

APRIMORAMENTO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR) INTEGRADA AO DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PREVENÇÃO DE RISCOS EM PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA APRi EM UMA OBRA DE SANEAMENTO NO PROCESSO DE ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÃO ADUTORA DE ÁGUA.

Arthur Ribeiro Torrecilhas (UNOPAR)

Arthurribeirotorrecilhas@gmail.com

Marcio Ronald Sella (UNOPAR)

sellamr@hotmail.com

Flávio Augusto Carraro (UNOPAR)

flavio.carraro@hotmail.com

Juliana Alberton Frias (UNOPAR)

juliana.frias@hotmail.com



Este trabalho tem como principal objetivo analisar e avaliar os riscos nas atividades e processos desenvolvidos em uma obra da construção civil voltada para a área de saneamento, por meio do melhoramento da Análise Preliminar de Risco (APR) integrada com o Diagrama de Ishikawa, buscando reduzir a subjetividade da técnica APR, além de identificar e caracterizar os riscos existentes nas atividades exercidas pelos trabalhadores, a probabilidade de suas ocorrências, o nível e a intensidade dos riscos, e ainda, dispor das recomendações necessárias para cada risco observado. Embasando a revisão bibliográfica, são apresentados os assuntos pertinentes ao gerenciamento de riscos com olhar voltado à Análise Preliminar de Riscos. A pesquisa se caracterizou por ser exploratória, descritiva e avaliativa. Foram realizados acompanhamentos diários em todas as etapas do processo executivo das atividades exploradas, em busca da realização da identificação dos riscos a serem analisados para constituição da APRi (Diagrama de Ishikawa integrado à APR). Um fluxograma foi criado para melhor entendimento do processo e das atividades, contendo a descrição dos processos e máquinas utilizadas pelos trabalhadores. Baseando-se nos resultados da APRi, observou-se a incidência de riscos físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes, dentre estes trinta e cinco não toleráveis, com maior probabilidade de risco nos aspectos método e meio ambiente, sendo necessário intervenção imediata. Assim, fica evidente a importância da identificação dos riscos existentes nas atividades observadas, bem como as medidas de proteção necessárias para mitigação ou até mesmo extinção dos riscos no ambiente de trabalho, melhorando a segurança, qualidade de vida do trabalhador e, de forma consequente, a produtividade.

Palavras-chave: Diagrama de Ishikawa; Gerenciamento de risco; Gestão na construção civil; segurança do trabalho.

1. Introdução

O saneamento básico é necessário para o desenvolvimento da população. Sua implantação e aprimoramento contínuo resultam em melhoria na saúde e na qualidade de vida. Levando em consideração que o progresso humano deve ser constante, e que redes de esgoto e redes de abastecimento de água devem receber manutenções e ampliações dentro dos planos desenvolvidos por cada governo, tem-se, como premissa, que obras de engenharia são necessárias constantemente. Dessa maneira, sendo a indústria da construção civil um dos setores que mais emprega trabalhadores de forma direta e indireta, e ainda, um dos setores de maior índice de acidentes do trabalho, fica evidente a necessidade de otimização nos processos de execução com foco no gerenciamento de riscos, alinhando o controle de qualidade do produto final às etapas do processo produtivo.

Ao se tratar da segurança do trabalhador, não se pode deixar desassociado as condições inseguras, sendo necessário que todas as atividades sejam analisadas de maneira sistemática, para que sejam evitados futuros acidentes no trabalho. Assim, a Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma ferramenta que pode auxiliar na detecção e prevenção de potenciais riscos no ambiente de trabalho. Segundo Jeronimo et al. (2013), a APR, trata-se de uma metodologia indutiva, estruturada em observações das condições ambientais e atividades realizadas pelos trabalhadores, tendo como objetivo analisar as formas em que os componentes do processo podem operar fora de controle e de maneira inesperada, elencando para cada situação, as causas, formas de detecção e possíveis consequências geradas. Vale ressaltar que a APR também pode ser empregada como ferramenta de melhoria contínua possibilitando avaliar periodicamente os riscos do processo, até mesmo aqueles não observados anteriormente.

Por se tratar de uma metodologia qualitativa, em processos complexos a APR pode se tornar subjetiva, pormenorizando ou não considerando possíveis cenários de riscos no ambiente laboral. Desta forma, buscando elevar a confiabilidade na aplicação desta ferramenta, realizou-se a integração da APR à ferramenta conhecida como Diagrama de Ishikawa.

O objetivo deste artigo é aprimorar a ferramenta APR, reduzindo sua subjetividade e oferecendo uma maior aplicabilidade como um instrumento eficaz na gestão de riscos. Além de avaliar as deficiências da saúde e segurança dos trabalhadores nas atividades da construção civil, com foco na área de grandes obras de saneamento, analisando tarefas como escavação de valas, assentamento de tubulações em ferro dúctil e operações complexas com grandes maquinários. Com o intuito de identificar, analisar, mitigar, evitar e/ou eliminar os riscos do

ambiente laboral, garantindo o melhor controle das variáveis de um processo, possibilitando aumento na qualidade final do produto, maior segurança para a empresa e qualidade de vida para os trabalhadores.

2. Referências bibliográficas

2.1. A análise preliminar de riscos (APR)

A APR trata de um método qualitativo de análise de risco, apresentando-se extremamente eficaz na identificação de possíveis riscos para diferentes cenários estudados. Ainda, por meio desta técnica, torna-se eficiente a tomada de decisões com o intuito de se evitar e/ou mitigar eventuais acidentes e falhas no decorrer de uma atividade ou processo (YAN; XU, 2019; HFAIEDH et al., 2017; REZAIAN; JOZI; ZAREDAR, 2016).

A ferramenta APR possui uma ampla aplicabilidade. Hfaiedh et al. (2017) utilizaram a APR para detectar erros médicos no processo de administração de medicamentos intravenosos em bebês e crianças, em um hospital pediátrico, analisando os eventos de riscos, considerando erros humanos, ambientais, logísticos, higiênicos, entre outros. Com base no plano de risco desenvolvido, foram observadas 17 situações críticas em 69 cenários de risco, e, com o desenvolvimento e aplicação do plano de respostas aos riscos, a probabilidade de ocorrência de falhas críticas foi reduzida de 17% para 0%. Monforte, Oliveira e Rocha (2015) empregaram diferentes metodologias de análise de riscos, incluindo a APR para analisar o processo de solda em um estaleiro localizado no Rio de Janeiro, Brasil, os autores concluíram que a ferramenta apresentou resultados satisfatórios quanto a identificação de possíveis riscos na atividade estudada.

Entretanto, a APR tradicional, por se tratar de um método qualitativo, é avaliada por meio da aleatoriedade e imprecisão, podendo levar facilmente a uma avaliação subjetiva (ZHAO; ZHAO; TIAN, 2009, QU; WANG; ZUO, 2014; YAN; XU, 2019). Ainda, Monforte, Oliveira e Rocha (2015) reforçam que esta metodologia só pode ser executada com o auxílio de uma equipe multidisciplinar, para que as anomalias estudadas passem por diferentes olhares e abordagens, sendo esta equipe composta por um engenheiro de saúde e segurança, pelo coordenador de operações do objeto de análise, técnico de saúde e segurança e profissional da área em estudo. Os autores também destacam que a perícia e o domínio no produto ou processo são um fator limitante para a APR.

