

Gerenciamento de risco de acidente do trabalho na execução de rede externa de gás natural – estudo de caso

Preliminary Risk Analysis for Execution Activity of External Natural Gas Network – Case Study

Jaqueline Mata¹

 orcid.org/0000-0001-7818-7897

¹Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: jmo@poli.br

²Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil. E-mail: eliane.lago@upe.br

DOI: 10.25286/rep.v8i2.2484

Esta obra apresenta Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

Como citar este artigo pela NBR 6023/2018: Oliveira, J.M.; Gorga Lago, E.M. Análise Gerenciamento de risco de acidente do trabalho na execução de rede externa de gás natural – estudo de caso. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v.8, n. 2, p. 50-64, 2023

Eliane Lago²

 orcid.org/0000-0003-0987-3492

RESUMO

O aumento do uso de gás natural pelas indústrias é uma realidade e para tanto há a necessidade do aumento das redes de distribuição e a aplicação de ferramentas de gerenciamento de riscos em obras de infraestrutura de gás. Neste sentido, o objetivo deste estudo visa realizar a análise de riscos em uma obra de execução de rede de gás natural desenvolvida na cidade de Paulista, estado de Pernambuco. A metodologia consistiu na identificação dos riscos, avaliação e proposta de medidas de controle através da aplicação da Análise Preliminar de Risco - APR e do Hazard Rating Number-HRN. Com a aplicação do método, foram identificados os riscos, suas causas e consequências, os quais foram, posteriormente, analisados quanto aos seus graus de severidade, probabilidade de ocorrência, frequência de exposição e número de pessoas expostas. Através dos resultados obtidos, verifica-se que todos os riscos mecânicos e ergonômicos foram classificados como "alto", e entres estes, os que apresentaram maiores valores, estão os de atropelamento e de explosão, por possuírem maiores números de pessoas expostas e alto grau de severidade. Por fim, percebeu-se que esse tipo de obra está sujeito a acidentes de trabalho que podem ser contornados a partir da adoção de medidas relativamente simples, tais como a sinalização de obra, treinamentos e usos de EPI's. Neste contexto, a aplicação de tais ferramentas provaram ser importante no processo de gerenciamento de riscos, e se, de fato, for aplicada de forma correta, pode contribuir na diminuição do número de acidentes de trabalho em obras de rede de gás.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de Risco; Riscos Ocupacionais; Rede de gás canalizado; Gás natural;

ABSTRACT

The increase in the use of natural gas by industries is a reality and for that there is a need to increase distribution networks and the application of risk management tools in gas infrastructure works. In this sense, the objective of this study is to carry out a risk analysis in a natural gas network execution work developed in the city of Paulista, state of Pernambuco. The methodology consisted of identifying risks, evaluating and proposing control measures through the application of the Preliminary Risk Analysis - APR and the Hazard Rating Number-HRN. With the application of the method, the risks, their causes and consequences were identified, which were later analyzed in terms of their degrees of severity, probability of occurrence, frequency of exposure and number of people exposed. Through the results obtained, it appears that all mechanical and ergonomic hazards were classified as "high", and among these, those with the highest values are those of trampling and explosion, as they have a greater number of people exposed and a high degree of exposure. of severity. Finally, it was noticed that this type of work is subject to accidents at work that can be circumvented by adopting relatively simple measures, such as signaling the work, training and use of PPE. In this context, the application of such tools proved to be important in the risk management process, and if, in fact, it is applied correctly, it can contribute to reducing the number of accidents at work in gas network works.

KEY-WORDS: Risk management; Occupational Risks; Piped gas network; Natural gas;

1 INTRODUÇÃO

A utilização de gás canalizado através do fornecimento de gás natural tem sido cada vez mais requerida, dado ao avanço das cidades, o aumento da urbanização e da necessidade de se atingir locais distantes cada vez mais rápido. Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – ANP no ano de 2018, no Brasil foram produzidos 40,8 bilhões de metros cúbicos de gás natural, uma média diária de 111 milhões de metros cúbicos. A grande consumidora no País é a indústria, que usa 52% do total produzido, em seguida, com 33%, está o setor de geração elétrica, com as termoeletricas, depois vem o uso como combustível automotivo (Gás Natural Veicular - GNV), com 9% e outros 4% são usados por cogeração de energia, enquanto o uso residencial e o de estabelecimentos comerciais responde, cada um, por apenas 1% do consumo total [23].

Segundo a Companhia Pernambucana de Gás – Copergás, o setor também apresentou significativo crescimento na comercialização do gás natural, atingindo a média de 1,759 milhão de m³/dia, em março de 2021. É o maior volume médio mensal já registrado pela Companhia desde o início de suas operações em 1994 [16]. Dessa forma, para promover a utilização de gás canalizado através do fornecimento de gás natural com segurança e qualidade, torna-se frequente a realização de obras em vias urbanas, áreas próximas e/ou internas de condomínios residenciais, edificações comerciais e industriais nos mais diversos horários. Tais obras, de acordo com a Companhia Pernambucana de Gás – COPERGÁS, necessitam de um plano de gestão eficiente para que sua construção e manutenção sejam executadas da melhor forma [16].

A necessidade de manutenções periódicas e ampliações da malha de gás canalizado podem acarretar por vezes, acidentes de trabalho, tornando o setor de infraestrutura de gás natural um dos causadores de acidentes dentro da construção civil [16]. Há vários fatores que contribuem para as ocorrências, tais como: a alta rotatividade de mão de obra, a existência de máquinas inadequadas e obsoletas, o excesso de jornada de trabalho e os prazos restritos de execução das redes de gás [20], [16]. Geralmente quando as instruções e preceitos de segurança do trabalho são empregados em obras de infraestrutura em vias públicas, estes são expostos de maneira deficiente devido à fraca

participação da gestão de riscos. Tal situação indica que este setor está deficiente e necessita uma maior atenção na área da construção civil [2].

A falta de uma ferramenta, como uma lista de verificação, que ajude as empresas a se auto avaliarem e a corrigirem problemas relacionados ao não cumprimento das normas, somados à falta de atuação do Estado, em razão de cortes orçamentários aplicados em políticas de segurança do trabalho, diminui a efetividade do cumprimento x'das normas de proteção [22]. Portanto, a adoção de uma ferramenta de Gerenciamento de Riscos pelos governantes, empregadores, trabalhadores e sociedade torna-se fundamental para a redução dos acidentes de trabalho nesse setor. Portanto, em qualquer atividade é necessário avaliar os riscos aos quais os trabalhadores estão expostos através de uma análise de probabilidade e de consequência; estas análises podem ser realizadas por meio da aplicação de diversas técnicas de Gerenciamento de Risco. Utilizar um conjunto de técnicas complementares pode aumentar a eficiência da avaliação de riscos [21].

