



METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA A PARTIR DA NR 12

1º AUTOR – douglasumeda@gmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ- UFPR

ÁREA: N° - NOME (EX: 10. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO)

SUBÁREA: N° - NOME (EX.: 10.1 - ESTUDO DA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO)

RESUMO: No meio empresarial, é ressaltado a importância de investimentos que mantenham a alta confiabilidade e segurança nos seus ambientes de trabalho. Sendo assim, é necessário que haja direcionamento e assertividade na seleção dos projetos de infraestrutura, assim destina-se o capital às aquisições ou melhorias de equipamentos e serviços atuais. O seguinte estudo apresenta por meio de projeção de cenários, uma metodologia para classificação de projetos ligados à norma regulamentadora nº12, conduzidos por uma análise de risco proposta pelo diagrama de Ishikawa, e após isso, classificadas através da FMEA. O ranqueamento dos projetos será mensurado pelos impactos gerados a partir da ausência de sua aplicação, o qual se submete em riscos de acidentes e multas para a companhia. Sob esta ótica, a execução do método promove a redução do número de trabalhadores acidentados, melhoria das condições ergonômicas, e significativa diminuição de multas.

PALAVRAS-CHAVES: XXIX SIMPEP; SIMPEP 2022, SELEÇÃO DE PROJETOS, NR12, SEGURANÇA DO TRABALHO, PROJEÇÃO DE CENÁRIOS, DIAGRAMA DE ISHIKAWA, FMEA

METHODOLOGY FOR PRIORITIZATION OF INFRASTRUCTURE PROJECTS FROM NR 12

ABSTRACT: *In the business environment, the importance of investments that maintain high reliability and safety in their work environments is emphasized. Therefore, it is necessary to target and assertiveness in the selection of infrastructure projects, thus allocating capital to acquisitions or improvements of current equipment and services. The following study presents through scenario projection, a methodology for classifying projects related to regulatory standard n°12, conducted by a risk analysis proposed by the Ishikawa diagram, and after that, classified through FMEA. The ranking of projects will be measured by the impacts generated from the absence of their application, which is subject to risks of accidents and fines for the company. From this perspective, the implementation of the method promotes the reduction of the number of injured workers, improvement of ergonomic conditions, and a significant reduction in fines.*

KEYWORDS: *XXIX SIMPEP; SIMPEP 2022, PROJECT SELECTION, NR12, WORK SAFETY, SCENARIO PROJECTION, ISHIKAWA DIAGRAM, FMEA*

1. INTRODUÇÃO

Com a competitividade do mercado e desenvolvimento das empresas, é necessário ressaltar a importância de uma gestão de projetos organizada que atenda tanto as demandas internas quanto as externas no seu investimento, com o objetivo de crescer a capacidade de produção, renovar equipamentos, minimizar os custos e aumentar a produtividade (SOUZA, 2020). Assim, para ter um direcionamento assertivo do capital aplicado, é de suma importância adotar um gerenciamento de portfólio de projetos, sendo possível extrair maior vantagem competitiva de acordo com os recursos e estratégias organizacionais. (BELINI, 2021)

Um termo que fomenta o fluxo de investimento à longo prazo dentro da própria empresa é representado pelo CAPEX - Capital Expenditure, expressão dada aos investimentos em bens de capitais, o qual direciona o capital à compra ou melhorias de equipamentos e mão de obra para manter o funcionamento dos processos já existentes. (DUTRA, 2018)

Segundo Souza e Pompermayer (2018), há dificuldades em administrar escopos de projetos de infraestrutura relacionados à segurança durante sua implantação, principalmente com incertezas nos custos indiretos. Como consequência desse planejamento impreciso, pode-se transcorrer riscos durante a priorização e seleção de projetos.

Da Silva (2021), observa ainda o cenário organizacional e sua valorização com os ganhos econômicos relacionados às prevenções de acidentes, pois evitam custos de acidentes relacionados aos salários das vítimas, reparos a danos materiais, tempo de investigação de causas, perda de produção, socorros e imagem pública da organização. Portanto, há dificuldades em analisar ganhos financeiros em projetos de segurança, devido seus custos indiretos atrelados aos processos.

Seguindo esse contexto, o objetivo deste artigo é propor uma metodologia que auxilie na seleção e priorização das propostas de projetos de investimento relacionados à segurança do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – Desenvolvimento de Projetos de Infraestrutura associados à segurança

De acordo com Silva (2019), a infraestrutura no cenário empresarial agrega valor em atividades produtivas, principalmente com custos e benefícios. Além de ser um investimento para elevar os aspectos econômicos e sociais (GOMIDE, 2018). Os projetos realizados para

manter o suporte em infraestrutura, tem como objetivo reforçar a segurança, processos e integridade no meio produtivo.

Pensando nesses conceitos de prevenção organizacional, é necessário seguir durante a estruturação do projeto, um planejamento detalhado que visa os processos e recursos presentes na operação, que contém a qualificação do trabalhador até a manutenção dos equipamentos (DO NASCIMENTO JORGE, 2019).