Em atividades ou processos com alto nível de complexidade pode vir a ocorrer a falta de idealização de possíveis cenários de falhas, impossibilitando que uma maior eficiência no gerenciamento de risco possa ser alcançada por conta do conjunto incompleto de prováveis riscos (BAYBUTT, 2018). A integridade e confiabilidade da APR é de grande importância para a prevenção de acidentes.

Baybutt, (2018) relata que a identificação de conjuntos completos de cenários de riscos é limitada por diversos fatores como, por exemplo, a usual metodologia aplicada na APR, o erro humano dos gestores que executam a análise de risco e subestimação dos possíveis riscos proporcionando a má qualidade do controle da gestão.

Dessa maneira, é necessário a adaptação da metodologia APR para que sejam identificados o máximo de cenários de falhas possíveis. Pode-se considerar como uma alternativa viável a integração de uma ou mais técnicas durante a análise. Fato esse que pode ser confirmado pelos estudos de Monforte, Oliveira e Rocha (2015), onde os autores aplicaram diferentes técnicas, como por exemplo a APR, o *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) e o *Fault Tree Analysis* (FTA), possibilitando o melhor entendimento dos processos, a identificação dos riscos críticos, seus efeitos e ações necessárias para minimizar e/ou extinguir as falhas do processo.

Outra ferramenta de gerenciamento, consolidada e muito utilizada por gestores do mundo todo, é o Diagrama de Ishikawa. Possibilitando identificar possíveis falhas em diferentes cenários, verificando método, materiais, mão de obra, máquina, medidas e meio ambiente (JAYAPRASAD et al., 2018; HOIA et al., 2017; VARZAKAS, 2016). A integração da ferramenta Diagrama de Ishikawa e a APR, pode auxiliar em uma eficiente identificação dos cenários de possíveis falhas.

2.3. Obras de saneamento básico

Com o desenvolvimento e crescimento populacional, o país requer, cada vez mais, melhorias no sistema de saneamento básico, resultando no aumento das obras de engenharia civil neste setor. Ainda, com o passar dos anos, são necessárias duplicações dos sistemas e/ou manutenção dos mesmos, reforçando a constante necessidades dessas obras.

Por se tratar de grandes obras, em sua maioria, envolvem processos de demolições, escavações, abertura de grandes valas, assentamento de tubulações pesadas, movimentação de grandes maquinários e conseqüentemente elevadas possibilidades da ocorrência de acidentes.

Ainda, em alguns casos, estas obras são executadas dentro de centros urbanos, onde acabam por sua vez, colocando a população local diante dos riscos inerentes ao tipo de obra em questão.

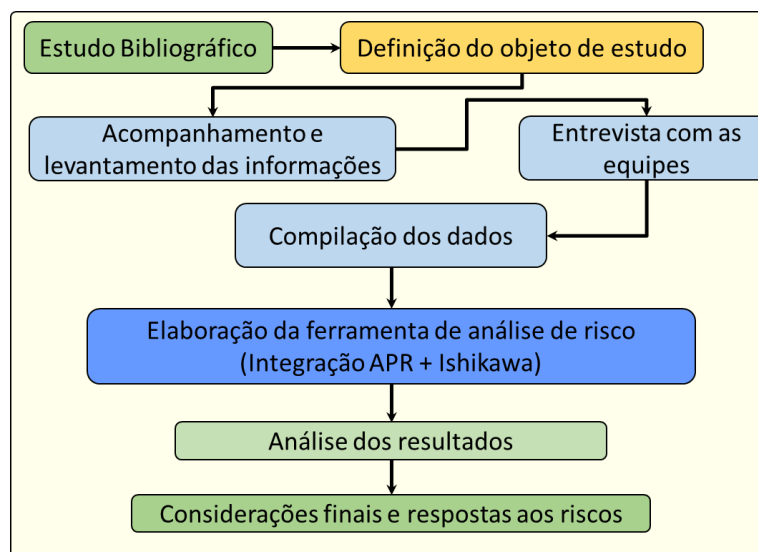
Por estas razões, o ramo da construção civil voltada para o saneamento básico, envolve diversos fatores de riscos, sejam eles financeiros, à saúde do trabalhador e dos habitantes locais e até mesmo, à imagem da empresa. Fatos estes que reforçam a necessidade da aplicação de técnicas de gerenciamento de riscos, evitando possíveis desgastes para os empreendimentos.

3. Metodologia

Essa pesquisa se descreve como exploratória, descritiva e avaliativa, pois para sua elaboração foram exigidos aspectos como, conhecer o local do objeto de estudo, análise e registro das etapas do processo de produção, para somente assim, ser possível executar a gestão dos riscos das atividades analisadas.

Considerando o cenário apresentado, este trabalho foi desenvolvido com foco na saúde dos trabalhadores em decorrência de suas atividades executadas no processo de assentamento de tubulações de Ferro Dúctil (FD) com diâmetro nominal (DN) de 800 mm, em uma rede de abastecimento de água bruta. Para tal, foram acompanhadas diversas obras envolvendo o processo de assentamento de tubulação. O fluxograma contendo as etapas para conclusão desta pesquisa, é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas para elaboração da pesquisa



Fonte: os autores (2019)

Em busca de uma ferramenta de gerenciamento de riscos mais eficiente, que fosse capaz de evitar a ausência de cenários de falhas, optou-se pela integração de duas metodologias, a APR e a metodologia de Ishikawa, que para fins didáticos, essa união será denominada de APRi.

3.1. Acompanhamento, levantamento de informações e entrevista com as equipes

As atividades foram acompanhadas desde o início do processo até sua conclusão, com realização de levantamento fotográfico das atividades. Em paralelo, foram realizados os diagnósticos do local em busca da caracterização dos riscos intrínsecos às atividades executadas, procurando analisar os processos produtivos, o ambiente de trabalho, o modo de execução das tarefas, buscando sempre não interferir nas mesmas. Por último, foram realizadas duas reuniões com os funcionários participantes no processo, uma em coletivo, onde descreveram os acidentes e quase acidentes já observados no decorrer de suas atividades relacionadas ao objeto de estudo, e a outra de maneira individual, com os funcionários que desejavam compartilhar suas experiências de maneira privada. Estas etapas foram de fundamental importância para o levantamento de informações e elaboração da APRi.

3.2. Elaboração da ferramenta de análise de risco APRi

Para elaboração da APRi foi empregado os conceitos da APR, onde por meio de tabelas, são estabelecidos valores para diferentes níveis de probabilidade e severidade. A multiplicação destes tem como resultado o valor para avaliação do risco, determinando se é considerado um risco tolerável (T), moderado (M), ou não tolerável (NT). Tais tabelas são apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4, e foram desenvolvidas com base nos trabalhos de França, Toze e Quelhas (2008); Qu, Wang e Zuo (2014); Monforte, Oliveira e Rocha (2015); Rezaian, Jozi e Zaredar (2016); e Lee e Park (2017).