Existem técnicas específicas para cada tipo de situação. Uma das técnicas mais utilizadas chama-se Análise Preliminar de Riscos (APR) integrada com Hazard Rating Number-HRN, que tem como finalidade a identificação do perigo e a análise dos riscos, ou seja, ela consiste em apontar eventos perigosos, suas causas e consequências, além de apresentar medidas de controle de forma a garantir a segurança e a saúde do trabalhador [1].

Dado o exposto, o presente trabalho teve o intuito de aplicar a ferramenta de Gerenciamento de Riscos de Análise Preliminar de Risco (APR) integrada com Hazard Rating Number-HRN, em uma obra de rede externa de gás natural na cidade de Paulista - PE, a fim de fazer um levantamento dos problemas aos quais os funcionários deste tipo de obra estão comumente expostos, obtendo, dessa forma, uma extensa lista de riscos além das causas, consequências, frequência, severidade e das medidas preventivas relacionadas ao que foi encontrado, observando a importância da aplicação da APR e HRN em uma obra dessa natureza para prevenir e minimizar os acidentes de trabalho. Portanto, a realização de uma APR e HRN em uma obra de rede de gás natural tem o potencial de contribuir para a segurança dos trabalhadores neste segmento e servir de base para trabalhos futuros.

Também pode auxiliar no processo de implantação e aplicação das normas nas empresas do setor da Construção Civil, especificamente aquelas que trabalham com obras de rede de gás.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 Panorama Brasileiro de Acidentes em atividades laborais

De acordo com o Ministério da Fazenda, entre 2012 e 2021, foram registradas 6,2 milhões de Comunicações de Acidentes de Trabalho (CATs) e o INSS concedeu 2,5 milhões de benefícios previdenciários acidentários, que geraram custos para os cofres públicos com gastos da Previdência Social, como auxílio-doença, aposentadoria por invalidez, pensão por morte e auxílio-acidente para pessoas que ficaram com sequelas. [5].

Em 2021, a Previdência Social registrou 571,8mil acidentes de trabalho, mas essa marca abrange apenas os empregados com carteira assinada, já que a definição legal de acidente de trabalho se restringe à ocorrências que envolvem os segurados do Regime Geral de Previdência Social. Porém, um estudo realizado pela Fundacentro – fundação ligada ao Ministério da Economia especializada na pesquisa sobre questões de segurança do trabalho – estima que, se forem considerados os trabalhadores informais e os autônomos, esse número pode ser até sete vezes maior, se aproximando de 4 milhões de acidentados todos os anos [9].

Segundo dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, elaborado pelo Ministério Público do Trabalho (MPT), no Brasil, de 2012 a 2020, foram notificados 5.589.837 acidentes de trabalho e 21.467 trabalhadoras e trabalhadores brasileiros, perderam suas vidas como consequência de acidentes de trabalho, - uma taxa de 6 óbitos a cada 100 mil empregos formais nesse período. Calcula-se que 1 morte ocorra a cada 3h 51m 28s [9]. Dentre os tipos de acidentes ocorridos em 2020, os acidentes típicos representaram 70,34% do total das ocorrências, os acidentes de trajeto corresponderam a 13,35% e as doenças do trabalho 6,86%, sendo que 9,45% dos casos não tiveram CAT registrada [9]. O Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) destaca, que mesmo dentre os empregados formais, a

subnotificação é um problema, pois quando o documento oficial de registro do acidente (Comunicação de Acidente do Trabalho – CAT) não é emitido, e a informação só chega ao conhecimento da Previdência via sistema de saúde, prejudicando a apuração de detalhes da ocorrência e a tipificação do acidente [18].

Neste contexto, no recorte por estados, a maioria dos comunicados por acidentes de trabalhos foram registrados em São Paulo (142047), Minas Gerais (44516) e Rio Grande do Sul (34884). Pernambuco, por sua vez, ficou em 11º lugar dos 27 estados, com 8316 registro de CAT. Diante do exposto, o Quadro 1 apresenta os 11 estados brasileiros com maior incidência de emissão de Comunicação de Acidente do Trabalho - CAT's, com destaque ao estado de Pernambuco [9].

Quadro 1 - Comunicação de Acidentes de Trabalho por estado em esfera nacional (2020).

Clas.	Estado	2020
1º	São Paulo	142047
2º	Minas Gerais	44516
3º	Rio Grande do sul	34884
4º	Paraná	32345
5º	Santa Catarina	26164
6º	Rio de Janeiro	24689
7º	Goiás	12526
8º	Bahia	11008
9º	Mato Grosso	10740
10º	Espírito Santo	10606
11º	Pernambuco	8316

Fonte: [9]

De acordo com a Tribunal Superior do Trabalho - TST, no Brasil tem-se a cultura de que o trabalhador acidentado é de responsabilidade da Previdência, fazendo com que toda a sociedade arque com as despesas com base na falta de investimentos em segurança e descumprimentos de normas por parte das empresas. Dessa forma, entende-se que o Brasil precisa evoluir bastante na questão de SST para se tornar um país adequado no quesito de relações trabalhistas, propiciando um ambiente de trabalho seguro, saudável e adequado para evitar ocorrências de qualquer natureza, fazendo com que as grandes cifras sejam investidas em outros setores que beneficiem ainda mais a sociedade [4].

2.2 Gerenciamento de Risco

Define-se o gerenciamento de riscos como uma metodologia que visa aumentar a confiança na capacidade de uma organização em prever, priorizar e superar obstáculos para, como resultado final, obter a realização de suas metas. Além disso, a gerência de riscos atua na proteção dos recursos humanos, materiais e financeiros da empresa, e preocupa-se, também, nas consequências de eventos aleatórios que possam reduzir sua rentabilidade, sob forma de danos físicos, financeiros ou responsabilidades para com terceiros [19].

O processo envolve a criação de infraestrutura e cultura adequadas, com aplicação de método sistemático, a fim de permitir que as decisões sejam tomadas mediante o conhecimento dos riscos associados as atividades da organização [21].

Os processos envolvidos no gerenciamento de riscos em projetos envolvem planejamento, identificação, análise qualitativa e quantitativa, planejamento de respostas e controle de riscos de um projeto com objetivos de aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto [24].

Neste contexto, a Figura 1 apresenta o fluxograma de gestão de riscos da Norma Brasileira de Gestão de Riscos [6].

Figura 1 - Processo de Gestão de Riscos.



Fonte: [6].

Neste contexto, a Avaliação do Risco pode ser definida como um corpo de metodologia que avalia e apresenta uma probabilidade de um efeito adverso

de um agente (químico, físico ou outro), processo industrial, tecnologia ou processo natural [3].

