlação entre a análise de riscos de acidentes e a responsabilidade legal do engenheiro na gestão de projetos da construção civil

Trabalho de Conclusão de Curso do discente Kaio César Suplino Guedes **APROVADO** em dia 04 de Junho de 2024 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande

Registre-se e publique-se.

Documento assinado digitalmente
 **CICERO FELLIPE DINIZ DE SANTANA**
Data: 20/06/2024 18:39:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. ..Cicero Felipe Diniz de Satana..

(Orientador – UFCG)

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO MENDES PATRICIO CHAGAS**
Data: 23/06/2024 11:12:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr .Rodrigo Mendes Patricio Chagas...

(Membro Interno –)

Documento assinado digitalmente
 **VIRGINIA DA COSTA BRITO**
Data: 21/06/2024 08:43:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra.Virgínia da Costa Brito

(Membro Externo –)

AGRADECIMENTOS

Neste fim de ciclo, quero agradecer a Deus, em primeiro lugar pelo seu amor e cuidado, por estar comigo me guiando durante toda a minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais, Cosme suplino e em especial a minha mãe Josefa Lucena, mulher guerreira, que sempre segurou minha mão em todos os momentos da minha vida, a qual tenho muito orgulho e respeito.

A minha Esposa Kíria Garrido, minha grande incentivadora a voltar aos estudos e conseqüentemente a chegar onde estou hoje. Sou grato por todo apoio e companheirismo.

Ao meu filho Kaleb Garrido, que chegou trazendo alegria e esperança para minha vida, que mesmo sendo tão pequeno se tornou meu combustível para seguir firme nos meus objetivos.

Aos meus irmãos, Kallyane Guedes e Kleyton Guedes, a qual sempre estiveram ao meu lado, apoiando e incentivando, juntos caminhando lado a lado.

A minha Sogra, Maria de Fátima, a qual tenho como uma segunda mãe, por seus ensinamentos, apoio e cuidado. Agradeço também A minha Madrinha Emanuela e minha querida amiga Vanusia, a qual me ajudaram muito durante esses longos e árduos anos acadêmico, obrigado pelo zelo e cuidado.

Aos meus amigos da universidade, especialmente Mayara, Diego, Geraldo, Dayane e Tatiane por todo apoio e coleguismo durante todos esses anos, e aos meus professores por todo ensinamento e compreensão.

Por fim, quero agradecer ao professor orientador Cícero Felipe Diniz por todo apoio, compreensão e solicitude.

Correlação entre a Análise de Riscos de acidentes e a responsabilidade legal do engenheiro na gestão de projetos da construção civil

Correlation of the Risk Analysis of work accidents and the legal responsibility of the engineer in the management of buildings projects

Kaio César Suplino Guedes, e-mail: kaio_guedes_@outlook.com

Orientador: Dr. Cícero Fellipe Diniz de Santana, e-mail:
cicero.fellipe@professor.ufcg.edu.br

RESUMO

A indústria da construção civil abrange uma ampla gama de atividades, incluindo a construção de edifícios, projetos de infraestrutura e serviços especializados. No Brasil, é o setor que mais absorve mão de obra, devido à grande oferta de trabalho e à relativa falta de restrições no recrutamento. Este trabalho tem como objetivo estabelecer uma relação entre os riscos a que os trabalhadores estão expostos durante a construção de fundações do tipo sapata e as obrigações e responsabilidades do engenheiro civil em sua prática profissional. A pesquisa utilizou o método HAZOP para avaliar os riscos inerentes ao processo de construção de fundações do tipo sapata, destacando as ações do engenheiro civil para mitigar esses riscos. Os nós escolhidos para análise foram: limpeza da área e piqueteamento; escavação, instalação de lastro e brita; e lançamento e adensamento do concreto. O engenheiro civil desempenha um papel crucial no canteiro de obras na prevenção de acidentes, incluindo a capacitação dos trabalhadores e a orientação sobre o uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Coletiva (EPCs). Além disso, é responsabilidade do engenheiro implementar as diretrizes das Normas Regulamentadoras (NRs), garantindo um ambiente de trabalho seguro e conforme as normas de segurança vigentes. A implementação e o cumprimento dessas diretrizes tornam a gestão da obra mais eficiente, permitindo que os trabalhadores atuem com mais segurança. O uso correto dos EPIs não só aumenta a segurança, mas também a confiança e o conforto dos trabalhadores, melhorando a produtividade e reduzindo o risco de acidentes. Essa abordagem integrada não apenas melhora a segurança no canteiro de obras, mas também promove a introdução de tecnologias para um controle mais eficaz das atividades. A atuação diligente do engenheiro civil é essencial para garantir um ambiente de trabalho seguro e eficiente, beneficiando tanto os trabalhadores quanto o progresso da obra.

Palavras-chave: Normas regulamentadoras. HAZOP. Sapatas.