De Oliveira Cavaignac (2018), determina como fundamentais para o desenvolvimento da análise em projetos de segurança, os instrumentos geradores de custo dos incidentes trabalhistas, tais como pagamento de salário de trabalhadores afastados, despesas de primeiros socorros, perda de equipamentos, materiais, custos atrelados aos reparos, perdas com o tempo de processo fora de operação e horas extras.

Um tema pertinente e fundamental no ambiente de trabalho organizacional é a gestão de saúde e segurança do trabalho, no qual as empresas buscam ações de melhorias e padrões para prevenir acidentes, doenças e custos desnecessários (DA SILVA, 2021). Para Dinizio (2020), priorizar esse tópico é necessário, visto que grande parte das companhias perdem espaço dentro do cenário competitivo por questões não eficientes no controle de riscos.

Dos Santos Barbosa (2021), acredita que os acidentes no cotidiano das atividades industriais prejudicam a organização, principalmente com impacto na sua imagem, e para isso, deve ser revisado os procedimentos ligados às medidas de segurança atendendo as normas trabalhistas.

De acordo com o Ministério do Trabalho (2022), as Normas Regulamentadoras - NRs, suprem os tópicos de segurança e medicina do trabalho inclusos na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Tendo sido publicadas inicialmente em 8 de junho de 1978 com o intuito de evitar acidentes e doenças em seus serviços laborais, sendo que atualmente existem 37 normas aprovadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Uma das normas que frequentemente se aplica no âmbito industrial é a NR12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, cujo objetivo é realizar uma série de procedimentos essenciais para que haja harmonia entre maquinários e ambiente no sistema laboral, a partir disso é exigido proteção dos maquinários a favor da prevenção dos riscos aos colaboradores que manuseiam (NR 12, Portaria SEPRT n.º 916, de 30 de julho de 2019)

Autores como JUNIOR (2018), propõe que o foco da NR12 está em garantir que as máquinas busquem prevenir acidentes desde a montagem, instalação e manutenção de algum equipamento até sua execução e funcionalidade. A aplicação da norma não difere se a máquina é nova ou se já está em uso na operação, pois em algum momento a máquina pode

apresentar erros, e são nessas falhas que precisam ser analisadas e desenvolvidas para proteger a saúde e segurança do colaborador.

Além da NR12, a NR28 é composta por um grupamento de normas técnicas, que trata de estabelecer os procedimentos de fiscalização quanto ao cumprimento das disposições legais e/ou regulamentares sobre segurança e saúde do trabalhador, bem como as penalidades a serem aplicadas em caso de descumprimento da legislação, de acordo com o Ministério do Trabalho (2022)

Além disso, a norma visa penalizar as organizações que descumprem os atendimentos das NRs obrigatórias, ou seja, após constatar as irregularidades um agente de fiscalização exigirá um prazo para adequar o espaço laboral, equipamentos ou máquinas. (DA SILVA SILVEIRA, 2020)

O Ministério do Trabalho afirma que as penalidades serão aplicadas de acordo com a segurança e medicina do trabalho, grau de infração e número de empregados. A classificação da infração vigente encontra-se disponível na NR 28 e a partir desta, é possível verificar se a infração se enquadra no segmento de segurança ou medicina do trabalho, sendo que, também permite o ranqueamento de 1 a 4 do grau de infração. Assim, é possível calcular o valor mínimo e máximo que se aplica no descumprimento dos preceitos legais, tabela 1:

Tabela 1 – Gradação de multas

GRADAÇÃO DE MULTAS (EM BTN)								
Número de Empregados	SEGURANÇA DO TRABALHO				MEDICINA DO TRABALHO			
	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄
01-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252-2792	378-482	676-839	1015-1254	1350-1680
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334	429-498	840-1002	1255-1500	1681-1998
26-50	831-936	1665-1935	2496-2898	3335-3876	499-580	1003-1166	1501-1746	1999-2320
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418	581-662	1176-1324	1747-1986	2321-2648
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3717	4419-4948	663-744	1325-1482	1987-2225	2649-2976
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490	745-826	1483-1646	2226-2471	2977-3297
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033	827-906	1647-1810	2472-2717	3298-3618
Mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304	907-990	1811-1973	2718-2957	3619-3782

Fonte: NR 28 (2020)

2.2 – Gerenciamento de Riscos com Diagrama de Ishikawa

Para auxiliar o desenvolvimento da seleção dos projetos de infraestrutura em segurança, o Diagrama de Ishikawa pode ser utilizado para o mapeamento de causas do problema. Tal ferramenta de qualidade foi proposta por Kaoru Ishikawa, que evidencia as causas da problemática contextualizada (MOREIRA, 2018). A aplicação se divide em 6 áreas diferentes (6M), de acordo com Moreira e Loos (2018):

- Método: Imprudência na metodologia (procedimento) de trabalho
- Máquina: Defeito nos maquinários do processo
- Medidas: Erro no acompanhamento de métrica do processo
- Meio ambiente: Problemática ligada aos fatores externos
- Matéria-prima: Defeito no material conforme as exigências do processo
- Mão-de-obra: Inadequação no procedimento do trabalho por parte do colaborador

Para execução do diagrama, Da Silva (2018) propõe ressaltar o problema, relatar as causas e registrar no diagrama espinha de peixe – Figura 1; com o auxílio de um Brainstorming - técnica associada à chuva de ideias que foca em solucionar um problema específico (DE SOUZA, 2018); após isso, analisar as causas levantadas para conduzir as ações corretivas ao processo.