Figura 2–Categoria dos riscos quanto a probabilidade

Probabilidade	Categoria	Denominação	Descrição	Critério
	1	Extremamente remota	As chances de ocorrer algum dano são extremamente baixas	1 vez a cada 2 anos
	2	Remota	Existe a probabilidade mínima de ocorrer algum dano	1 vez a cada 1 ano
	3	Improvável	Existe a probabilidade moderada de ocorrer algum dano	1 vez a cada 6 meses
	4	Provável	Existe a probabilidade elevada de ocorrer algum dano	1 vez a cada 3 meses
	5	Frequente	Certamente irá ocorrer algum dano	1 vez ao mês

Fonte: os autores (2019)

Figura 3–Categoria dos riscos quanto a severidade

Severidade	Categoria	Denominação	Descrição	Critério Econômico
	1	Leve	Acidentes não geradores de lesões (tropeços, arranhões, colisões leves, batidas leves, etc.)	Menos que R\$500,00
	2	Moderada	Acidentes onde necessita do afastamento, entretanto não ocorreram lesões incapacitantes (cortes pequenos, torções leves, indisposição)	R\$500,00 a R\$5.000,00
	3	Grande	Acidentes com afastamento e lesões incapacitantes, sem perdas de membros (torções graves, fraturas, cortes profundos, infecções)	R\$5.000,00 a R\$15.000,00
	4	Severo	Acidentes com afastamento e lesões incapacitantes, com perda de membros (perda de dedo, braço, perna, olho, etc.)	R\$15.000,00 a R\$30.000,00
	5	Catastrófico	Acidentes que causam Morte ou invalidez permanente.	Maior que R\$30.000,00

Fonte: os autores (2019)

Figura 4–Matriz de risco

Probabilidade	Categoria	Denominação	Matriz de Risco				
	5	Frequente	5	10	15	20	25
	4	Provável	4	8	12	16	20
	3	Improvável	3	6	9	12	15
	2	Remota	2	4	6	8	10
1	Extremamente remota	1	2	3	4	5	
Denominação		Leve	Moderada	Grande	Severo	Catastrófico	
Categoria		1	2	3	4	5	
Severidade							
1 a 5		Risco Tolerável (T)					
6 a 12		Risco Moderado (M)					
15 a 25		Risco Não Tolerável (NT)					

Fonte: os autores (2019)

Para a integração do Diagrama de Ishikawa na APR, foram considerados os conceitos: (i) método, (ii) material, (iii) mão de obra, (iv) máquina e (v) meio ambiente.

Ao analisar o conceito método, foi observada a metodologia de trabalho, levando em conta a organização das atividades e modos de execução. Quanto à análise da mão de obra, foi verificado a capacidade dos funcionários, e verificado se os mesmos apresentavam ou não domínio e conhecimento das atividades executadas. No conceito máquina, foram verificados os equipamentos e apetrechos utilizados para elaboração das atividades, levando em conta as revisões, integridade e funcionalidade. E no quesito meio ambiente, foram observados os locais e condições em que as atividades eram executadas.

Com a integração destas duas técnicas foi possível elaborar a planilha de controle e diagnóstico dos riscos, APRI, onde são apresentadas as colunas de (i) procedimentos: referentes a atividades executadas; (ii) fonte específica: aplicação da metodologia do Diagrama de Ishikawa para identificação dos cenários de possíveis falhas; (iii) o agente causador: referente à explicação do agente causador da falha; (iv) consequência: abordando as prováveis consequências caso o risco seja efetivo; (v) risco: enquadrando o tipo de risco no qual o trabalhador está exposto (físico, químico, biológico, de acidente e/ou ergonômico); (vi)

probabilidade: valor atribuído para probabilidade do risco (Figura 2); (vii) severidade: valor atribuído para severidade do risco(Figura 3); (viii) nível de risco: identificação do nível de risco com base no resultado da multiplicação da severidade e probabilidade, e consultado pela tabela matriz de risco (Figura 4).Após a elaboração, preenchimento e análise dos dados da planilha da APRI, foram desenvolvidas as respostas aos riscos identificados, apresentando possíveis soluções e medidas para mitigação e/ou eliminação dos riscos em cada atividade executada.

4. Resultados e discussões

4.1. Acompanhamento da execução das atividades

Durante o período de acompanhamento foram observadas as etapas do processo de assentamento da tubulação, conforme apresentadas no fluxograma da Figura 5.

Figura 5–Fluxograma das tarefas do processo de assentamento de tubulação FD DN 800



Fonte: Os autores (2019)

A princípio, em ambientes urbanizados, a equipe de segurança da empresa realizava reuniões com o órgão de trânsito do município e após a validação do plano de execução das atividades a população era comunicada do impedimento das vias por meio de rádios e jornais. Um dia antes da execução das atividades a equipe de segurança realizava as preparações para sinalização de avisos de impedimento e rotas de desvios, garantindo isolamento da área durante as movimentações de maquinários pesados, conforme observado na Figura 6.

Figura 6–Sinalização e isolamento das vias do local da obra



Fonte: os autores (2019)

No dia seguinte as operações iniciavam logo após a verificação da sinalização, somente assim iniciavam-se as atividades. As escavadeiras realizavam a abertura de valas, onde dependendo do local e da cota de arrasamento da tubulação podia chegar até a 6 metros de profundidade. Em certas situações eram feitas escavações com a formação de taludes inclinados, evitando o desmoronamento da vala, nas circunstâncias onde não havia possibilidade de abertura de vãos muito largo era necessário a utilização de escoramento ou do uso de equipamentos de proteção coletiva, conforme observado na Figura 7.

Durante a abertura das valas, uma equipe realizava a inspeção da tubulação como por exemplo, verificação do diâmetro e tipo de tubo, inspeção dos anéis de vedação, lubrificação das juntas e ponta-bolsa com vaselina e posicionamento da cinta de içamento, conforme observado na Figura 7.

Figura 7–Abertura de vala e preparo para içamento da tubulação



a) Abertura de vala para assentamento de tubo; b) Inspeção, preparo e içamento da tubulação.

Fonte: os autores (2019)

Enquanto isso, quando necessário, outro funcionário realizava o alinhamento de locação da tubulação, para garantir o correto posicionamento da peça, conforme observado na Figura 8.

Figura 8–Locação e alinhamento da tubulação



Fonte: os autores (2019)

Subsequente, a retroescavadeira ou caminhão *munck* realizava o içamento da tubulação, e um funcionário a conduzia, até a vala aberta, por meio de uma corda. Quando posicionada

próximo ao solo e da extremidade da tubulação já existente, outro funcionário mantinha-se de pé sobre a tubulação existente coordenando o encaixe dos dois tubos, conforme observado na Figura 9.

Figura 9—Assentamento e içamento da tubulação



a) Tubulação com cinta de içamento; b) Funcionário guiando tubulação para assentamento em vala.

Fonte: os autores (2019)

Após encaixados, era necessário a inspeção no interior do tubo verificando se o encaixe havia sido executado com sucesso, caso contrário, deveria ser retirado e executado novamente.