ABSTRACT

The construction industry encompasses a wide range of activities, with diverse work segments, including: building construction, infrastructure projects and specialized construction services. In Brazil, the construction industry stands out as the sector with the highest labor absorption, due to the wide supply of work and the relative lack of restrictions on recruitment. However, due to the significant concentration of workers in situations of socioeconomic inequality, this sector is one of the main generators of work accidents in the country. Therefore, the objective of the work was to establish a relationship between the possible risks to which workers are exposed in foundation construction processes such as footings and the obligations and responsibilities of the civil engineer in their professional practice. This research used the HAZOP method to evaluate the risks inherent to the construction process of footing-type foundations, including the actions of the civil engineer to mitigate possible risks. The nodes chosen were: cleaning the area and staking;

excavation, installation of ballast and crushed stone; and placing and compacting the concrete. The civil engineer plays a fundamental role on the construction site to prevent accidents. This includes training workers, providing guidance and requiring the appropriate use of individual and collective protective equipment. Furthermore, it is the engineer's responsibility to implement the guidelines established by the Regulatory Standards, thus ensuring a safe working environment in compliance with current safety standards.

Keywords: Regulatory standards. HAZOP. Shoes.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil engloba uma ampla gama de atividades, com diversos segmentos de trabalho, incluindo: construção de edifícios, projetos de infraestrutura e serviços especializados em construção (Bento *et al.*, 2022). No Brasil, a indústria da construção civil destaca-se como o setor de maior absorção de mão de obra, devido à ampla oferta de trabalho e à relativa falta de restrições no recrutamento. No entanto, devido à concentração significativa de trabalhadores em situação de desigualdade socioeconômica, este setor configura-se como um dos principais geradores de acidentes de trabalho no país (Almeida *et al.*, 2018).

A média anual de acidentes de trabalho no país, entre os anos de 2002 e 2021, alcançou 601.993 ocorrências, culminando em 2.591 óbitos e 9.419 casos de incapacitação permanente. Além do impacto trágico que esses eventos representam para os trabalhadores e seus entes queridos, acarretam consideráveis repercussões nas finanças federais, estaduais e municipais, geram custos e prejuízos substanciais para as empresas, constituindo uma ameaça significativa para a nossa sociedade (MTE, 2023).

O Engenheiro Civil, em suas atribuições, possui inúmeras responsabilidades éticas e legais devido ao seu papel e potencial transformador da sociedade. Outrossim, a Lei Federal 10.406/ 2002, também conhecida como Novo Código Civil Brasileiro, regulamenta a responsabilidade civil dos engenheiros e tem por objetivo estabelecer regras para a responsabilidade por danos, sejam eles materiais ou morais. Tais responsabilidades estão classificadas em dois tipos: contratual e extracontratual (Krubniki e Pereira, 2019).

Além das obrigações previstas no código civil, os engenheiros são obrigados a cumprir inúmeras outras estabelecidas pelos órgãos que as regulamentam e fazem cumprir, como o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Ademais, vale citar a Lei nº 6.496/77, que instituiu o ART - Anotação de Responsabilidade Técnica, e a Lei Federal nº 5.194/66, que disciplina o exercício das profissões de engenharia, arquitetura e engenharia agrícola dentro de suas respectivas atribuições e atividades (Krubniki e Pereira, 2019).

O setor de construção civil enfrenta alta complexidade e riscos em todas as etapas do projeto, devido a fatores fora do controle do gestor, como condições climáticas e regulamentações. Mesmo os gestores mais experientes não conseguem prever todas as variáveis, o que aumenta a exposição ao risco (Schocair, 2021). Além disso, o ambiente organizacional é caracterizado por incertezas que podem afetar os objetivos estratégicos e operacionais. Mudanças nas circunstâncias planejadas geram eventos que impactam esses objetivos, criando consequências para o projeto (Regis, 2023).

Nesse contexto, risco é definido como a probabilidade de ocorrer algo que terá impacto sobre os objetivos estabelecidos. Essa probabilidade é especificada em termos de eventos ou circunstâncias que podem ocorrer, bem como as consequências resultantes desses eventos ou circunstâncias (ABNT, 2018).

Quando eventos incertos ou imprevisíveis ocorrem, eles afetam os objetivos da organização em suas atividades e processos. A gestão de riscos ajuda a organização a assumir esses riscos de maneira controlada, equilibrando-os com as recompensas (PMI, 2017). A análise de riscos busca entender a natureza dos riscos, considerando a probabilidade dos eventos, as consequências e a complexidade dos fatores envolvidos (ABNT, 2018). Esse processo identifica as prioridades entre as fontes de risco, resultando em informações técnicas que apoiam decisões sobre o tratamento dos riscos e as estratégias mais adequadas (PMI, 2017).

Um exemplo concreto de onde a análise e gestão de riscos são cruciais é na construção da subestrutura de um edifício. A subestrutura, também conhecida como infraestrutura ou fundação, é a parte de uma construção formada por elementos estruturais geralmente localizados abaixo do nível do solo. Sua função é transmitir ao solo todas as cargas e forças atuantes na edificação, como cargas verticais e forças do vento (BASTOS, 2023). A sapata é definida na NBR 6122 como o "elemento de fundação rasa, de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração resultantes sejam resistidas pelo emprego de armadura especialmente disposta para esse fim". Segundo a ABNT NBR 6118, sapata é uma "estrutura de volume usada para transmitir ao terreno as cargas de fundação, no caso de fundação direta" (ABNT, 1996; ABNT, 2014).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é estabelecer uma relação entre os possíveis riscos em que os trabalhadores são expostos em processos de construção de fundações do tipo sapatas e as obrigações e responsabilidades do engenheiro civil em sua prática profissional.