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Analisando e resolvendo as não conformidades na indústria de alimentos

2.3 – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial

Para garantir a melhoria contínua dos processos existentes na indústria, Rockenbach (2019) propõe que a ferramenta Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial – FMEA apresenta a identificação e organização de falhas com base em três elementos: severidade,

ocorrência e detecção; os quais são avaliados respectivamente em uma escala variável de 1 a 10. O resultado da multiplicação dos três índices dão origem ao RPN – Risk Priority Number, número prioritário de risco ou grau de risco, que indica quanto deve-se priorizar o comportamento da falha identificada dentro da operação investigada. (PEREIRA, 2021)

Da Luz Lima (2021) observa que uma maior eficiência no resultado ocorre quando são atribuídos dados reais do processo, porém na ausência dessas métricas, pode-se dispor escalas qualitativas referentes as experiências dos colaboradores.

Felix (2018) ressalta que o uso prático da ferramenta no início do planejamento inicial do projeto é fundamental, principalmente para a engenharia de segurança do trabalho, que colabora com as apreciações de riscos envolventes nas empresas juntamente com ações que evitem os problemas graves. O quadro 1 apresenta a composição dos índices em severidade, ocorrência e detecção:

Quadro 1 – Composição de índices FMEA

Índice	Severidade	Ocorrência	Detecção
1	Menor	Remota	Quase Certa
2	Baixa	Remota	Muito Alta
3	Baixa	Pequena	Alta
4	Moderada	Pequena	Moderadamente Alta
5	Moderada	Moderada	Moderada
6	Moderada	Moderada	Baixa
7	Elevada	Alta	Muito Baixa
8	Elevada	Alta	Remota
9	Crítica	Muito Alta	Muito Remota
10	Crítica	Muito Alta	Incerteza Absoluta

Fonte: O autor (2022)

3. METODOLOGIA

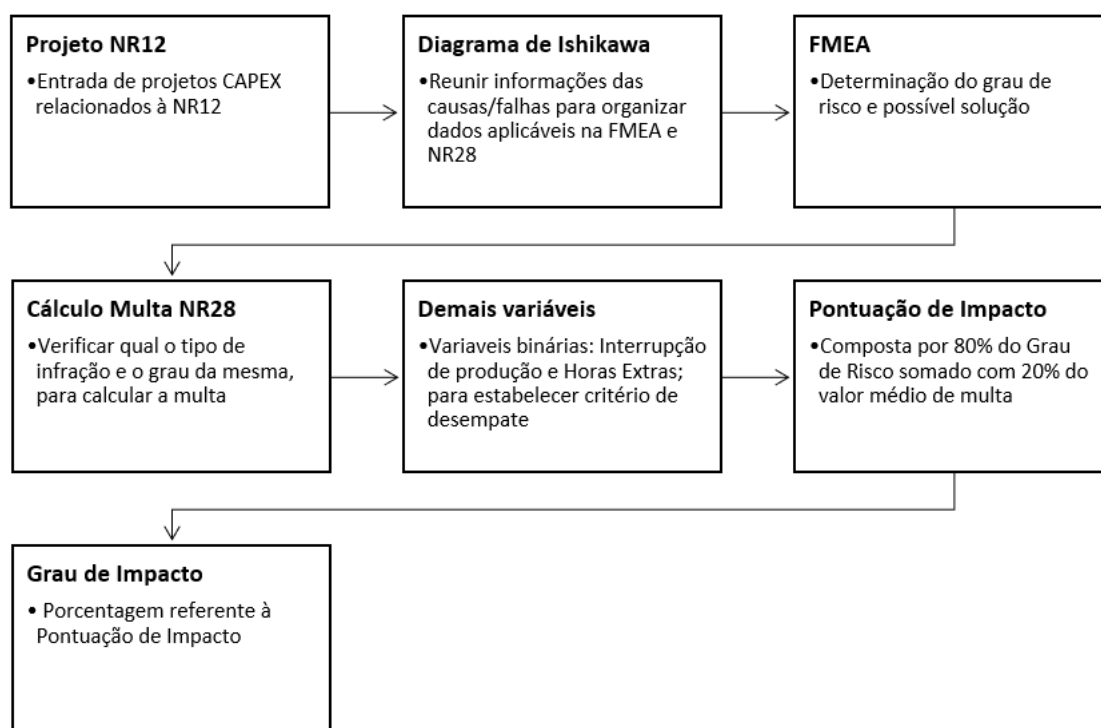
A metodologia traz por meio deste trabalho uma propriedade investigativa com os fatores reais, que contribui profundamente com o desenvolvimento do contexto e dos processos analisados em questão. (FERNANDES, 2018)