De forma geral, a análise de risco pode ser dividida em quantitativa, qualitativa e semiquantitativa. O PMBOK (2017) afirma que a Análise Quantitativa dos Riscos verifica o efeito numérico dos riscos nos objetivos dos projetos, servindo para tomada de decisões, focando nas consequências conjuntas e no impacto global dos riscos, realizando a análise somente nos riscos priorizados de impacto substancial. As análises quantitativas de riscos são usadas para analisar matematicamente o efeito de riscos priorizados através da análise qualitativa [24].

Na Análise Qualitativa dos Riscos, o PMBOK (2017) explica que se avalia a probabilidade de ocorrência e o impacto de cada risco identificado nos objetivos do projeto e os riscos de acordo com seu impacto potencial nos objetivos são priorizados, expressando-os através de sistema de medição regular. Assim, se define uma prioridade de riscos para análise ou ação adicional posterior, levando-se em consideração a avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e seus possíveis impactos [24]. De acordo com [17], a realização da análise de risco pode ser semiquantitativa, por meio da combinando da utilização de métodos qualitativos e quantitativos para a avaliação de risco.

Atualmente, percebe-se que os modelos de análise de risco qualitativa e quantitativa agrupam os eventuais riscos em níveis, que atuam de forma sistêmica após uma avaliação minuciosa dos cenários e introdução de escalas quantitativas para realização de análises da matriz de riscos.

Existem muitas técnicas de análise de riscos que visam prevenir, prever falhas e acidentes, minimizar consequências, auxiliar na elaboração de planos de emergências, entre outras [20]. Dentre as principais técnicas podem ser citadas a What-if (WI), Checklist, Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE), Estudo de Operabilidade e Riscos (Hazop), Análise Preliminar de Risco (APR), Hazard Rating Number (HRN) entre outras.

2.2.1 Análise Preliminar de Risco (APR)

Análise Preliminar de Riscos (APR), Análise Preliminar de Perigos (APP) ou *Preliminary Hazard Analysis* (PHA) é uma análise do tipo qualitativa de especial importância na investigação de sistemas inovadores e/ou pouco conhecidos, ou seja, quando a experiência em riscos na sua operação é carente ou deficiente. Pode ser aplicada em unidades já em operação, permitindo, nesse caso, a realização de uma revisão dos aspectos de segurança existentes. A APR é a primeira aplicação na identificação e categorização de riscos ou perigos associados a um sistema, processo ou procedimento. Ainda de acordo com os mesmos autores, a identificação destes riscos ou perigos pode ocorrer e ser apoiada através de uma variedade de métodos tais como [20], [21]:

- Lista preliminar de risco.
- Checklists (listas de verificação).
- Matrizes de risco.
- Descrições de equipamentos e manuais de fabricantes.
- Dados de relatório de acidentes/incidentes.
- Históricos operacionais de tarefas semelhantes.

A melhor forma de controle das medidas recomendadas pela APR é através de uma lista de verificação [21].

De acordo com [20] as etapas de aplicação de uma APR são:

- Descrição do objeto de estudo, em caso de ser um processo estabelecer e analisar cada fase.
- Seleciona um objeto de estudo.
- Selecionar um evento perigoso indesejado.
- Identificar possíveis causas do evento.
- Identificar as consequências.
- Estabelecer medidas de controle de risco e de emergências.
- Repetir o processo para outros eventos perigosos.

2.2.2 Hazard Rating Number ou HRN

O Hazard Rating Number ou HRN é um método semiquantitativo de avaliação de risco. O método é considerado eficaz para mensurar uma estimativa de riscos para os perigos encontrados. O HRN deve ser precedido de uma identificação dos riscos existentes no processo, assim, os valores numéricos são atribuídos a parâmetros usados para obtenção

do grau de risco, são eles: Probabilidade de ocorrência (PO); Frequência de exposição ao risco (FE); Grau de severidade do risco (GS) e Número de pessoas expostas ao risco (NP) [21].

2.3 Execução de Rede Externa de Gás Natural

De acordo com a lei 9.478/97 (Lei do Petróleo), o gás natural "é a porção do petróleo que existe na fase gasosa ou em solução no óleo, nas condições originais de reservatório, e que permanece no estado gasoso em CNTP (condições normais de temperatura e pressão) [15]. O gás natural é uma energia de origem fóssil, mistura de hidrocarbonetos leves entre os quais se destaca o metano (CH₄), que se localiza no subsolo da terra, associado ou não ao petróleo, e é procedente da decomposição da matéria orgânica espalhada entre os extratos rochosos [16].

Para a execução de rede de gás natural, algumas recomendações devem ser seguidas. De acordo com as NBR's 14462/2000 e 14463/2000 as tubulações embutidas ou enterradas devem:

- a) Ter um afastamento mínimo de 0,30 m de condutores de eletricidade se forem protegidos por eletroduto, e 0,50 m nos casos contrários;
- b) Ter um afastamento das demais tubulações suficientes para ser realizada manutenção nos mesmos;
- c) Ter um afastamento, no mínimo, de 2 m de para-raios;
- d) Ser envoltas em revestimento maciço, quando embutidas em paredes.

Nos casos em que seja imprescindível passar por espaços fechados, utilizar o tubo luva. As NBR's ainda citam que a tubulação não pode ser considerada como elemento estrutural; não deve passar por pontos que a sujeitem a tensões inerente a estrutura da edificação e que na travessia de elementos estruturais deve ser utilizado um tubo luva [10], [11], [12], [13], [14].

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consistiu na utilização das técnicas de gerenciamento de riscos, denominadas Análise Preliminar de Risco-APR e Hazard Rating Number-HRN em uma obra de execução de rede de gás natural, através do modelo adaptado de Steel (1990), Viana et al. (2014), Yan e Chu (2019) [25], [26], [27], conforme etapas apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Etapas da Metodologia.

Metodologia		
1	Caracterização da obra	Descrição das atividades; Listagem de funcionários/funções; Listagem de materiais utilizados; Listagem de máquinas e equipamentos utilizados.
2	Identificação	Riscos; Agentes; Causas; Consequências.
3	Análise Semiquantitativa Inicial	Grau de severidade; Probabilidade de ocorrência; Frequência de ocorrência; Número de funcionários envolvidos na atividade.
4	Avaliação Qualitativa Inicial	Categoria inicial de cada risco, realizada através a aplicação da fórmula: $HRN = GS \times PO \times FE \times NP$
5	Recomendações	Sugestão de medidas mitigatórias ou eliminatórias para cada risco encontrado.
6	Análise Semiquantitativa Residual	Grau de severidade após recomendações; Probabilidade de ocorrência após recomendações; Frequência de ocorrência após recomendações; Número de funcionários envolvidos na atividade após recomendações.
7	Avaliação Semiquantitativa Residual	Categoria inicial e residual de cada risco.
8	Resultados	Elaboração de fluxograma das atividades executadas; Preenchimento da planilha de APR e HRN.