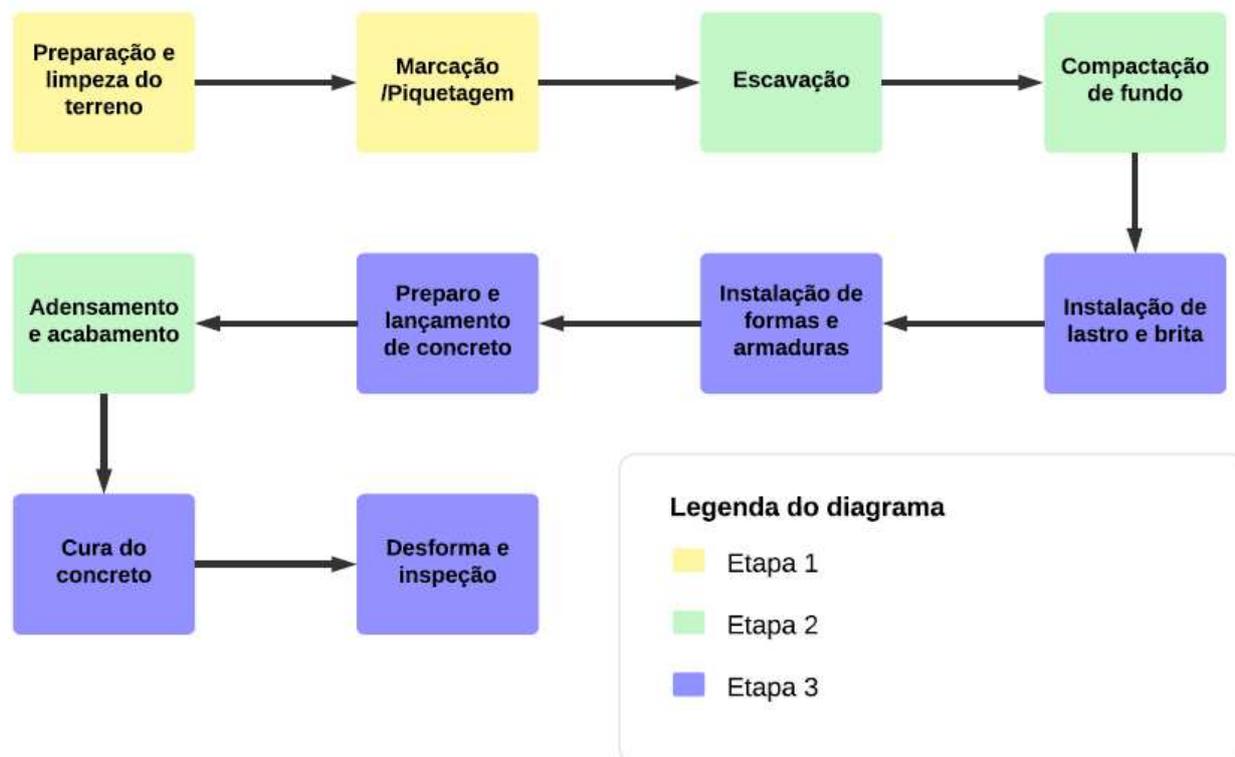
2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização da análise de risco foi utilizado o método *Hazard and Operability Study* ou Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP). É uma técnica responsável pela identificação de perigos ou problemas de operabilidade de um determinado sistema. Baseia-se em um processo que utiliza perguntas de maneira sistemática e estruturada, geradas pelo uso de um conjunto de palavras-guia aplicadas a pontos específicos do objeto de estudo (Aguiar, 2012).

A análise de risco focou em analisar a segurança do trabalho na execução de fundações do tipo sapatas e as responsabilidades do engenheiro civil em relação aos riscos enfrentados pelos trabalhadores nos canteiros de obras.

Os pontos específicos, conhecidos como "nós", são parte integrante do método de análise. Para uma melhor aplicação do método e seleção dos "nós", foi necessário construir um fluxograma das etapas, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1. Etapas de execução das sapatas.