Quando todo o trajeto, de tubulação a ser assentado, era concluído, a vala era fechada com o material retirado na abertura, compactada e finalizada com uma camada superficial de pedra rachão e graduada, formando a base para a pavimentação. Esta base era compactada novamente para recebimento da pintura de ligação, dando sequência ao recebimento do CBUQ e finalizado com a compactação asfáltica, conforme Figura 10.

No período de observação das atividades, foram identificados atos de imprudência. Um dos funcionários, que trabalhava dentro de valas profundas, se recusava ficar dentro do equipamento de proteção coletiva, a “blindagem de vala”, uma gaiola de contenção para proteção contra desmoronamento do solo (Figura 11).

Também foram identificados momentos de jornadas de trabalho exaustivas, pois algumas atividades precisavam ser concluídas no menor tempo possível, dessa maneira, os funcionários trabalhavam mais de 8 horas seguidas, com pequenas pausas para refeições, e

ainda, algumas vezes, sob condições climáticas ruins como chuva, frio, vento e pouca iluminação, conforme observado na Figura 12.

Figura 10—Fechamento de vala e pavimentação



a) Fechamento de vala e recebimento de material base para pavimentação; **b)** Compactação de material base com compactador hidropneumático acoplado em retroescavadeira; **c)** Aplicação de CBUQ; **d)** Regularização do CBUQ; **e)** Rolo compressor asfáltico; **f)** Pavimentação concluída.

Fonte: os autores (2019)

Figura 11–Funcionário dentro da “blindagem de vala” e sem o uso da “blindagem de vala”



a) e b) Funcionários dentro da blindagem de contenção; c) Funcionários sem o uso da blindagem de contenção.

Fonte: os autores (2019)

Figura 12–Funcionário em jornada exaustiva e condições climáticas ruins



a) Trabalhadores em ambiente com pouca iluminação, frio, chuva e jornada de trabalho exaustiva;

b) Trabalhadores em ambiente com pouca iluminação e jornada de trabalho exaustiva.

Fonte: os autores (2019)

Em um dos acompanhamentos, o solo apresentava-se saturado por conta de uma forte chuva do dia anterior. Durante a tarefa de limpeza da tubulação para recebimento de uma outra a

equipe foi surpreendida por conta de um desmoronamento do solo, por sorte, nenhum funcionário se machucou (Figura 13).

Figura 13–Desmoronamento de solo saturado



a) Ruptura por cisalhamento do solo saturado; b) Solo saturado desmoronado.

Fonte: os autores (2019)

Após o período de observação foram realizadas as entrevistas individuais e coletivas com os funcionários da empresa, levantando suas reclamações, experiências profissionais, acidentes e quase acidentes já observados.

4.2. Elaboração da APRI

Com base no levantamento de dados foi desenvolvida a planilha da APRI e as respectivas respostas aos riscos identificados, seu resultado é apresentado pelas tabelas das Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

Figura 14–Preenchimento da planilha APRI, procedimento nº 1

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte específica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco		
1	Sinalização	Método	Sinalização mal executada	Acesso de pedestre e veículos em área restrita	Acidente	2	1	2	T	Melhorar instruções com treinamento das equipes de segurança		
			Não comunicação da população		Acidente	2	1	2	T	Realizar checklist das atividades necessárias antes do início das obras		
		Material	Sinalização frágil	Podem ser removidas por fatores externos	Acidente	3	1	3	T	Reforçar qualidade dos materiais empregados; Adicionar pesos extras à sinalizações, fixando-as ao chão.		
			Sinalização sem refletores	Dificuldade de visualizar a sinalização no período noturno	Acidente	3	2	6	M	Aquisição ou adaptação de sinalizações		
		Mão de Obra	Falta de vigia	Roubo ou retirada da sinalização por terceiros	Acidente	4	2	8	M	Melhora no sistema de fiscalização; Disponibilização de um funcionário para controle de avarias		
				Acesso de pedestre e veículos em área restrita	Acidente	3	1	3	T			
		Máquina	Não identificado no período de estudo									
		Meio Ambiente	Má visibilidade da sinalização	Acesso de pedestre e veículos em área restrita	Acidente	2	2	4	T	Melhorar instruções com treinamento das equipes de segurança		
				Atropelamento de sinalização por veículos.	Acidente	3	1	3	T	Melhora no sistema de fiscalização; Disponibilização de um funcionário para controle do trânsito		
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T			

Fonte: os autores (2019)

Figura 15–Preenchimento da planilha APRI, procedimento nº 2

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte específica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco		
2	Abertura de vala com retroescavadeira	Método	Elevação excessiva do braço da escavadeira próximo de redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	4	5	20	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.		
			Operação de maquinário próximo à borda da vala	Desmoroamento e queda do maquinário	Acidente	5	5	25	NT	Evitar excesso de peso próximo das beiradas das valas, inserir uma faixa de limitação para o operador; Trabalhar com cautela e sem movimentos bruscos com o maquinários quando for necessários operações próximas da borda		
			Uso de equipamento de forma incorreta	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	4	20	NT	Fiscalização do comportamento do operador; Fornecimento de treinamento sobre condutas irregulares e capacidades e limitações do equipamento utilizado		
		Material	Não identificado no período de estudo									
		Mão de Obra	Operador não qualificado	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	1	5	5	T	Qualificar o operador; substituir por operador mais eficiente		
			Operador sem condições de operar o maquinário		Acidente	1	5	5	T	Substituir o trabalhador; realização de exames médicos		
		Máquina	Equipamento sem inspeção	Rompimento do pistão hidráulico, ocasionando queda de materiais ou não sustentação do peso do próprio do maquinário quando apoiado ou suportando alguma carga.	Acidente	2	4	8	M	Desenvolver checklist para verificação do maquinários antes do início das atividades; Criar plano de inspeções de segurança (consulta ao manual do equipamento)		
			Equipamento muito antigo		Acidente	3	4	12	M			
			Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído	Físico	5	2	10	M	Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Fornecimento de EPIs: luvas, capacete, protetor auricular		
		Meio Ambiente	Operar equipamento com trabalhadores próximos	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	5	25	NT	Delimitar área de atuação dos trabalhadores enquanto equipamento estiver operando		
			Pontos cegos do equipamento		Acidente	5	5	25	NT			
			Redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	5	5	25	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.		
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça		
			Tempo chuvoso	Acidente por falta de estabilidade no equipamento por conta do barro e da tração nos pneus.	Acidente	2	4	8	M	Treinamento dos trabalhadores Treinamento dos trabalhadores e operadores de máquinas;		

Fonte: os autores (2019)