Fonte: Autores.

Para atribuir os valores das categorias, foram multiplicados os valores encontrados nos graus de severidade, probabilidade de ocorrência, frequência de exposição e número de pessoas expostas, através do modelo adaptado de Steel (1990) [25], conforme valores apresentados nos Quadros 3, 4, 5 e 6.

Quadro 3 - Grau de Severidade do risco (GS).

Dano	Grau de Severidade (GS)
Morte	15
Perda de dois membros/olho ou doença grave (irreversível)	8

Dano	Grau de Severidade (GS)
Perda de 1 membro/olho ou doença grave (temporária)	4
Fratura de ossos importantes ou doença leve (permanente)	2
Fratura de ossos menores ou doença leve (temporária)	1
Laceração/ Efeito leve na saúde	0,5
Arranhão/ Contusão	0,1

Fonte: [25].

Quadro 4 - Probabilidade de Ocorrência (PO).

Probabilidade de Ocorrência	PO
Certamente	15
Esperado	10
Provável	8
Alguma chance	5
Possível	2
Não esperado	1
Quase impossível	0,03

Fonte: [25].

Quadro 5 - Frequência de Exposição (FE).

Frequência de Exposição ao Risco	FE
Constantemente	5
Cerca de 80% da jornada	4
Cerca de 60% da jornada	2,5
Cerca de 40% da jornada	1,5
Cerca de 20% da jornada	1
Cerca de 10% da jornada	0,2
Raramente	0,1

Fonte: [25].

Quadro 6 - Número de Pessoas expostas ao perigo (NP).

Número de Pessoas expostas	NP
Mais de 50 pessoas	12
16-50 Pessoas	8
8-15 Pessoas	4
3-7 Pessoas	2
1-2 Pessoas	1

Fonte: [25].

Os riscos analisados foram avaliados e separados em quatro categorias:

- insignificante (HRN de 0 à 5);
- baixo (HRN de 5 à 50);
- alto (HRN de 50 à 500);
- inaceitável (HRN acima de 500).

De acordo com o modelo adaptado de Steel (1990) [25], conforme apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 - Equivalência entre o HRN obtido e ação de controle necessária.

HRN	Risco	Descrição	Medida de Controle e monitoramento sugerida
0 - 5	Insignificante	Oferece um risco muito baixo para a segurança e saúde.	Requer ações integrantes de um programa tipo Sinalização - Ordem - Limpeza (SOL) e Boas Práticas de Trabalho (BPT).
5 - 50	Baixo, porém significativo	Contém riscos necessários para a implementação de medidas de controle de segurança.	Requer ações de melhoria contínua e programa específico de controle dos riscos.
50 - 500	Alto	Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgente.	Requer ações urgentes. Enquanto não forem implantadas medidas definitivas, devem-se adotar medidas compensatórias de redução dos riscos.
Acima de 500	Inaceitável	É inaceitável manter a operação na situação que se encontra.	Requer intervenção imediata com cessação das atividades que geram o risco.

Fonte: [25].

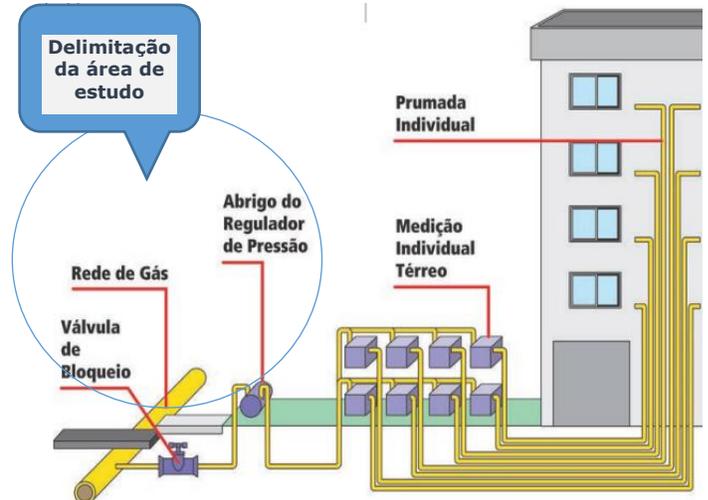
4 RESULTADOS

4.1 Caracterização de Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado em uma obra sob responsabilidade de uma empresa estadual de distribuição de gás natural, que atualmente canaliza e distribui o gás natural em Pernambuco, atendendo aos mercados industrial, automotivo, residencial, comercial, termoelétrico, cogeração de energia e a refinaria.

A obra alvo da pesquisa, constitui na construção de uma rede de gás canalizado enterrado, de 156m de extensão, executado em via pública, sendo delimitado para estudo o perímetro de construção da rede da via pública até a entrada do CRM do estabelecimento ao qual será fornecido o gás (Figura 2). A obra está localizada na cidade de Paulista -PE, tratando-se de uma obra de cinco dias.

Figura 2 - Delimitação da área de estudo.



Fonte: Autores.

A execução de rede de gás canalizado da obra estudada englobou sequencialmente as atividades de estudo prévio, sinalização, escavação, introdução da rede de gás, teste de estanqueidade, aterro, imprimação e revestimento, onde os serviços posteriores não tiveram liberação enquanto os anteriores não fossem devidamente executados e conferidos. Cada etapa da construção, por sua vez, possuiu a mesma quantidade de funcionários, materiais e equipamentos. Para o processo, foram utilizados 1 tipo de máquina, 3 caminhões, 7 equipamentos manuais e mão de obra de 12 colaboradores, conforme etapas apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Etapas da rede de gás natural.

ATIVIDADE	EXECUÇÃO DE REDE DE GÁS NATURAL
Descrição das Atividades	Estudo prévio da área a ser executada a rede até uma semana anterior, para verificação das condições de execução.