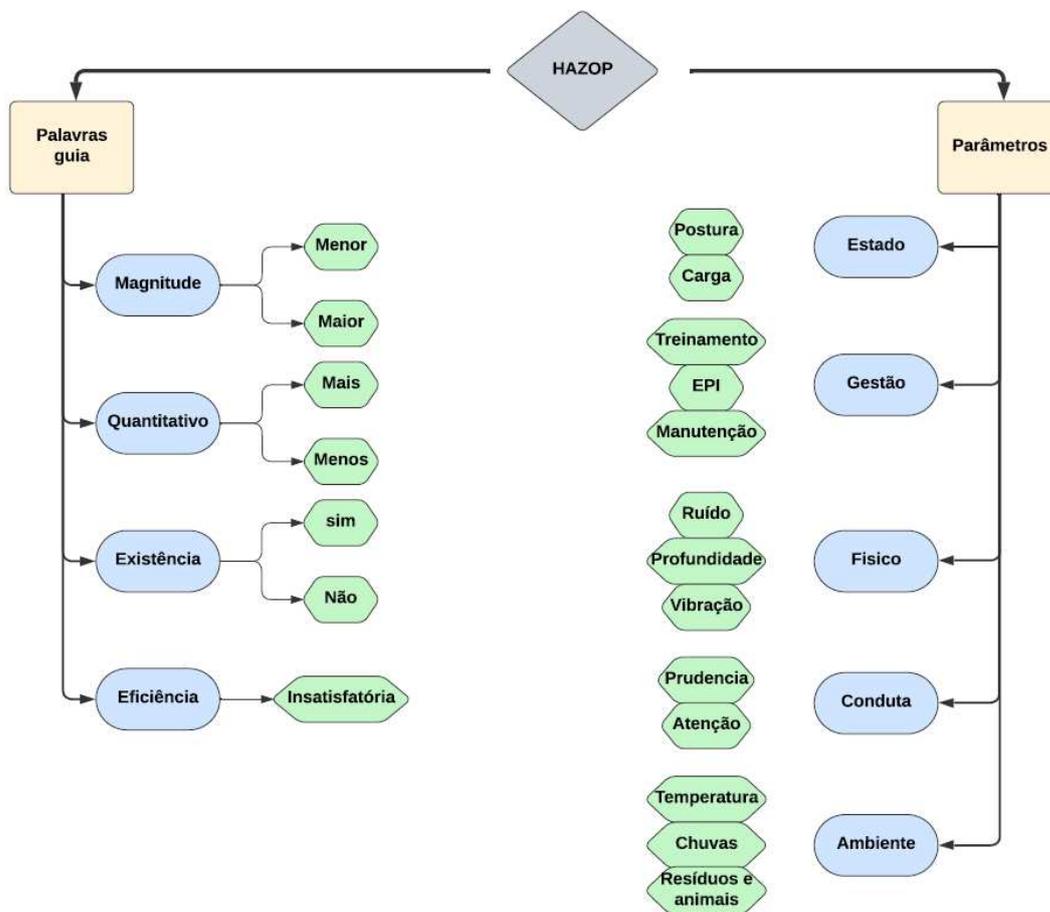


Fonte: Autoria própria.

Com base nesse fluxograma, foram selecionados três principais "nós" que foram: Limpeza da área e piqueteamento; Escavação, instalação de lastro e brita; Preparo, lançamento e adensamento do concreto. Foi levado em consideração o ambiente em que

o trabalhador está inserido e os riscos mais graves que ele enfrenta. Em seguida, foram selecionados os parâmetros que afetavam a segurança dos trabalhadores durante o processo executivo da construção. Esses parâmetros foram posteriormente associados a palavras-guia, permitindo a criação de um sistema de análise mais detalhado e preciso. A Figura 2 mostra as palavras-guia e os parâmetros escolhidos para aplicação do método HAZOP.

Figura 2. Palavras-guia e Parâmetros.



Fonte: Autoria própria.

Após a escolha e vinculação das palavras-guia e parâmetros aos “nós” selecionados, tornou-se possível quantificar os riscos, avaliar sua importância e comentar sobre as responsabilidades do engenheiro civil na redução das ameaças de acidentes nas obras.

Para cada nó escolhido foram elaboradas, que é composta pela seguinte sequência: parâmetro, palavra-guia, desvio, causa, consequência e responsabilidade do engenheiro civil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os “nós” selecionados para esse estudo foram: Limpeza da área e piqueteamento; Escavação, instalação de lastro e brita; e Lançamento e adensamento do concreto.

A limpeza da área e o piqueteamento são as etapas iniciais e fundamentais na execução de uma obra. Essas etapas garantem que o terreno esteja preparado para receber a fundação e que as sapatas sejam posicionadas corretamente, conforme o projeto. O processo inclui a remoção da vegetação, eliminação de entulhos e resíduos, demolição de estruturas existentes, nivelamento do terreno, drenagem e marcação das sapatas, além da escavação. Durante essas atividades, os trabalhadores enfrentam diversos riscos que podem comprometer sua saúde e segurança. Portanto, a atuação do engenheiro civil é crucial para mitigar esses riscos e assegurar um ambiente de trabalho seguro

Na Tabela 1 encontra-se os resultados da aplicação do método HAZOP para o nó 1.

Tabela 1. Avaliação dos resultados do método de HAZOP para o nó 1.