Para tal, será feito o uso de cenários. De Abreu e Gomes (2018), descrevem que a projeção de cenários representa o estudo futuro para elaborar estratégias que auxiliem no

planejamento do que é até então imprevisível. Tal projeção futura, diminui os riscos na tomada de decisão e possibilita assertividade no que conduz os projetos. (OLIVEIRA, 2018)

Estes cenários serão utilizados para exemplificar o uso da metodologia proposta para a análise e priorização de projetos de suporte em infraestrutura baseados nas causas correspondentes a norma regulamentadora nº12. A metodologia, figura 2, seguirá as seguintes etapas:

Figura 2 – Fluxo da Metodologia



Fonte: O autor (2022)

1. O processo se inicia com a necessidade de análise de um projeto CAPEX relacionado a NR 12;
2. Diagrama de Ishikawa – utilizado para a determinação de causas ou falhas, de modo que organize previamente as informações, as quais serão utilizadas na aplicação da FMEA e no Cálculo de valor de multa;
3. Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA) – permite classificar os índices de severidade, ocorrência e detecção para cálculo do grau de risco;
4. Cálculo de valor de multa – a partir dos critérios da aplicação da NR28, utilizará o tipo e grau de infração para realizar o cálculo do valor de multa a ser aplicado, com o valor fixo da UFIR em R\$1,0641;

5. Levantamento das demais variáveis – variáveis binárias envolvidas na operação, como: Interrupção da produção e horas extras. Estas variáveis têm o objetivo de ser o critério de desempate entre outros projetos, portanto são elementos prioritários durante o ranqueamento;

6. Pontuação de Impacto – valor composto pela soma de 80% referente ao Grau de Risco mais 20% do Valor de Multa. O valor de grau de risco contribuirá com peso de 80% e será somado com 20% do valor médio da penalidade, assim se formará a Pontuação de Impacto. Com a pontuação composta é determinado o Grau de Impacto e, dessa forma, será ranqueado o projeto de acordo com sua porcentagem que incluirá os riscos e penalidades atrelados.

7. Grau de Impacto – de acordo com a Pontuação de Impacto, é possível determinar em porcentagem o seu impacto no meio laboral, quanto maior o grau de impacto, maior sua priorização entre os projetos. Para isso, considera-se o valor máximo possível da Pontuação de Impacto, ou seja, 2112,88 correspondendo à 100% do Grau de Impacto, equação 1:

Equação 1 – Cálculo da Pontuação de Impacto máxima

$$\text{Grau de Risco máx} = 10 \times 10 \times 10 = 1000$$

$$\text{Valor de Multa máx} = \frac{(6034 + 6304)}{2} \times R\$1,0641 = R\$6.564,43$$

$$\text{Pontuação de Impacto máx} = (1000 \times 0,80) + (R\$6.564,43 \times 0,20) = \mathbf{2112,88}$$

4. DESENVOLVIMENTO

A fim de explicar a metodologia proposta foi necessário definir cenários, para tal foram considerados três projetos de infraestrutura relacionados com a NR12.

Cenário 1 – Projeto de adequação elétrica no equipamento X

Considera-se um problema identificado no funcionamento de um maquinário, durante um turno de trabalho integral com 300 operadores em circulação, o qual prejudica a ergonomia do colaborador podendo causar choque elétrico durante o contato de uma fiação exposta, problema gerado pelo uso rotineiro e por falta de manutenção do equipamento.

Tabela 2 – Diagrama de Ishikawa – Cenário 1

Diagrama de Ishikawa							
Processo	Mão de obra	Meio Ambiente	Materiais	Máquinas	Medição	Métodos	Causa/Falha
Operação de maquinário causando choques elétricos	-	Circuito elétrico exposto, contato indireto com ambiente	-	Defeito no cabo do maquinário, expondo o circuito elétrico	-	-	Defeito no cabo do equipamento

Fonte: O autor (2022)

Observa-se que a análise de Ishikawa é válida mesmo no caso de alguns fatores não preenchidos. Neste caso não foram considerados os valores de mão de obra, materiais, medição e métodos, pois durante o brainstorming não foram identificadas causas atreladas a estes critérios. Conforme as informações colhidas no diagrama, pode-se considerar fatores relevantes sobre as principais falhas e problemas relacionados à causa, os quais auxiliaram no preenchimento de efeito, causa e controle existente no processo da Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial.

Tabela 3 - Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial – Cenário 1

Processo ou ação	Situação Atual ou Potencial							Solução
	Efeito da Falha	Severidade	Causa da Falha	Ocorrência	Controles Existentes no Processo	Deteção	Risco	
Operação de maquinário causando choques elétricos	Risco de choque elétrico, causando incapacidade temporária ou óbito do colaborador	10	Rompimento da blindagem do cabo elétrico do equipamento, devido aos fatores externos da fábrica. (fluxo de pessoas ao redor do equipamento)	5	Maquinário funciona, porém com defeito. Não apresenta indicador de mau funcionamento	5	250	Adequação elétrica no equipamento X

Fonte: O autor (2022)

Com os índices de severidade, ocorrência e detecção especificados, obtém-se o grau de risco do problema relacionado ao projeto avaliado.