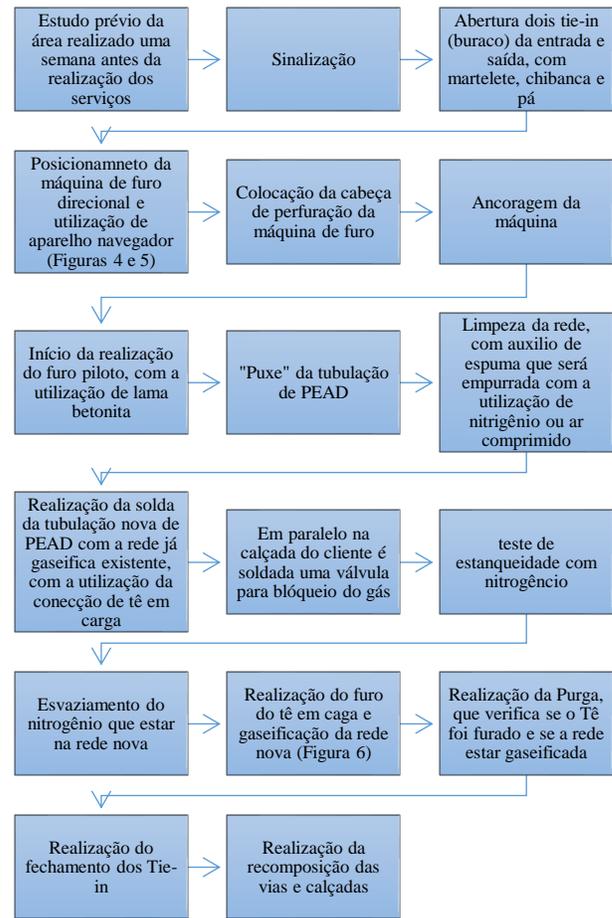
ATIVIDADE	EXECUÇÃO DE REDE DE GÁS NATURAL
	Sinalização da área antes do início dos serviços
	Escavação com auxílio de pá e chibanca e equipamentos manuais como martetele.
	Introdução da rede de gás
	Soldagem com eletrofusão
	Teste de estanqueidade
	Aterro
	Revestimento com placa de concreto e fita "caveira" no "tie-in" (buraco).
Materiais Utilizados	Tubo de PEAD - polietileno de alta densidade
Equipamentos	4 Pá
	1 Chibanca
	1 Compactador manual
	1 Martetele
Máquinas	1 Máquina de furo direcional transportada com caminhão prancha
	1 Caminhão Prancha para transporte de lama bentonítica e da máquina de furo direcional.
	1 Caminhão pipa
	1 Caminhão sugador
Colaboradores expostos	4 Ajudantes
	1 Soldador
	3 Motorista
	1 Operador da máquina de furo
	1 Navegador da máquina de furo
	1 Encarregado de obras
	1 Técnico operacional de conversão e suporte técnico

Fonte: Autores.

4.2 Fluxograma das atividades

Através da caracterização da obra estudada, foi possível elaborar o fluxograma das atividades, que consistiu na visualização da sequência dos serviços de forma simples e objetiva, ilustrado conforme a Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma das atividades realizadas na execução de rede de gás natural.



Fonte: Autores.

As Figuras 4 e 5 apresentam, respectivamente a execução do furo subterrâneo com a utilização da máquina de furo direcional e a utilização do aparelho de navegador, que tem como objetivo de guiar a lança de furo para a direção e profundidade desejadas.

Figura 4 - Abertura do Tie-in.



Fonte: Autores.

Figura 5 – Utilização do Aparelho Navegador



Fonte: Autores.

A Figura 6 apresenta a colocação de Tê em carga com a rede gaseificada.

Figura 6 – Colocação da conexão de Tê em carga



Fonte: Autores.

Para a execução do furo direcional são realizadas as seguintes atividades: posicionamento da máquina, colocação da cabeça de perfuração, ancoragem da máquina e início da realização do furo com auxílio de lama bentonítica, esta tem como objetivo sustentar o solo durante a execução do serviço para que a abertura não se feche.

De acordo com o fluxograma e a apresentação das atividades, é realizada a análise preliminar de risco, detalhando as categorias de categorias de risco encontradas, estabelecidas pelos indicadores da ferramenta HRN na execução de rede de gás natural.

4.3 Análise dos riscos iniciais

O Quadro 9 apresenta os resultados da APR com a descrição dos agentes e a gradação do risco, de acordo com a ferramenta HRN; resultado das etapas apresentadas na metodologia. Observou-se a presença de 12 agentes na atividade executada. Os agentes de risco químico e físico devem ser avaliados quantitativamente, através de medições ocupacionais, no entanto não houve oportunidade para realização das medições, dessa forma foram avaliados de forma semiquantitativa assim como os riscos mecânicos e ergonômicos. Entre os demais riscos (ergonômico e os mecânico), nenhum apresentou classificação da situação de risco como sendo baixo, necessitando desta forma, de medidas de controle urgentes, utilizando o método Hazard Rating Number – HRN.

Quadro 9 - Resumo da APR executada utilizando o método Hazard Rating Number – HRN.

RISCOS	AGENTES	CAT. RISCO	SITUAÇÃO
Físico	Vibração	-	Necessita de quantificação
	Ruído	-	Necessita de quantificação
	Radiação não ionizante	-	Necessita de quantificação
	Calor	-	Necessita de quantificação
Químico	Gases e poeira	-	Necessita de quantificação
	Bentonita	-	Necessita de quantificação
Mecânico	Iluminação inadequada	60	Alto
	Atropelamento	180	Alto
	Projeção de partículas	96	Alto
	Choques elétricos	60	Alto
	Explosão	225	Alto
Ergonômico	Esforço físico intenso	80	Alto

Fonte: Autores.

4.4 DISCUSSÃO

4.4.1 Riscos encontrados

A lista de riscos presentes na atividade de rede de gás natural foi extensa, com a presença de riscos físicos, químicos, mecânicos e ergonômicos. Através da APR e do HRN foi possível analisar os riscos de acordo com o grau de severidade do risco (GS); frequência de exposição ao risco (FE); probabilidade de ocorrência (PO); número de pessoas (N), utilizando o método Hazard Rating Number – HRN, determinando, assim, a categoria de cada risco, proporcionando desta forma uma avaliação melhor deles. Através dos quadros presentes, foi possível numerar os riscos e identificar os mais preocupantes, sugerindo medidas de controle e reavaliando para alcançar os parâmetros ideais de exposição. Alguns agentes não puderam ser avaliados quantitativamente, utilizando-se o método de HRN devido à ausência de medições locais.

4.4.1.1 Riscos Químicos

✓ Gases e poeira

A aspiração do gás natural pode ocorrer em caso de vazamento de gás durante a construção da rede,

na execução das atividades de solda ou perfuração do Tê em carga que será realizada com a rede gaseificada. Também ocorre a inalação de poeira, durante os processos de quebra de pavimentações e abertura de buracos, utilizando máquinas e equipamentos, além da exposição a poeira causada pela execução de serviços em vias de trânsito de automóveis movimentadas.

✓ **Compostos químicos**

O manuseio de substância química foi necessário para o processo de execução da rede de gás natural, com a utilização da bentonita, onde foi identificado como prejudicial aos trabalhadores, para exposições prolongadas e quando encontrada em estado seco, pois quando úmida, esta forma um gel, que não apresenta risco em condições normais de utilização. Para o manuseio correto desse tipo de material, é imprescindível a consulta da Ficha de Informações de Segurança - FISPQ, emitidas pelo fabricante, onde poderão ser encontradas informações gerais de armazenamento, precauções e medidas de controle, por exemplo. Pequena exposição em ambiente concentrado de poeira pode causar leve irritação dos olhos.