Nó 1					
Atividade: Limpeza da área e piqueteamento					
Parâmetro	Palavras-guia	Desvio	Causas	Consequências	Responsabilidade do engenheiro
Postura	Insatisfatório	Postura equivocada	Longas jornadas de trabalho; Vícios ergonômicos; Sobrecarga física; Ausência de ferramenta adequada; Falta de capacitação.	Lesões; Dores; Desconforto; Comprometimento de produtividade.	Controle de jornada; Uso de EPIs; Garantir o controle; Revezamento de atividades.
Treinamento	Insatisfatório	Treinamento insuficiente	Prazo de realização de obra insuficiente; Negligência.	Lesões; Exposição de colegas de trabalho à riscos; Postura inadequada; Esforço excessivo; Comprometimento de produtividade.	Seguir os requisitos estabelecidos na NR - 18 para realização da capacitação dos trabalhadores.
EPI	Não	Sem uso de EPI	Falta de fornecimento; Negligência; Excesso de Confiança.	Cortes e perfurações; Exposição ao sol; Exposição a ataques de animais.	Seguir os requisitos da NR - 6; Verificar o uso correto de EPIs; Capacitação dos trabalhadores.
Manutenção	Menos	Pouca ou Nenhuma manutenção	Prazo de realização de obra insuficiente; Negligência; Excesso de Confiança.	Aumento de Ruídos; Maior probabilidade de acidentes; Comprometimento de produtividade; Choque elétrico.	Manutenção periódica.
Ruído/Vibração	Mais	Vibração/Ruído acima do adequado	Falta de Manutenção Falta ou mal uso de EPI; Utilização de maquinário.	Desconforto; Perca de audição; Desconforto; Doença de Raynaud; Aumento da frequência cardíaca; Perda do controle muscular em determinadas partes.	Uso de protetor auricular; Realização de pausa durante as atividades; Revezamento da função.
Atenção	Menos	Distrações	Problemas pessoais; Conversas paralelas.	Cortes e perfurações; Exposição de colegas de trabalho à riscos.	Controle da jornada; Treinamento dos trabalhadores; Fiscalização durante a operação; Revisão da rotina.
Temperatura	Mais	Temperatura elevada	Dias com alta incidência solar; Falta ou mal uso de	Exposição ao sol; Desconforto; Fadiga.	Uso de EPIs para proteção dos membros; Uso de protetor

Correlação entre a análise de riscos de acidentes e a responsabilidade legal do engenheiro na gestão de projetos da construção civil

Kaio César Suplino Guedes

			EPI.		solar.
Resíduos e Animais	Sim	Presença de Resíduos e Animais no local	Local com presença de resíduos perfurocortantes; Alta presença de vegetação arbustiva; Falta ou mal uso de EPI.	Cortes e perfurações; Ataques de animais peçonhentos.	Uso de botas.

O primeiro nó se concentra nas etapas iniciais do processo de fundação. A limpeza do terreno pode ser realizada manualmente ou com o auxílio de equipamentos. Por isso, foram considerados tanto o risco de sobrecarga ergonômica quanto o de ruído excessivo, especialmente devido ao possível uso de equipamentos. A atenção, ou a falta dela, também foi considerada, dado o uso de ferramentas perfurocortantes e a atuação de mais de um funcionário, onde distrações podem resultar em acidentes.

Quanto aos resíduos e animais, isso varia conforme o local da atividade. Em áreas desocupadas, é comum encontrar entulhos e resíduos, além do crescimento de vegetação arbustiva que pode atrair animais.

Por serem etapas iniciais que exigem um menor intervalo de tempo para sua realização, o monitoramento necessário é menor. No entanto, o cuidado com o uso correto dos EPIs, pausas planejadas e a distribuição equilibrada das tarefas são essenciais para a prevenção de acidentes.

As atividades de escavação, instalação de lastro e brita são fundamentais para preparar o terreno antes da instalação das fundações, assegurando estabilidade e uma distribuição adequada das cargas. Na Tabela 2 encontra-se os resultados da aplicação do método de HAZOP para o nó 2, destacando os potenciais desvios e a responsabilidade do engenheiro para mitigar as falhas identificadas.

Tabela 2. Avaliação dos resultados do método de HAZOP para o nó 2.

Nó 2					
Atividade: Escavação, instalação de lastro e brita					
Parâmetro	Palavras-guia	Desvio	Causas	Consequências	Responsabilidade do engenheiro
Postura	Insatisfatório	Postura equivocada	Longas jornadas de trabalho; Vícios ergonômicos; Sobrecarga física; Ausência de ferramenta adequada; Falta de capacitação.	Lesões; Dores; Desconforto; Comprometimento de produtividade.	Controle de jornada; Uso de EPIs; Garantir o controle; Revezamento de atividades.
Carga	Mais	Carga excessiva	Pressa; Negligência; Excesso de confiança	Lesões; Postura inadequada; Esforço excessivo; Dores; Desconforto; Comprometimento de produtividade.	Realizar capacitação frequente da equipe, bem como de novos contratados; Implantar sinalização educacional; Monitoramento.
Treinamento	Insatisfatório	Treinamento insuficiente	Prazo de realização de obra insuficiente; Negligência.	Lesões; Exposição de colegas de trabalho à riscos; Postura inadequada; Esforço excessivo; Comprometimento de produtividade.	Seguir os requisitos estabelecidos na NR - 18 para realização da capacitação dos trabalhadores.
EPI	Não	Sem uso de EPI	Falta de fornecimento;	Cortes e perfurações;	Seguir os requisitos da NR - 6;

Correlação entre a análise de riscos de acidentes e a responsabilidade legal do engenheiro na gestão de projetos da construção civil