Na próxima etapa, é realizada a classificação do tipo e grau de infração fiscalizado pela NR28. Neste cenário 1 aplica-se o item/subitem 12.3.1 - Os circuitos elétricos de comando e potência das máquinas e equipamentos devem ser projetados e mantidos de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos

de acidentes, conforme previsto nas normas técnicas oficiais e, na falta dessas, nas normas internacionais aplicáveis. Portanto, é determinado o grau de infração = 4 e classificado como segurança do trabalho, tabela 4:

Tabela 4 – Fiscalização e Penalidades NR28 – Cenário 1

NR 12 (312.000-0)			
Item/Subitem	Código	Infração	Tipo
12.1.7	312309-0	3	S
12.1.8	312310-3	2	S
12.1.9 e 12.1.9.1	312311-1	4	S
12.1.12	312312-0	4	S
12.2.1 e 12.2.1.2	312313-8	2	S
12.2.2	312314-6	3	S
12.2.3	312315-4	3	S
12.2.4	312316-2	3	S
12.2.5	312317-0	2	S
12.2.6 e 12.2.6.1.	312318-9	3	S
12.2.7	312319-7	2	S
12.2.8	312320-0	3	S
12.2.8.1	312321-9	3	S
12.3.1	312322-7	4	S
12.3.2	312323-5	4	S
12.3.3	312324-3	4	S

Fonte: Ministério do Trabalho (2022)

Após verificado a penalidade conforme a norma regulamentadora, verifica-se o número de trabalhadores do local, para determinar o valor mínimo e máximo da multa em UFIR atribuída sobre a causa. Na unidade fabril analisada à quantidade de trabalhadores que circulam no processo produtivo é de cerca de 300, assim é estabelecido o valor médio da multa em R\$5.554,07, considerando o valor fixo de UFIR em R\$1,0641, tabela 5 e equação 2:

Tabela 5 – Gradação das multas (em Ufir) – Cenário 1

Número de empregadores	Gradação das Multas (em Ufir)							
	Segurança do Trabalho				Medicina do Trabalho			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
1-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252-2792	378-428	676-839	1015-1254	1350-1680
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334	429-498	840-1002	1255-1500	1681-1998
26-50	831-963	1665-1935	2496-2898	3335-3876	499-580	1003-1166	1501-1746	1999-2320
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418	581-662	1167-1324	1747-1986	2321-2648
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3718	4419-4948	663-744	1325-1482	1987-2225	2649-2976
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490	745-826	1483-1646	2226-2471	2977-3297
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033	827-906	1647-1810	2472-2717	3298-3618
mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304	907-990	1811-1973	2718-2957	3619-3782

Fonte: Ministério do Trabalho (2022)

Equação 2 – Cálculo valor médio da multa – Cenário 1

$$\text{Valor Médio da Multa} = \left(\frac{4949 + 5490}{2} \right) \times 1,0641 = R\$5.554,07$$

Dentro do primeiro cenário, é considerado que caso não tenha adequação do projeto para o bom funcionamento da operação, isto somente acarretará a interrupção da produção, não afetando as horas extras no processo. Com isso, as próximas etapas metodológicas são calcular a Pontuação de Impacto e o Grau de Impacto, equações 3 e 4, respectivamente:

Equação 3 – Cálculo da Pontuação de Impacto – Cenário 1

$$\text{Pontuação de Impacto} = (250 \times 0,80) + (R\$5.554,07 \times 0,20) = 1310,81$$

De acordo com a pontuação obtida na equação 2, relaciona-se com o valor máximo para resultar na porcentagem, ou seja, no seu Grau de Impacto, equação 4:

Equação 4 – Cálculo do Grau de Impacto – Cenário 1

$$\text{Grau de Impacto} = \frac{1310,81}{2112,88} = 0,6204 = 62,04\%$$

Cenário 2 – Projeto para adequações nos digestores de penas

Para a elaboração deste cenário mensurou-se o risco de acidentes no processo de carregamento e descarregamento dos digestores de penas, onde as ações são realizadas de forma manual. A situação apresenta risco de queda e queimaduras de alto grau. O processo possui turnos matutinos de 8 horas, para favorecer a iluminação ambiente e conseqüentemente evitar acidentes.

Para abertura e fechamento das bocas de carregamento é necessário que um colaborador que está operando os digestores acione uma campainha para informar o outro colaborador que fica no recebimento de matéria prima localizado no 2º piso de operação, caso o digestor contenha pressão interna, isto pode ocasionar um acidente de alto grau potencial.