4.4.1.2 Riscos Físicos

Os principais agentes físicos presentes no ambiente de trabalho de rede de gás natural foram: as radiações não ionizantes, o ruído, vibração e calor.

✓ **Radiação não ionizante**

No caso da radiação não-ionizante, a proteção normalmente empregada é o uso de roupas de trabalho que cubram braços, pernas, peito e protejam o rosto. Esta radiação pode causar problemas de pele, ofuscamento e perda da visão, portanto é recomendado o uso de máscaras com visores que apresentam filtros, além da utilização do creme protetor solar para a pele.

✓ **Ruído**

Da mesma forma que a vibração, a presença do ruído foi identificada pelas seguintes circunstâncias: barulhos de automóveis quando o serviço é realizado em vias movimentadas; além dos ruídos provocados por equipamentos como martetele e operação da máquina de furo direcional que tem como objetivo realizar furos subterrâneos sem a necessidade de abrir grandes valas. Por mais que a

localização da obra contribuísse para que o agente fosse dispersado, os funcionários estavam sempre próximos às fontes geradoras e, portanto, necessita-se de medições específicas para o ruído com programa específico de controle de riscos, através da quantificação do agente. As consequências da exposição ao ruído são várias, podendo variar da surdez parcial e temporária à surdez total, bem como alterações cardíacas, hipertensão e irritabilidade.

✓ **Vibração**

A análise da vibração foi apenas qualitativa, e para esse tipo de exposição, é necessária que seja feita uma avaliação quantitativa para que o agente seja mensurado e que seja realizada a maneira mais eficaz de controle, com programa específico de gestão do risco. Dessa forma, apenas foi possível constatar a presença do risco no manuseio do equipamento de martetele, utilizado para quebrar asfalto, pavimentações e pisos de concreto, produzindo vibrações continuamente no contato com os colaboradores. Algumas consequências da exposição à vibração consistem na perda do equilíbrio, falta de concentração, aumento da frequência cardíaca, distúrbios visuais e estresse.

✓ **Calor**

O agente em questão, assim como as radiações não ionizantes, também foi identificado devido ao ambiente em que a obra estava inserida, porém não pode ser mensurado a não ser por medições para avaliação quantitativa e programa específico de controle. Algumas consequências da exposição excessiva ao calor podem ser: desidratação, mal estar, fraqueza, entre outras.

4.4.1.3 Riscos Mecânicos

✓ **Iluminação inadequada**

Na execução de serviços à noite, foi identificado o agente de iluminação inadequada, quando realizado em vias pouco iluminadas. Apesar de pouco frequente, às vezes o serviço noturno torna-se necessário, para não interromper o tráfego de carros e pessoas no período diurno. O risco foi classificado como alto, antes das intervenções, justamente por ter consequências preocupantes para os trabalhadores.

✓ **Explosão**

O risco de explosão está presente no processo de purga, na qual é injetado gás natural na rede com o objetivo de verificar se a rede foi gaseificada, além do risco explosão presente a atividade de soldagem e furo do Tê de carga, onde este é realizado também com a rede gaseificada. Dessa forma, foi classificado como Alto Risco, antes das intervenções, necessitando de medidas de controle específicas para a exposição ao agente. As consequências para esse tipo de risco são extremamente preocupantes, podendo resultar em queimaduras sérias e até morte.

✓ **Atropelamento**

O risco mecânico de atropelamento foi classificado alto, devido principalmente aos problemas que podem ocorrer por conta de falta de sinalização e quando realizado em vias públicas de trânsito. Para essa exposição, são necessárias medidas de controle urgentes com ações específicas, já que além da frequência de ocorrência ser alta, a severidade do risco consiste em acidentes preocupantes, podendo, inclusive, causar fraturas diversas e levar um indivíduo à morte.

✓ **Projeção de partículas**

A projeção de partículas é algo preocupante e alcançou a classificação "Alta". Geralmente ocasionada falta de sinalização e proteção de máquinas e equipamentos. A projeção de partículas ainda pode ocasionar em fraturas diversas e perfurações nos trabalhadores expostos. Por ser considerado um risco moderado não tolerável, também necessita de medidas de controle específicas.

✓ **Choque elétrico**

O choque elétrico é algo preocupante e alcançou classificação de risco Alto. Este pode ocorrer durante o processo de soldagem, que é por eletrofusão, podendo ocorrer também devido à falta de sinalização e proteção de máquinas e equipamentos. Necessitando desta forma de medidas de controles urgentes e específicas.

4.4.1.4 Riscos ergonômicos

✓ **Esforço físico intenso/ Repetitividade/ Postura inadequada**

Os riscos ergonômicos em questão, infelizmente comuns na construção civil, são resultado de métodos de trabalho ineficazes, falta de

treinamento dos funcionários e trabalhos contínuos. Seus efeitos podem variar de problemas musculares e ósseos, aos problemas psicológicos devido ao estresse, portanto são necessárias medidas de controle específicas em todos os casos.

4.4.2 Propostas de intervenção

As medidas de controle corresponderam a um conjunto de fatores que visaram controlar os riscos, agindo de forma a eliminá-los ou minimizá-los, proporcionando condições melhores de trabalho em cada atividade. As propostas de intervenção foram apontadas conforme a identificação dos riscos e foram referentes às mudanças de comportamento tanto nos sistemas de proteção, quanto nas medidas administrativas e organizacionais.

a) Sistema de proteção

✓ **Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)**

É preferencial que sejam feitas medidas de proteção coletivas, com o objetivo de isolar a fonte ou a trajetória. Algumas medidas consistem por exemplo, nas proteções contra explosão, como a realização de treinamento as equipes de execução e supervisão, sobre os cuidados a serem tomados durante a construção da rede, providenciar o afastamento de pessoas e ponto de ignição no momento de realização das atividades na rede gaseificada, além dos medidas de sinalização e proteção física da rede, principiando na realização de serviços que serão finalizados no dia seguinte, para evitar o acidentes de pessoas não pertencentes a equipe ao entrar em contato com a rede de gás gaseificada.

Deve-se atentar para o fato de que os EPC's devem ser aplicados para cada tipo de necessidade de controle de risco e nos casos dos agentes que necessitam de avaliação quantitativa, ainda não foi possível identificar as necessidades de atenuação.

✓ **Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)**

Quando as medidas de proteção coletivas não solucionarem a exposição indevida, deve-se partir para a proteção do indivíduo exposto. Vários são os itens que podem minimizar os problemas ou até eliminá-los.