Figura 16–Preenchimento da planilha APRI, procedimento nº 3 e 4

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte específica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco	
3	Inspeção de Tubulação	Método	Colocar de forma incorreta a cinta de içamento	Tubulação pode escorregar e cair	Acidente	2	4	8	M	Fornecimento de EPIs: luvas e capacetes Capacitação aos trabalhadores	
			Não utilizar suportes para escoramento da tubulação (calço)	Tubulação pode rolar sobre o funcionário	Acidente	2	4	8	M		
			Empilhar a tubulação de forma incorreta		Acidente	2	5	10	M		
			Agachamento para inspeção da tubulação	Esforço da coluna	Ergonômico	5	1	5	T		
			Vaselina para lubrificação	Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos.	Químico	5	1	5	T		
	Material	Não identificados no período de estudo									
	Mão de Obra	Não identificados no período de estudo									
	Máquina	Não identificados no período de estudo									
	Meio Ambiente	Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos		
		Tempo chuvoso e lamaçal	Trabalhador pode escorregar e cair	Acidente	3	1	3	T	Utilização de EPIs: Botas de segurança Treinamento dos trabalhadores		
4	Alinhamento e Locação da tubulação	Método	Vala sem proteção contra desmoronamento	Soterramento do trabalhador	Acidente	5	5	25	NT	Utilização de EPCs: Blindagem de vala; Treinamento com os trabalhadores e principalmente com o operador dos maquinários	
			Retirada do trabalhador da vala com uso de equipamentos em péssimo estado	Queda do trabalhador	Acidente	2	4	8	M	Adequação de equipamentos de elevação; Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.	
	Material	Não identificados no período de estudo									
	Mão de Obra	Não identificados no período de estudo									
	Máquina	Não identificados no período de estudo									
	Meio Ambiente	Tempo chuvoso	Alagamento da vala, trabalhador pode ser soterrado ou não conseguir sair por conta do barro escorregadio	Acidente	4	5	20	NT	Evitar trabalho em fundo de vala com chuva ou solo muito úmido (instável); treinamento dos trabalhadores		
		Trabalho em ambiente alto	Queda do trabalhador	Físico	5	3	15	NT	Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.		
Radiação Solar		Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça			

Fonte: os autores (2019)

Figura 17–Preenchimento da planilha APRI, procedimento nº 5

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte específica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco	
5	Assentamento de tubulação, serviço realizado dentro de valas profundas	Método	Vala sem proteção contra desmoronamento	Soterramento do trabalhador	Acidente	5	5	25	NT	Utilização de EPCs: Blindagem de vala; Treinamento com os trabalhadores e principalmente com o operador dos maquinários	
			Trabalhar próximo dos taludes		Acidente	5	5	25	NT		
			Retirada do trabalhador da vala com uso de equipamentos em péssimo estado	Queda do trabalhador	Acidente	2	4	8	M		Adequação de equipamentos de elevação; Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.
			Operação de maquinário próximo à borda da vala	Desmoronamento e queda do maquinário	Acidente	5	5	25	NT		Evitar excesso de peso próximo das beiradas das valas, inserir uma faixa de limitação para o operador; Trabalhar com cautela e sem movimentos bruscos com o maquinários quando for necessárias operações próximas da borda
			Inspeção do anel de vedação no interior da tubulação assentada	Espaço confinado, risco de desmaio	Acidente	4	4	16	NT		Utilização de EPIs: máscara de oxigênio, cinto com linha de vida, rádio comunicador, lanterna elétrica; Treinamento do trabalhador em espaços confinados; Realização de exames médicos periódicos; Checklist de conformidades antes de entrar em locais confinados
				Intoxicação por poeiras e agentes químicos	Químico	5	4	20	NT		
				Posição inadequada para execução da tarefa	Ergonômico	5	1	5	T		
		Soterramento do trabalhador		Acidente	3	5	15	NT			
		Trabalhador próximo à tubulação durante o assentamento	Esmagamento de membros	Acidente	5	4	20	NT	Utilização de EPIs: luvas e capacetes; Treinamento com os trabalhadores e principalmente com o operador dos maquinários		
		Material	Cinta de içamento gasta, velha ou com carga superior à solicitada	Queda da tubulação no trabalhador	Acidente	3	5	15	NT	Checklist de inspeção dos materiais antes de iniciar as atividades	
		Mão de Obra	Trabalhador inexperiente	Sobrecarga de atividade nos demais trabalhadores, mal comportamento dentro de valas	Ergonômico	1	4	4	T	Realização de treinamento com trabalhador.	
			Trabalhador com excesso de autoconfiança	Expõem-se a si mesmo e aos outros colegas à situações de risco	Acidente	2	5	10	M		
			Permanência próxima dos maquinários e materiais em suspensão	Queda de materiais, ou acidentes envolvendo os maquinários	Acidente	5	4	20	NT		Fornecimento de EPIs: capacete; Treinamento de conscientização.
		Máquina	Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído	Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: protetor auricular; Treinamento de conscientização.	
			Permanência próxima dos trabalhadores e suspensão de materiais	Queda de materiais, ou acidentes envolvendo os trabalhadores	Acidente	5	4	20	NT	Fornecimento de EPIs: capacete; Treinamento de conscientização. Limitação do espaço de permanência dos trabalhadores	
		Meio Ambiente	Tempo chuvoso	Alagamento da vala, trabalhador pode ser soterrado ou não conseguir sair por conta do barro escorregadio	Acidente	4	5	20	NT	Evitar trabalho em fundo de vala com chuva ou solo muito úmido (instável); Treinamento dos trabalhadores	
				Saturação do solo, desabamento		4	5	20	NT		
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça	
			Trabalho em ambiente alto	Queda do trabalhador	Físico	5	3	15	NT	Treinamento do trabalhador; Fornecimento de EPIs: cinto de segurança com linha de vida, luvas e capacete.	
			Locais encharcados ou alagados	Contrair doenças respiratórias decorrente a umidade excessiva	Físico	4	1	4	T	Fornecimento de EPIs: botas de segurança, capas de chuva, toalhas para se secar.	

Fonte: os autores (2019)

Figura 18–Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 6

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte específica	Agente Causador	Consequência	Risco	Risco				Resposta ao Risco
						Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	
6	Fechamento de vala, compactação e pavimentação	Método	Operação de maquinário próximo à borda da vala	Desmoronamento e queda do maquinário	Acidente	5	5	25	NT	Evitar excesso de peso próximo das beiradas das valas, inserir uma faixa de limitação para o operador; Trabalhar com cautela e sem movimentos bruscos com o maquinários quando for necessários operações próximas da borda
		Material	Aplicação de primer (pintura de ligação)	Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos	Químico	4	2	8	M	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos
				Queimaduras	Químico	2	2	4	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, avental, máscaras, óculos
			Aplicação do CBUQ	Temperaturas elevadas	Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça
				Queimaduras	Físico	1	2	2	T	
				Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos	Químico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos
				Queimaduras	Químico	1	2	2	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, avental, máscaras, óculos
		Pó de pedra rachão e/ou graduada	Intoxicação por inalação, ingestão ou contato com a pele e/ou olhos	Químico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Luvas, máscaras e óculos	
		Mão de Obra	Operador não qualificado	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	1	5	5	T	Qualificar o operador; substituir por operador mais eficiente
			Operador sem condições de operar o maquinário		Acidente	1	5	5	T	
		Máquina	Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído	Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: protetor auricular; Treinamento de conscientização.
			Equipamento sem inspeção	Vibração excessiva do equipamento	Acidente	2	4	8	M	Desenvolver checklist para verificação do maquinários antes do início das atividades; Criar plano de inspeções de segurança (consulta ao manual do equipamento); Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Fornecimento de EPIs: luvas, capacete, protetor auricular
			Rolo compressor para pavimentação		Físico	5	1	5	T	
			Equipamento muito antigo		Físico	2	2	4	T	
		Meio Ambiente	Operar equipamento com trabalhadores próximos	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	5	25	NT	Delimitar área de atuação dos trabalhadores enquanto equipamento estiver operando
			Pontos cegos do equipamento	Acidente	5	5	25	NT		
			Redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	5	5	25	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.
			Radiação Solar	Queimaduras leves	Físico	5	1	5	T	Fornecimento de EPIs: Protetor solar, chapéu, roupa de manga longa e calça
			Tempo chuvoso	Acidente por falta de estabilidade no equipamento por conta do barro e da tração nos pneus	Acidente	2	4	8	M	Treinamento dos trabalhadores e operadores de máquinas;