Kaio César Suplino Guedes

			Negligência; Excesso de Confiança.	Exposição ao sol; Exposição a ataques de animais.	Verificar o uso correto de EPIs; Capacitação dos trabalhadores.
Manutenção	Menos	Pouca ou Nenhuma manutenção	Prazo de realização de obra insuficiente; Negligência; Excesso de Confiança.	Aumento de Ruídos; Maior probabilidade de acidentes; Comprometimento de produtividade; Choque elétrico.	Manutenção periódica.
Profundidade	Sim	Escavação com profundidade	Falta de atenção; Proximidade de valas; Operar maquinário próximo a vala; Instabilidade das laterais.	Quedas e contusões; Esmagamento; Soterramento; Desmoronamento de valas.	Realizar capacitação frequente da equipe; Monitoramento; Sinalização educacional de distanciamentos.
Ruído/Vibração	Mais	Vibração/Ruído acima do adequado	Falta de Manutenção Falta ou mal uso de EPI; Utilização de maquinário.	Desconforto; Perca de audição; Desconforto; Doença de Raynaud; Aumento da frequência cardíaca; Perda do controle muscular em determinadas partes.	Uso de protetor auricular; Realização de pausa durante as atividades; Revezamento da função.
Atenção	Menos	Falta de atenção	Problemas pessoais; Conversas paralelas.	Cortes e perfurações; Exposição de colegas de trabalho à riscos.	Controle da jornada; Treinamento dos trabalhadores; Fiscalização durante a operação; Revisão da rotina.
Temperatura	Mais	Temperatura elevada	Dias com alta incidência solar; Falta ou mal uso de EPI.	Exposição ao sol; Desconforto; Fadiga.	Uso de EPIs para proteção dos membros; Uso de protetor solar.
Chuvas	Sim	Atuação em dia chuvoso	Chuva; Falta ou mal uso de EPI; Falta de atenção.	Redução de visibilidade; Quedas e contusões; Esmagamento; Soterramento; Desmoronamento de valas.	Uso de EPIs com faixa reflexiva; Monitoramento; Realizar capacitação de atuação em chuva.

O segundo nó abrange toda a etapa de escavações, destacando considerações cruciais sobre possíveis acidentes devido à presença e utilização de maquinário pesado, especialmente a retroescavadeira. Embora essa atividade possa ser realizada manualmente, o uso de maquinário acelera significativamente o processo, reduzindo a exposição dos funcionários à proximidade com valas abertas e ao risco de soterramentos. Contudo, o emprego de maquinário pesado introduz outros riscos, particularmente a interação entre funcionários e máquinas, que pode ser exacerbada em condições climáticas desfavoráveis, como chuva, neblina ou solo instável.

Além dos aspectos ergonômicos mencionados no primeiro nó, como a postura dos trabalhadores, a postura do operador da retroescavadeira também é crucial. O operador deve adotar uma postura adequada para evitar problemas musculoesqueléticos, e sua capacitação é essencial para garantir a operação segura do maquinário. Foi considerada a carga excessiva causada por movimentações do solo, brita e lastro, o que requer uma análise detalhada da capacidade de carga do solo e do maquinário utilizado.

Neste contexto, a profundidade das escavações é um parâmetro crítico, devido à necessidade de assegurar a estabilidade das valas e a segurança dos funcionários que trabalham nas proximidades. O risco de soterramento durante a instalação dos lastros

exige medidas preventivas rigorosas, como a implementação de suportes de vala e monitoramento contínuo das condições do solo.

Para mitigar esses riscos, é imprescindível um planejamento detalhado e o uso correto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Treinamentos periódicos sobre segurança e a utilização de maquinário, pausas planejadas para evitar a fadiga, e a distribuição equilibrada das tarefas são medidas essenciais. A comunicação clara entre os operadores de máquinas e os trabalhadores no solo é vital para prevenir acidentes.

Portanto, esta etapa exige maior cuidado e monitoramento, incorporando todas as medidas de segurança mencionadas, para garantir um ambiente de trabalho seguro e eficiente por isso foi responsável pela maior quantidade de desvios quando comparadas com as demais.

O correto lançamento e adensamento do concreto desempenham papéis cruciais na asseguarção da qualidade e solidez das fundações, prevenindo questões como fissuras, segregação e diminuição da resistência. Ao executar essas tarefas de maneira adequada, contribui-se para uma distribuição uniforme das cargas sobre a fundação, minimizando os riscos de assentamentos diferenciados e garantindo a estabilidade da estrutura. Além disso, a aplicação de técnicas apropriadas de lançamento e adensamento do concreto promove a durabilidade da construção, reduzindo a probabilidade de deterioração precoce e estendendo a vida útil da edificação. Os resultados da aplicação do método HAZOP para o nó 3 estão detalhados na Tabela 3.

Tabela 3. Avaliação dos resultados do método de HAZOP para o nó 3.