A utilização de fardamento com camisa e calça compridas e capuz, por exemplo, protege a pele do indivíduo da exposição solar, assim como a utilização de protetor solar. Para o manuseio de produtos químicos, é necessária a utilização de luvas de segurança, específicas de acordo com a substância em contato. Na exposição ao ruído, são vários os tipos de protetores auriculares existentes, devendo ser utilizados conforme atenuação necessária prevista pela avaliação quantitativa da exposição para que se possa utilizar o EPI adequada.

Para os diversos riscos mecânicos, tais como cortes e projeção de partículas, pode-se utilizar óculos de proteção, capacete, luvas de proteção, botas com biqueira, entre outros, bem como, para evitar problemas de coluna, usa-se protetores da lombar. Todos os itens, por sua vez, precisam estar certificados e em boas condições para o uso.

b) Procedimentos administrativos

✓ Documentos/ Treinamentos

De acordo com as responsabilidades do empregador, previstas em lei, a elaboração de programas e documentos é necessária para o registro e manutenção dos riscos, portanto devem ser cumpridos, os seguintes documentos, conforme consta na legislação, como: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), previsto na NR-09 (1994), e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), previsto na NR-07 (1994) [7].

Os funcionários envolvidos na operação, manutenção e demais intervenções em máquinas e equipamentos, também previsto em lei, devem receber treinamento pelo empregador compatível com as suas funções, que aborde os riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias. Alguns treinamentos podem consistir em: armazenamento de materiais, manuseio de materiais, FISPQ dos produtos químicos utilizados, procedimentos de serviço, treinamento postural, entre outros.

✓ Exames médicos

A realização de exames médicos torna-se muito importante na manutenção da saúde do colaborador, como os exames obrigatórios ASO, mudança de função, exame demissional, exame periódico, onde todos precisam estar de acordo com

os programas previstos em lei. A realização dos exames permite acompanhar a saúde do trabalhador e aplicar novas formas de atenuação se necessárias

✓ Monitoramento de riscos

Conforme alguns riscos encontrados é necessária a quantificação destes, fazendo com que a forma de controle seja mais eficaz. Para tal, é importante que haja um monitoramento dos níveis de intensidade e concentração através de medições no local de trabalho. Alguns desses riscos que necessitam de avaliações mais completas são: ruído, vibração, gases, vapores e temperatura. Cada um com suas particularidades e formas de serem avaliados, sempre relacionados aos valores previstos nas normas brasileiras.

✓ Manutenção periódica

Para garantir a segurança dos trabalhadores, é necessária a manutenção periódica das máquinas, equipamentos e ferramentas, para que elas auxiliem o trabalho sem representarem riscos diversos para os que as utilizam. Essa manutenção deve ser feita por profissional habilitado e periodicamente de acordo com a necessidade do equipamento e pelo o que consta nas NR's, além de haver a necessidade de um registro dessa manutenção.

a) Procedimentos organizacionais

✓ Arranjo físico

Trata-se de um processo que visa a construção de um ambiente de trabalho mais produtivo, confortável e seguro, de modo a garantir um melhor desempenho dos colaboradores. Um exemplo da aplicação de um arranjo físico para obras à céu aberto, é a colocação de postos de água fria e cobertos para que os funcionários possam descansar e se hidratar, diminuindo, assim, as consequências do calor e altas temperaturas.

✓ Métodos de trabalho

A alteração nos métodos de trabalho pode proporcionar um ambiente mais seguro e confortável aos trabalhadores de diversas formas. A pausa no trabalho e rodízio de funcionários, por exemplo, pode diminuir a exposição a uma série de riscos ergonômicos, como a repetitividade, o levantamento manual de peso e o esforço físico intenso. As consequências dessa simples alteração

podem significar grandes reduções de problemas musculares e psicológicos.

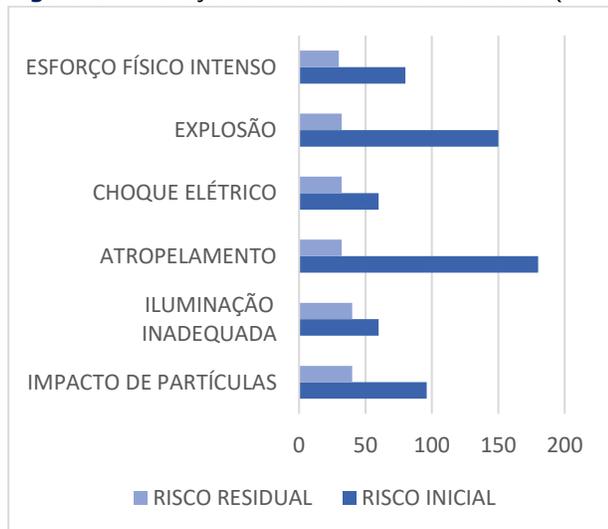
✓ **Sinalização**

Conforme consta nas NR-12 [8], as máquinas e equipamentos devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos e instruções de operação e manutenção. Os trechos em que estão sendo realizados serviços, por sua vez, também precisam ser sinalizados para evitar trânsito inadequado de pessoas e conseqüentemente evitar o risco de atropelamento, por se tratar também de obras em vias públicas, a sinalização de segurança da via deve alertar os motoristas e pedestres em conformidade com as determinações do órgão competente, além dos riscos de explosão ocasionado pelo contato de pessoas não autorizadas com a rede de gás gaseificada.

4.4.3 Avaliação de riscos residuais

Conforme apresentado na APR e HRN, os riscos encontrados sofreram uma nova avaliação após a sugestão das medidas de controle, com o objetivo de alcançar a melhoria contínua dos métodos de trabalho. Pode-se evidenciar na Figura 5 uma considerável queda dos índices quantificados, ficando abaixo de 50, classificados como “baixos, porém significativos”.

Figura 5 - Avaliação dos riscos iniciais e residuais (HRN).



Fonte: Autores.

De acordo com o Figura 5, os riscos categorizados em elevados, foram os de atropelamento e de

explosão, por ambos, apresentarem maiores quantidades de pessoas expostas na execução das atividades e elevados graus de severidade.

5 CONCLUSÃO

A metodologia adotada neste trabalho possibilitou a identificação de 12 agentes de riscos, entre riscos físicos, químicos, mecânicos e ergonômicos. Os riscos físicos e químicos identificados, não puderam ser avaliados quantitativamente, pelo método APR integrado com HRN, pois necessitam de programa específico de controle com medições e avaliação quantitativa dos agentes, relacionados aos limites de exposição estabelecidos por lei.

As categorias de agentes que apresentaram a maior avaliação de risco inicial foram as de atropelamento e de explosão, por ambos, apresentarem maiores quantidades de pessoas expostas na execução das atividades e graus de severidade com risco de morte; sendo estes, após as medidas de intervenção reduzidos para categoria de baixo risco, porém significativo.