Fonte: os autores (2019)

Figura 19–Preenchimento da planilha APRi, procedimento nº 7

Nº do Procedimento	Procedimento	Fonte específica	Agente Causador	Consequência	Risco	Probabilidade	Severidade	Nível de Risco	Nível de Risco	Resposta ao Risco	
7	Execução de tarefas com prazos curtos	método	Jornada de trabalho excessiva	Execução de manobra perigosa	Ergonômico	4	4	16	NT	Revesamento e pausas para descanso	
			Falta de atenção nas atividades	Ergonômico	4	1	4	T			
			Cansaço físico e mental	Ergonômico	4	1	4	T			
	Mão de Obra	Material	Não identificado no período de estudo								
			Trabalhador inexperiente	Sobrecarga de atividade nos demais trabalhadores, mal comportamento dentro de valas	Ergonômico	1	4	4	T	Realização de treinamento com trabalhador.	
			Trabalhador com excesso de autoconfiança	Expõem-se a si mesmo e aos outros colegas à situações de risco	Acidente	2	5	10	M		
	Permanência próxima dos maquinários e materiais em suspensão	Queda de materiais, ou acidentes envolvendo os maquinários	Acidente	5	4	20	NT	Fornecimento de EPIs: capacete; Treinamento de conscientização. Limitação do espaço de permanência dos trabalhadores			
	Máquina	Emissão de ruído proveniente dos maquinários	Ruído		Físico	5	2	10	M	Fornecimento de EPIs: protetor auricular; Treinamento de conscientização.	
			Equipamento sem inspeção	Rompimento do pistão hidráulico, ocasionando queda de materiais ou não sustentação do peso do próprio do maquinário quando apoiado ou suportando alguma carga.	Acidente	2	4	8	M	Desenvolver checklist para verificação do maquinários antes do início das atividades; Criar plano de inspeções de segurança (consulta ao manual do equipamento)	
			Equipamento muito antigo		Acidente	3	4	12	M	Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Realização de troca de maquinário ou readequação do mesmo; Fornecimento de EPIs: luvas, capacete, protetor auricular	
			Vibração excessiva do equipamento		Físico	2	2	4	T		
	Meio Ambiente	Permanência próxima dos trabalhadores e suspensão de materiais	Operar equipamento com trabalhadores próximos	Expõem os trabalhadores à situações de risco	Acidente	5	5	25	NT	Delimitar área de atuação dos trabalhadores enquanto equipamento estiver operando	
			Pontos cegos do equipamento		Acidente	5	5	25	NT		
			Redes energizadas	Eletrocussão do equipamento	Acidente	5	5	25	NT	Solicitação de desligamento de redes elétricas próximas ao local de obras; treinamento do operador do maquinário.	
			Falta de iluminação	Risco de acidentes	Acidente	5	2	10	M	Fornecimento de iluminação por geradores de energia	
			Tempo chuvoso	Alagamento da vala, trabalhador pode ser soterrado ou não conseguir sair por conta do barro escorregadio	Acidente	4	5	20	NT	Evitar trabalho em fundo de vala com chuva ou solo muito úmido (instável); treinamento dos trabalhadores	
				Saturação do solo, desabamento	Acidente	4	5	20	NT		
				Vento	Físico	4	1	4	T		
			Locais encharcados ou alagados	Frio	Físico	4	1	4	T	Fornecimento de EPIs: botas de segurança, capas de chuva, toalhas para se secar.	
				Contrair doenças respiratórias decorrente a umidade excessiva	Físico	4	1	4	T		
				Trabalho em ambiente alto	queda do trabalhador	Físico	5	3	15		NT

Fonte: os autores (2019)

4.3. Estatísticas dos resultados da APRI

Os resultados apresentando os percentuais e quantitativos de riscos e níveis de riscos são apresentados na Figura 20.

Figura 20–Compilação dos dados da APRI, análise dos riscos e resposta aos riscos por procedimento

Procedimento: 1					Procedimento: 2						
Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%	Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	1	11,1	Tolerável (T)	7	77,8	Físicos	3	21,4	Tolerável (T)	4	28,6
Químicos	-	-	Moderado (M)	2	22,2	Químicos	-	-	Moderado (M)	4	28,6
Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	-	-	Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	6	42,9
Biológicos	-	-	Total	9	100	Biológicos	-	-	Total	14	100
Acidente	8	88,9			Acidente	11	78,6				
Total	9	100			Total	14	100				

Procedimento: 3					Procedimento: 4						
Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%	Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	1	14,3	Tolerável (T)	4	57,1	Físicos	2	40,0	Tolerável (T)	1	20,0
Químicos	1	14,3	Moderado (M)	3	42,9	Químicos	-	-	Moderado (M)	1	20,0
Ergonômicos	1	14,3	Não Tolerável (NT)	-	-	Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	3	60,0
Biológicos	-	-	Total	7	100	Biológicos	-	-	Total	5	100
Acidente	4	57,1			Acidente	3	60,0				
Total	7	100			Total	5	100				

Procedimento: 5					Procedimento: 6						
Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%	Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	4	20,0	Tolerável (T)	4	20,0	Físicos	6	31,6	Tolerável (T)	10	52,6
Químicos	1	5,0	Moderado (M)	3	15,0	Químicos	5	26,3	Moderado (M)	5	26,3
Ergonômicos	2	10,0	Não Tolerável (NT)	13	65,0	Ergonômicos	-	-	Não Tolerável (NT)	4	21,1
Biológicos	-	-	Total	20	100	Biológicos	-	-	Total	19	100
Acidente	13	65,0			Acidente	8	42,1				
Total	20	100			Total	19	100				