Tabela 6 – Diagrama de Ishikawa – Cenário 2

Diagrama de Ishikawa							
Processo	Mã o de obr	Meio Ambiente	Materia is	Máquinas	Mediçã o	Métod os	Causa/Falha

	a						
Carregamento e descarregamento dos digestores de penas	-	Não há grades fixas nem móveis, para eliminar o risco de queda do colaborador	-	Não possui dispositivos de trava em abertura de carregamento ou na tampa de descarregamento, também não possui indicador de pressão interna do equipamento	-	-	Risco de queda e de queimaduras em todo corpo no carregamento e descarregamento dos digestores de penas

Fonte: O autor (2022)

Na sequência, avaliam-se potenciais falhas para determinar os valores para gerar o grau de risco e uma possível solução tratada pelo projeto levantado.

Tabela 7 – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial – Cenário 2

Processo ou ação	Situação Atual ou Potencial							Solução
	Efeito da Falha	Severidade	Causa da Falha	Ocorrência	Controles Existentes no Processo	Deteção	Risco	
carregamento e descarregamento dos digestores de penas	Risco de queda e de queimaduras em todo corpo no carregamento e descarregamento dos digestores de penas	10	Inadequação do maquinário, expondo riscos durante o carregamento ou descarregamento dos digestores de penas	6	Não há sensores de travas nas tampas, não há sensores de operação ou sinalização	9	540	Fechamento de portões/cercas, instalações de sensores e travas, instalações de dispositivos

Fonte: O autor (2022)

Nesse contexto, observa-se que no cenário 2 está atribuído o risco na NR12.4.1 - Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental. Dessa forma, determina-se grau de infração = 4 com classificação em segurança do trabalho, tabela 8:

Tabela 8 – Fiscalização e penalidades NR28 – Cenário 2

12.3.5, alínea "d"	312329-4	3	S
12.3.5, alínea "e"	312330-8	4	S
12.3.6	312331-6	4	S
12.3.7	312332-4	4	S
12.3.7.1	312333-2	4	S
12.3.7.2	312334-0	4	S
12.3.8, alínea "a", 12.3.8, alínea "b", 12.3.8, alínea "c"	312335-9	4	S
12.3.8, alínea "b"	312336-7	4	S
12.3.8, alínea "c"	312337-5	4	S
12.3.9, alíneas "a", "b" e "c"	312338-3	3	S
12.3.10	312339-1	3	S
12.4.1, alíneas "a", "b", "c", "d" e "e"	312340-5	4	S
12.4.2	312341-3	4	S
12.4.3, alíneas "a", "b", "c", "d", "e", "f" e "g"	312342-1	4	S

Fonte: Ministério do Trabalho (2022)

Para o segundo cenário, considera-se 2 colaboradores diretos que trabalham no equipamento, com isso identifica-se na gradação de multas o valor em UFIR de 2252-2792 conforme a tabela 9, que corresponde ao valor de multa médio em R\$2.683,66, desenvolvido na equação 5:

Tabela 9 – Gradação das Multas (em Ufir) – Cenário 2

Número de empregadores	Gradação das Multas (em Ufir)							
	Segurança do Trabalho				Medicina do Trabalho			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
1-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252-2792	378-428	676-839	1015-1254	1350-1680
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334	429-498	840-1002	1255-1500	1681-1998
26-50	831-963	1665-1935	2496-2898	3335-3876	499-580	1003-1166	1501-1746	1999-2320
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418	581-662	1167-1324	1747-1986	2321-2648
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3718	4419-4948	663-744	1325-1482	1987-2225	2649-2976
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490	745-826	1483-1646	2226-2471	2977-3297
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033	827-906	1647-1810	2472-2717	3298-3618
mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304	907-990	1811-1973	2718-2957	3619-3782

Fonte: Ministério do Trabalho (2022)

Equação 5 – Cálculo valor médio da multa – Cenário 2

$$\text{Valor Médio da Multa} = \left(\frac{2252 + 2792}{2} \right) \times 1,0641 = R\$2.683,66$$

De acordo com o segundo cenário, considera-se que não executar o projeto acarreta diretamente na interrupção de produção e conseqüentemente em horas extras, que serão

aplicadas para normalidade do processo. Dando continuidade ao método, calcula-se na equação 6 a Pontuação de Impacto:

Equação 6 – Cálculo da Pontuação de Impacto

$$\text{Pontuação de Impacto} = (540 \times 0,80) + (R\$2.683,66 \times 0,20) = 968,73$$

A partir da pontuação obtida pode-se calcular a porcentagem de grau de impacto, equação 7:

Equação 7 – Cálculo do Grau de Impacto

$$\text{Grau de Impacto} = \frac{968,73}{2112,88} = 0,4585 = 45,85\%$$

Cenário 3 – Projeto para adequar descarga do digestor COE

Analisou-se em um determinado equipamento da fábrica que as válvulas de descarga de sólidos e líquidos do digestor são manuais, onde o processo é realizado apreciando o risco de respingo de material quente com o operador próximo.

Atualmente são realizadas 8 bateladas de cozimento de pele por dia, no qual um operador precisa abrir manualmente as válvulas para descarga, há necessidade do uso de EPI's pesados como avental de raspa e luva de vaqueta, porém em ambiente quente a atividade se torna desconfortável.