Para a prevenção dos riscos identificados, foram sugeridas medidas de controle que consistiram na implantação, sistemas de proteção coletiva e individual, procedimentos administrativos e organizacionais, tais como realização de treinamentos e mudança de métodos de trabalho.

Observou-se que a adoção de algumas medidas relativamente simples, tais como: sinalização de obra, treinamentos, usos de EPI's e manutenção periódica de máquinas e equipamentos. Pode diminuir, consideravelmente as categorias dos riscos, tornando as atividades adequadas para os trabalhadores. A maioria dos índices iniciais sofreu uma queda de mais de 50% após as recomendações feitas, na avaliação residual dos riscos.

Diante do exposto é recomendável a aplicação de ferramentas de gerenciamento de riscos em obras de gás natural não apenas nos ramais que chegam aos estabelecimentos, mas também na construção das redes principais, como as executadas em tubulações de aço, compondo desta forma toda a extensão da rede de gás natural; sendo recomendável também a aplicação da metodologia,

na execução dos serviços de manutenção das redes de gás.

Por fim, demonstrando a importância das metodologias abordadas no estudo na prevenção de exposição ao risco e conseqüentemente na diminuição do número de acidentes de trabalho, a APR e HRN, provou ser uma ferramenta importante no processo de gerenciamento de riscos em execução de redes de gás natural.

REFERÊNCIAS

- [1] BARROS, A. M. T. C. Análise Preliminar de Riscos na atividade de pavimentação asfáltica. **UNILINS**. Lins, 2014.
- [2] BASTOS, M. A. **Segurança em rodovias**: aspectos gerais sobre sinalização de obras rodoviárias no entorno de Uberlândia/MG. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). - UNIMINAS. Uberlândia, 2009.
- [3] BARKOKÉBAS J., B.; ZLATAR, T.; CRUZ, F. M. da; LAGO, E. M. G.; MARTINS, A. R. B.; VASCONCELOS, B. M. **Segurança e saúde do trabalho para uma cultura prevencionista no ambiente laboral**. Recife: Editora da Universidade de Pernambuco. 1 ed. 2020.
- [4] BRASIL. Tribunal Superior do Trabalho – TST. Disponível em: http://www.tst.jus.br/noticias/-/asset_publisher/89Dk/content/palestrantes-falam-sobre-as-garantias-dos-trabalhadores-no-seminario-trabalho-seguro/pop_up?_101_INSTANCE_89Dk_viewM ode=print. Acesso em: 15/11/2022.
- [5] BRASIL. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. 2020. Disponível em: http://www.previdenciasocial.gov.br/aeps2016/16_01_03.asp. Acesso em: 20 junh. 2022.
- [6] BRASIL. NBR ISO 31000: **Gestão de riscos** – Diretrizes. Rio de Janeiro, 2018. 17p. 111.
- [7] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e emprego. **NR 09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília, 2019b.
- Disponível em: <trabalho.gov.br> Acesso em: 22 jun. 2022.
- [8] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e emprego. **NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Brasília, 2019c. Disponível em: <trabalho.gov.br> Acesso em: 14 fev. 2022.
- [9] BRASIL. Ministério da Economia - Secretaria de Trabalho. **Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho**. Brasília, 2020 Disponível em: <<http://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=perfilCasosAcidentes>> Acesso em: 20 dez. 2022a.
- [10] BRASIL. NBR 14570/2000 - Instalações internas para uso alternativo dos gases GN e GLP - Projeto e execução.
- [11] BRASIL. NBR 14464/2016 - Sistemas para distribuição de gás combustível para redes enterradas - Tubos e conexões de polietileno PE 80 e PE 100 - Execução de solda de topo
- [12] BRASIL. BRASIL. NBR 14465/2016 - Sistemas para distribuição de gás combustível para redes enterradas - Tubos e conexões de polietileno PE 80 e PE 100 - Execução de solda por eletrofusão.
- [13] BRASIL. BRASIL. NBR 14462/2000 - Sistemas para distribuição de gás combustível para redes enterradas - Tubos de polietileno PE 80 e PE 100 – Requisitos.
- [14] BRASIL. BRASIL. NBR 14463/2000 - Sistemas para distribuição de gás combustível para redes enterradas - Conexões de polietileno PE 80 e PE 100 – Requisitos.
- [15] BRASIL. LEI 9.478/1997 (LEI ORDINÁRIA) 06/08/1997 - Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.

- [16] PERNAMBUCO. COMPANHIA PERNAMBUCANA DE GÁS – COPERGÁS. **Copergás tem o gás natural mais barato do brasil para setor industrial.** Disponível em: <https://www.copergas.com.br/copergas-tem-o-gas-natural-mais-barato-do-brasil-para-setor-industrial/>Acesso em 20 de junh. 2022.
- [17] CORBELLINI, N. M. Z. **Gestão de riscos:** Embasado nos requisitos da NBR ISO 9001:2015 e NBR ISO 31000:2009. Ponta Grossa, 2017.
- [18] CADASTRO GERAL DE EMPREGADOS E DESEMPREGADOS – CAGED. Disponível em: <https://www.gov.br/acessoainformacao/pt-br/assuntos/relatorios-dados>. Acesso em 22 de junh. 2022.
- [19] LAGO, E. M. G. Nota de aula – Higiene Ocupacional. Universidade de Pernambuco – UPE. Recife, 2015.
- [20] KLEMMANN, L. Riscos em atividades de uma obra rodoviária – análise em obra de mobilidade urbana na região metropolitana de Curitiba Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho). - Universidade tecnológica federal do paraná. Curitiba, 2014.
- [21] RUPPENTHAL, J. E. Gerenciamento de riscos. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria. **Rede e-Tec.** Brasil, 2013.
- [22] TAKAKURA JR., F. K. Gerenciamento de risco na gestão de projetos: estudo de caso de projetos na geração de energia, **Revista Conteúdo**, 2017.
- [23] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. **Novo Mercado de Gás deve ser benéfico para o Brasil.** Jornal da USP. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/novo-mercado-de-gas-deve-ser-benefico-para-o-brasil>. Acesso em 20 de junh. 2022.
- [24] PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK®:** Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos, 6ª ed., Pennsylvania: PMI, 726 p, 2017.
- [25] STEEL, C. Risk estimation techniques. **The Safety & Health Practitioner**, june, p. 20–21, 1990. 118
- [26] VIANA, M. G. P.; ALVES, C. S.; JERÔNIMO, C. E. M. Análise Preliminar de Riscos ambientais na atividade de acabamento e revestimento externo de um edifício. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 3, p. 3289–3298, 2014.
- [27] YAN, F.; XU, K. Methodology and case study of quantitative preliminary hazard analysis based on cloud model. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 60, n. July 2018, p. 116–124, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2019.04.013>>