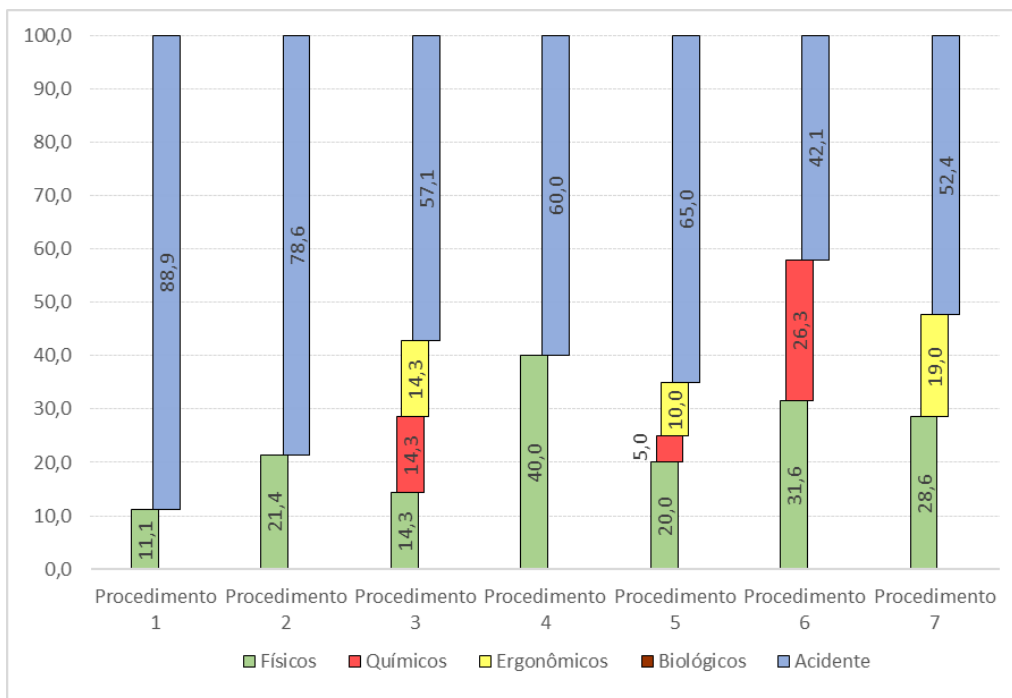
Procedimento: 7					Tabela Resumo dos Procedimentos						
Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%	Riscos	Qnt	%	Nível de Risco	Qnt	%
Físicos	6	28,6	Tolerável (T)	7	33,3	Físicos	23	24,2	Tolerável (T)	37	38,9
Químicos	-	-	Moderado (M)	5	23,8	Químicos	7	7,4	Moderado (M)	23	24,2
Ergonômicos	4	19,0	Não Tolerável (NT)	9	42,9	Ergonômicos	7	7,4	Não Tolerável (NT)	35	36,8
Biológicos	-	-	Total	21	100	Biológicos	-	-	Total	95	100
Acidente	11	52,4			Acidente	58	61,1				
Total	21	100			Total	95	100				

Fonte: os autores (2019)

O uso da ferramenta APRI, possibilitou a identificação de 95 cenários de risco, no processo de assentamento de tubos FD DN800, sendo 39% de riscos toleráveis, 24% moderados e 37% de riscos não toleráveis. Estes últimos sendo necessário medidas de controle imediatas.

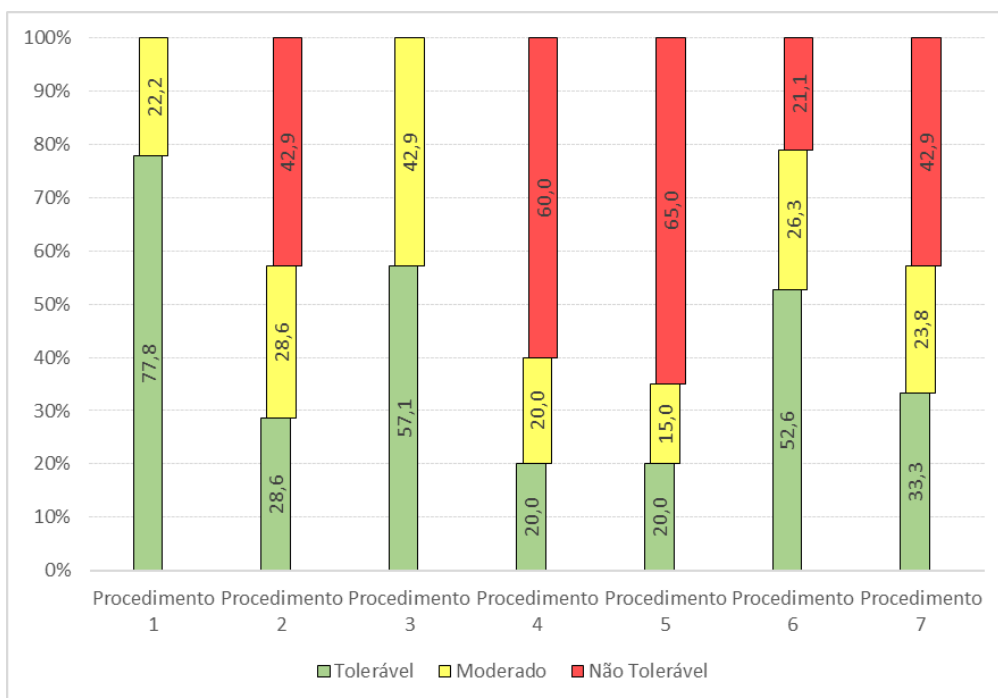
Realizando uma verificação dos riscos por procedimentos executados (Figura 21), pode-se observar que há a predominância dos riscos do tipo Acidente, para todos os procedimentos, seguido de riscos Físicos, Químicos e Ergonômicos. Durante todo o acompanhamento das atividades, não foram identificados riscos do tipo Biológico. Os percentuais de respostas aos riscos foram compilados e apresentados conforme Figura 22.

Figura 21–Percentual de riscos por procedimentos executados



Fonte: os autores (2019)

Figura 22–Percentual da classificação dos riscos por procedimentos executados



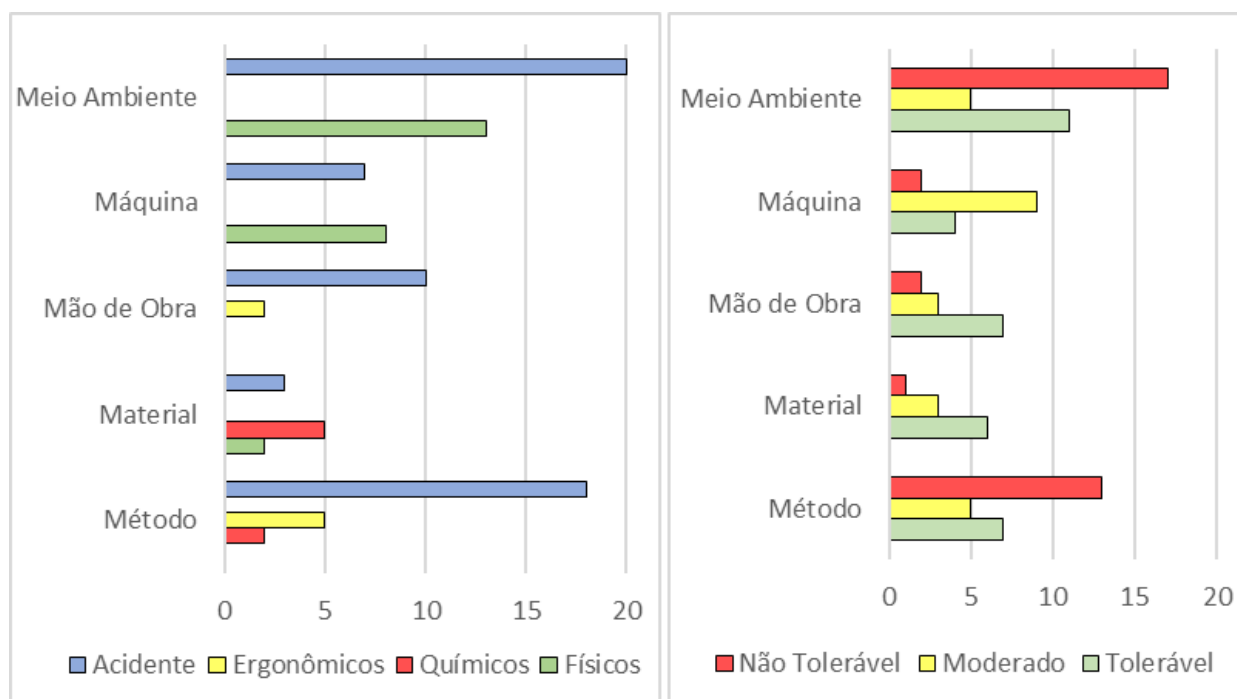
Fonte: os autores (2019)