Tabela 10 – Diagrama de Ishikawa – Cenário 3

Diagrama de Ishikawa							
Processo	Mão de obra	Meio Ambiente	Materiais	Máquinas	Medição	Métodos	Causa/Falha
Apreciação de risco do digestor COE	-	Ambiente quente, devido à operação em alta temperatura	-	Válvulas de descarga de sólido e líquido do digestor são manuais, e o operador tem de ficar muito próximo para realizar a atividade com risco de respingo de material quente.	-	-	Risco de queimadura pelo sistema de válvulas

Fonte: O autor (2022)

No próximo passo, é avaliado o grau de risco que será atribuído às falhas e causas e a possível solução estudada.

Tabela 11 – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial – Cenário 3

Processo ou ação	Situação Atual ou Potencial							Solução
	Efeito da Falha	Severidade	Causa da Falha	Ocorrência	Controles Existentes no Processo	Deteção	Risco	
Apreciação de risco do digestor COE	Válvulas de descarga de sólido e líquido do digestor são manuais, e o operador tem de ficar muito próximo para realizar a atividade com risco de respingo de material quente.	6	Sistema de abertura é manual	10	Não há acionamentos remotos	9	540	Instalar sistema de válvulas eletro pneumático para abertura e fechamento da descarga do digestor.

Fonte: O autor (2022)

No cenário 3 com preenchimento da FMEA, verifica-se a ocorrência da NR12.4.1 no item “b” - Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador. Com isso, grau de infração recebe índice 4 em segurança.

Tabela 12 - Fiscalização e Penalidades NR28 – Cenário 3

12.3.5, alínea "d"	312329-4	3	S
12.3.5, alínea "e"	312330-8	4	S
12.3.6	312331-6	4	S
12.3.7	312332-4	4	S
12.3.7.1	312333-2	4	S
12.3.7.2	312334-0	4	S
12.3.8, alínea "a", 12.3.8, alínea "b", 12.3.8, alínea "c"	312335-9	4	S
12.3.8, alínea "b"	312336-7	4	S
12.3.8, alínea "c"	312337-5	4	S
12.3.9, alíneas "a", "b" e "c"	312338-3	3	S
12.3.10	312339-1	3	S
12.4.1, alíneas "a", "b", "c", "d" e "e"	312340-5	4	S
12.4.2	312341-3	4	S
12.4.3, alíneas "a", "b", "c", "d", "e", "f" e "g"	312342-1	4	S

Fonte: O autor (2022)

Como o cenário 3 possui somente um colaborador envolvido na operação do digestor COE, é realizado o cálculo da UFIR média com o intervalo 2252-2792, conforme tabela 13, correspondente ao valor em reais de R\$2.683,66, equação 8:

Tabela 13 – Gradação das multas (em Ufir) – Cenário 3

Gradação das Multas (em Ufir)								
Número de empregadores	Segurança do Trabalho				Medicina do Trabalho			
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄
1-10	630-729	1129-1393	1691-2091	2252-2792	378-428	676-839	1015-1254	1350-1680
11-25	730-830	1394-1664	2092-2495	2793-3334	429-498	840-1002	1255-1500	1681-1998
26-50	831-963	1665-1935	2496-2898	3335-3876	499-580	1003-1166	1501-1746	1999-2320
51-100	964-1104	1936-2200	2899-3302	3877-4418	581-662	1167-1324	1747-1986	2321-2648
101-250	1105-1241	2201-2471	3303-3718	4419-4948	663-744	1325-1482	1987-2225	2649-2976
251-500	1242-1374	2472-2748	3719-4121	4949-5490	745-826	1483-1646	2226-2471	2977-3297
501-1000	1375-1507	2749-3020	4122-4525	5491-6033	827-906	1647-1810	2472-2717	3298-3618
mais de 1000	1508-1646	3021-3284	4526-4929	6034-6304	907-990	1811-1973	2718-2957	3619-3782

Equação 8 – Cálculo valor médio da multa – Cenário 3

$$\text{Valor Médio da Multa} = \left(\frac{2252 + 2792}{2} \right) \times 1,0641 = R\$2.683,66$$

No contexto do terceiro cenário, considera-se pelos estudos locais que não implantar as adequações do projeto não impacta diretamente na interrupção de produção, porém será necessário horas extras aplicada para retomada do processo produtivo. Obedecendo as últimas etapas do método, calcula-se na equação 9 a Pontuação de Impacto:

Equação 9 – Cálculo da Pontuação de Impacto

$$\text{Pontuação de Impacto} = (540 \times 0,80) + (R\$2.683,66 \times 0,20) = 968,73$$

Conforme a pontuação obtida, pode-se chegar no seguinte Grau de Impacto, equação 10:

Equação 10 – Cálculo do Grau de Impacto

$$\text{Grau de Impacto} = \frac{968,73}{2112,88} = 0,4585 = 45,85\%$$

5. COMPARAÇÃO E RANQUEAMENTO DOS PROJETOS

Considerando os três cenários propostos, desenvolve-se a capacidade de analisar o problema e priorizá-lo pelas ferramentas de Ishikawa e FMEA.