Nó 3					
Atividade: Preparo, lançamento e adensamento do concreto					
Parâmetro	Palavras-guia	Desvio	Causas	Consequências	Responsabilidade do engenheiro
Postura	Insatisfatório	Postura equivocada	Longas jornadas de trabalho; Vícios ergonômicos; Sobrecarga física; Ausência de ferramenta adequada; Falta de capacitação.	Lesões; Dores; Desconforto; Comprometimento de produtividade.	Controle de jornada; Uso de EPIs; Garantir o controle; Revezamento de atividades.
Carga	Mais	Carga excessiva	Pressa; Negligência; Excesso de confiança	Lesões; Postura inadequada; Esforço excessivo; Dores; Desconforto; Comprometimento de produtividade.	Realizar capacitação frequente da equipe, bem como de novos contratados; Implantar sinalização educacional; Monitoramento.
Treinamento	Insatisfatório	Treinamento insuficiente	Prazo de realização de obra insuficiente; Negligência.	Lesões; Exposição de colegas de trabalho à riscos; Postura inadequada; Esforço excessivo; Comprometimento de produtividade.	Seguir os requisitos estabelecidos na NR - 18 para realização da capacitação dos trabalhadores.
EPI	Não	Sem uso de EPI	Falta de fornecimento; Negligência; Excesso de Confiança.	Cortes e perfurações; Exposição ao sol; Exposição a ataques de animais.	Seguir os requisitos da NR - 6; Verificar o uso correto de EPIs; Capacitação dos trabalhadores.

Correlação entre a análise de riscos de acidentes e a responsabilidade legal do engenheiro na gestão de projetos da construção civil

Kaio César Suplino Guedes

Manutenção	Menos	Pouca ou Nenhuma manutenção	Prazo de realização de obra insuficiente; Negligência; Excesso de Confiança.	Aumento de Ruídos; Maior probabilidade de acidentes; Comprometimento de produtividade; Choque elétrico.	Manutenção periódica.
Profundidade	Sim	Escavação com profundidade	Falta de atenção; Proximidade de valas; Operar maquinário próximo a vala; Instabilidade das laterais.	Quedas e contusões; Esmagamento; Soterramento; Desmoronamento de valas.	Realizar capacitação frequente da equipe; Monitoramento; Sinalização educacional de distanciamentos.
Ruído/Vibração	Mais	Vibração/Ruído acima do adequado	Falta de Manutenção Falta ou mal uso de EPI; Utilização de maquinário.	Desconforto; Perca de audição; Desconforto; Doença de Raynaud; Aumento da frequência cardíaca; Perda do controle muscular em determinadas partes.	Uso de protetor auricular; Realização de pausa durante as atividades; Revezamento da função.
Atenção	Menos	Falta de atenção	Problemas pessoais; Conversas paralelas.	Cortes e perfurações; Exposição de colegas de trabalho à riscos.	Controle da jornada; Treinamento dos trabalhadores; Fiscalização durante a operação; Revisão da rotina.
Temperatura	Mais	Temperatura elevada	Dias com alta incidência solar; Falta ou mal uso de EPI.	Exposição ao sol; Desconforto; Fadiga.	Uso de EPIs para proteção dos membros; Uso de protetor solar.

Para o terceiro e último nó, assim como nos anteriores, abordamos uma etapa que pode ser realizada com o auxílio de equipamentos, neste caso, a betoneira, utilizada para a mistura do concreto. No entanto, a alimentação dos insumos (cimento, brita, água, areia) no equipamento é normalmente feita de forma manual, gerando também uma pressão ergonômica significativa sobre os trabalhadores.

Nesta etapa, consideramos as atividades de adensamento com vibração do concreto, que são essenciais para eliminar bolhas de ar que podem comprometer a qualidade da sapata. O uso de vibradores de concreto, embora necessário para garantir a densidade e a integridade estrutural do concreto, também introduz riscos ergonômicos e de segurança, como a exposição prolongada a vibrações e a operação de equipamentos elétricos em ambientes úmidos.

Os riscos relacionados à profundidade das escavações, abordados no item anterior, continuam pertinentes nesta fase. A presença de trabalhadores em valas profundas durante o processo de concretagem aumenta o risco de soterramento e requer medidas preventivas adicionais, como a utilização de escoras adequadas e monitoramento contínuo das condições do solo.

A implementação e o cumprimento das diretrizes das normas regulamentadoras tornam a gestão da obra mais eficiente. Isso permite que os trabalhadores atuem com mais segurança, utilizando corretamente os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), o que aumenta sua confiança e conforto. Essa abordagem não apenas melhora a

produtividade, mas também reduz o risco de acidentes de trabalho no canteiro de obras e introduz tecnologias para o controle mais eficaz das atividades.

Ao receberem treinamentos adequados, os trabalhadores podem adquirir conhecimentos sobre os riscos presentes no ambiente de trabalho e as medidas de segurança apropriadas para evitá-los. Isso inclui o correto uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), a adoção de práticas seguras durante a execução das tarefas e a identificação de situações de risco. Além disso, a capacitação contribui para promover uma cultura de segurança no canteiro de obras, onde os trabalhadores se tornam mais conscientes e responsáveis pela própria segurança e a dos colegas, tornando o ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

4. CONCLUSÕES

Diante do exposto, é possível constatar a relevância da análise de riscos e da implementação de medidas preventivas no setor da construção civil, especialmente durante a execução de fundações do tipo sapatas. Através do método HAZOP, foram identificados diversos pontos críticos em cada etapa do processo, desde a limpeza da área até o lançamento e adensamento do concreto, demonstrando a complexidade e os desafios envolvidos nesse contexto.