Observa-se a maior predominância de riscos não toleráveis nos procedimentos 4 e 5, que correspondem àqueles onde o trabalhador executa suas atividades próximo ou dentro de valas. Analisando a Figura 23, onde a identificação dos riscos é isolada pela metodologia do Diagrama de Ishikawa, é possível observar que os fatores de riscos se concentram nos cenários de Método, Mão de obra e Meio ambiente. Enquanto que os níveis de risco mais críticos concentram-se no Método e Meio ambiente.

Figura 23–Riscos e níveis de riscos em relação aos cenários baseados na metodologia do Diagrama de Ishikawa

Tabela resumo dos procedimentos					
Ishikawa	Físicos	Químicos	Ergonômicos	Biológicos	Acidente
Método	-	2	5	-	18
Material	2	5	-	-	3
Mão de Obra	-	-	2	-	10
Máquina	8	-	-	-	7
Meio Ambiente	13	-	-	-	20

Ishikawa	Tolerável	Moderado	Não Tolerável
Método	7	5	13
Material	6	3	1
Mão de Obra	7	3	2
Máquina	4	9	2
Meio Ambiente	11	5	17



Fonte: os autores (2019)

5. Conclusão

Foram identificados 95 riscos no ambiente laboral em 7 procedimentos analisados na construção civil em uma grande obra de saneamento. Dentre estes riscos 39% foram classificados como toleráveis, 24% moderados e 37% não toleráveis, sendo estes, os de maior urgência para aplicação de medidas de controle. Constatou-se que o risco de maior predominância nas atividades executadas foi do tipo Acidente.

A APR demonstrou sua eficiência na identificação de diversos riscos em diferentes cenários encontrados, graças ao auxílio da integração do Diagrama de Ishikawa. Dessa maneira, a ferramenta APRi apresentou um resultado satisfatório, possibilitando além da identificação dos riscos inerentes às atividades, a observação dos cenários de riscos.

Os aspectos de maior atenção foram voltados para a metodologia de como são executadas as atividades e o meio ambiente, que apresenta riscos inerentes a ele, uma vez que são atividades que envolvem riscos de desabamento, soterramento, elevação de materiais pesados entre outros apresentados neste estudo.

Foram observados comportamentos de funcionários que resistiam ao uso dos equipamentos de proteção, merecendo maior atenção da gestão e segurança do trabalho, aplicando treinamentos e utilização de EPIs conforme legislações vigentes.

Ainda, destaca-se a importância da conscientização dos funcionários e da empresa quando a saúde e segurança no ambiente laboral.

REFERÊNCIAS

BAYBUTT, Paul. On the completeness of scenario identification in process hazard analysis (PHA). **Journal Of Loss Prevention In The Process Industries**, [s.l.], v. 55, p.492-499, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2018.05.010>.

FRANÇA, Sergio Luiz Braga; TOZE, Marco Antonio; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. A gestão de pessoas como contribuição à implantação da gestão de riscos. O caso da indústria da construção civil. **Revista Produção Online**, [s.l.], v. 8, n. 4, 25 nov. 2008. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v8i4.142>.

HFAIEDH, Nadia et al. Performing a preliminary hazard analysis applied to administration of injectable drug to infants. **Journal Of Evaluation In Clinical Practice**, [s.l.], v. 23, n. 4, p.875-881, 4 maio 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jep.12748>.

HOŁA, Bożena et al. Identification of factors affecting the accident rate in the construction industry. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 208, p.35-42, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.018>.

JAYAPRASAD, G. et al. Analysis of flow isolation problem in HMC using Ishikawa model: A case study. **Microelectronics Reliability**, [s.l.], v. 81, p.195-200, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.microrel.2017.12.041>.

JERONIMO, Carlos Enrique et al. Contribuições a gestão da segurança e saúde ocupacional de colaboradores do cultivo do mamão na região de Baraúna-RN. **Holos**, [s.l.], v. 4, p.101-110, 22 set. 2013. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2013.1000>.

LEE, In-bok; PARK, Seunghee. Improving Tube Design of a Problematic Heat Exchanger for Enhanced Safety at Minimal Costs. **Energies**, [s.l.], v. 10, n. 8, p.1236-1251, 21 ago. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/en10081236>.

MONFORTE, Priscila Morcelli; OLIVEIRA, Ualison Rébula; ROCHA, Henrique Martins. FAILURE MAPPING PROCESS: AN APPLIED STUDY IN A SHIPYARD FACILITY. **Brazilian Journal Of Operations & Production Management**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p.124-134, 2015. DOI: 10.14488/BJOPM.2015.v12.n1.a12.

QU, Fang; WANG, Xiao; ZUO, Zhe.

Preliminary Hazard Analysis on Fire and Explosion Hazard of Stevedoring Process in LNG Terminal. **Applied Mechanics and Materials**, [s.l.], v. 496-500, p.2863-2866, jan. 2014. Trans Tech Publications. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.496-500.2863>.

REZAIAN, S.; JOZI, S.a.; ZAREDAR, N.. Environmental risk assessment of a dam during construction phase. **Global Journal Of Environmental Science And Management**, [s.l.], v. 2, n. 4, p.345-356, dez. 2016. Iran Solid Waste Association. <http://dx.doi.org/10.22034/gjesm.2016.02.04.004>.

TAVARES, José da Cunha. **Noções de Prevenção e controle de perdas em segurança do trabalho**. São Paulo: Senac, 2012.

VARZAKAS, T.. HACCP and ISO22000: Risk Assessment in Conjunction with Other Food Safety Tools Such as FMEA, Ishikawa Diagrams and Pareto. **Encyclopedia Of Food And Health**, [s.l.], p.295-302, 2016. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00320-2>.

YAN, Fang; XU, Kaili. Methodology and case study of quantitative preliminary hazard analysis based on cloud model. **Journal Of Loss Prevention In The Process Industries**, [s.l.], v. 60, p.116-124, jul. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2019.04.013>.



ZHAO, Nuo; ZHAO, Tingdi; TIAN, Jin. ReliabilityCenteredPreliminaryHazardAnalysis. **2009**

AnnualReliabilityAndMaintainabilitySymposium, [s.l.], jan. 2009. IEEE.

<http://dx.doi.org/10.1109/rams.2009.4914669>.