A responsabilidade do engenheiro civil emerge como um elemento fundamental na mitigação desses riscos, pois cabe a ele não apenas garantir o cumprimento das normas regulamentadoras, mas também promover uma cultura de segurança no canteiro de obras. Isso envolve desde a seleção adequada de equipamentos e materiais até o treinamento dos trabalhadores e a supervisão constante das atividades, visando prevenir acidentes e garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável.

Portanto, este estudo destaca a importância da integração entre a análise de riscos, a atuação do engenheiro civil e a conscientização dos trabalhadores, visando não apenas a eficiência na execução das obras, mas também a proteção da vida e da saúde dos profissionais envolvidos.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISSO 31000:2018: Gestão de Riscos - Diretrizes**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. 2 ed. Rio de Janeiro, 108 p., 1996.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**. 2 ed. Rio de Janeiro, 242 p., 2014.

AGUIAR, L. A. **Metodologias de Análises de Riscos: APP e HAZOP**. 2012. Rio de Janeiro - Rio de Janeiro.

ALMEIDA, E. C.; WOLF, J. D.; ZANOTTO, M. P.; PADILHA, P. **Segurança do Trabalho na Construção Civil: Uma Relação entre a Cultura Prevencionista e os Acidentes de Trabalho**. XXIII Amostra de Iniciação científica, pós-graduação, pesquisa e extensão. Programa de Pós-graduação em Administração, 2018.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Sapatos de fundação**. Universidade Estadual Paulista, 119 p. Bauru, 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 06 - Equipamento de Proteção Individual - EPI**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2021.

FRAGNAN, Alysso Ronaldo; TOMÉ, Beatriz Lopes; GONÇALVES, Gustavo Henrique Vital. **Avaliação dos riscos à segurança e saúde dos trabalhadores informais em canteiros de obras no município de Jaboticabal - SP**. Centro Universitário UNIFAFIBE. Bebedouro, 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Comissão Nacional de Classificação - CONCLA**. 2023. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/?view=classe&tipo=cnae&versao=10&classe=41204>. Acesso em: 20 de abril de 2024

ISC - Instituto Santa Catarina. **EPC e EPI**. Disponível em: <https://www.institutosc.com.br/web/blog/epc-e-epi>. Acesso em: 27 de abril de 2024

KRUBNIKI, Monique. PEREIRA, Elias. **A responsabilidade Civil e Criminal do Profissional de Engenharia Civil**. Revista de Engenharia e Tecnologia. Vol. 11, n. 4, 2019.

MEDIUM. **Equipamentos de proteção individual (EPIs) e Equipamentos de proteção coletiva (EPCs)**. 2017. Disponível em: <https://medium.com/@silvandre97/equipamentos-de-prote%C3%A7%C3%A3o-individual-epis-e-equipamentos-de-prote%C3%A7%C3%A3o-coletivas-epc-s-671393657f87>. Acesso em: 27 de abril de 2024

MENEZES, G. G.; QUEIROZ, K. M. F.; JÚNIOR, R. F. P.; NASCIMENTO, R. A.; TOLEDO, E. M. **Estudo da qualificação da mão de obra na construção civil para a região de Anápolis**. Revista Científica de Engenharia Civil - RECIEC, v. 5, n. 01, p. 97-110, 2022.

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego. 2023. **Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho 2023**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/canpat-2/canpat-2023/canpat-2023>. Acesso em: 09/01/2024

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 18 (NR-18)**. Presidência da República, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 27 de abril de 2024

PEREIRA, Elias; KRUBNIKI, Monique. **A responsabilidade civil e criminal do profissional de engenharia civil**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 11, n. 4, 2019.

PEREIRA, Gustavo Rodrigues. **Análise de Riscos na execução de paredes de concreto moldadas *in loco* através da técnica HAZOP**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Centro Universitário UNIFAVIP, 71 p., Caruaru, 2019.

PMI - Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. 6. ed. Newtown Square, Pensilvânia: Project Management Institute, 2017.

PONTOTEL, Time. **NR 18: entenda tudo sobre a norma e veja como aplicar na construção civil**. Pontotel, 2023. Disponível em: <https://www.pontotel.com.br/nr-18/#:~:text=A%20norma%20regulamentadora%20NR%2018,para%20a%20atua%C3%A7%C3%A3o%20dos%20profissionais>. Acesso em: 27 de abril de 2024.

REGIS, Márcio Rômulo da Silva. **Ferramenta de gestão de riscos aplicada na fase de pré-construção de empreendimentos de construção civil**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciências) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2023.

SCHOCAIR, Marília Medeiros. **Gestão de risco em projetos de construção civil: um estudo de caso das construtoras da cidade de Volta Redonda-RJ**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Administração) - Universidade Federal De Juiz De Fora, Faculdade De Administração E Ciências Contábeis. Juiz de Fora, 2021.

SOUZA, Victor Ramon da Silva. **Análise da capacitação de mão de obra na construção civil em empresas de Barreiras-BA e uma proposta para melhorar o cenário Barreiras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade UNIRB Barreiras. Barreiras, 2023.

SOUZA, Vivia Santos. **Segurança no canteiro de obras: prevenção de acidentes na engenharia civil através da aplicação da NR-18 e uso adequado de EPIs**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 10, p. 4103-4125, 2023.