O resultado da metodologia apresenta o grau de impacto de cada projeto elaborado, sendo que este será utilizado para a priorização no ranqueamento dos projetos, tabela 14:

Tabela 14 – Ranqueamento dos projetos

Projeto	NR12	Grau de Risco	Valor Médio Multa NR	Interrupção da produção	Horas extras	Pontuação de Impacto	Grau de Impacto
Cenário 1: Adequação elétrica no equipamento X	12.1.1.2	250	R\$5.554,07	Sim	Não	1310,81	62,04%
Cenário 2: Fechamento de portões/cercas, instalações de sensores e travas, instalações de digestor	12.4.1 - d	540	R\$2.683,66	Sim	Sim	968,73	45,85%
Cenário 3: Instalar sistema de válvulas eletropneumático para abertura e fechamento da descarga do digestor	12.4.1 - b	540	R\$2.683,66	Não	Sim	968,73	45,85%

Fonte: O autor (2022)

Com base nos resultados, observa-se que o projeto do cenário 1 deve receber maior priorização na seleção dos projetos, pois apesar do risco ser menor, o equipamento se posiciona num lugar onde há maior circulação de colaboradores, o que resulta numa consequência de maior expressão.

Observa-se que o cenário 2 e 3 tiveram o mesmo grau de impacto, visto que obtiveram a mesma pontuação de impacto, possuindo também o mesmo valor de multa média por ter seus colaboradores no mesmo intervalo de cálculo UFIR. Seguindo a metodologia proposta, o critério de desempate baseado na variável binária “Interrupção da produção” é realizado, e com isso prioriza-se o cenário 2.

6. CONCLUSÃO

A partir da percepção sobre a falta de métodos para seleção de projetos, principalmente relacionados ao CAPEX da empresa, observou-se que havia dificuldades na mensuração dos ganhos financeiros em projetos ligados à segurança. Os valores impactados de um provável acidente podem seguir inúmeras proporções negativas para qualquer empresa, como manchar a reputação de imagem pela ausência de confiabilidade nos padrões de segurança e qualidade. Por isso, o estudo propõe uma relação entre os riscos atrelados às falhas e nas multas de acordo com as normas regulamentadoras, visto que o valor da vida e bem-estar de um colaborador precisa ser priorizado em qualquer meio.

Sob esta ótica, dentro dos cenários apresentados, constatou-se que a pontuação de impacto considerou os riscos juntamente com valores monetários que são aplicados pelas multas. Sendo assim, a classificação das propostas de segurança vincula-se através de uma pontuação, a qual prioriza a entrada de projetos que eliminam os maiores riscos no meio fabril.

Dessa forma, o método visa contribuir também com a redução do número de trabalhadores acidentados, e conseqüentemente, na melhoria das condições ergonômicas, além de fornecer significativa redução das multas atribuídas pelas normas regulamentadoras.

A aplicação da metodologia foi utilizada dentro da criação de cenários a partir do modelo apresentado, porém pode ser aplicada na prática em futuros estudos para análise do funcionamento dos fatores observados, onde há possibilidades de incluir novas variáveis para adequação ao processo analisado.

REFERÊNCIAS

- Rabelo Dutra, Vanessa, & Ceretta, Paulo Sergio, & Dalcin, Lúcio, & Alves Lamberti, Fernanda (2018). Análise do Investimento em Empresas Brasileiras por Meio do q de Tobin. *Revista Administração em Diálogo*, 20(3),28-45. [acesso em 3 de dezembro de 2021]. ISSN: Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=534664605002>
- SOUSA, Rennaly Patricio; POMPERMAYER, Fabiano Mezadre. *Elaboração, avaliação e seleção de projetos no setor de infraestrutura*. 2018.
- João Daniel Maciel de Souza; Roberto Marcos da Silva Montezano; Valdir de Jesus Lameira. Os Impactos dos investimentos em ativos reais no desempenho de empresas brasileiras. *Revista Contabilidade Vista & Revista*, ISSN 0103-734X, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 6-25, set./dez. 2020
- Belini, A. da S., & Dechechi, E. C. (2021). Estruturação dos processos de gestão de portfólio de projetos: uma proposta no centro de estudos avançados em segurança de barragens. *Exacta*. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.16001>.
- SILVA, Mauro Santos (2019) : Fundos de investimento e financiamento de projetos de infraestrutura: :uma leitura da configuração institucional e do desempenho operacional do FI-FGTS, Texto para Discussão, No. 2486, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília
- GOMIDE, Alexandre de Ávila; PEREIRA, Ana Karine. Os Desafios da governança da política de infraestrutura no Brasil: aspectos políticos e administrativos da execução do investimento em projetos de grande vulto. 2018.
- MOREIRA, Luana Maciel; LOOS, Mauricio Johnny. Análise de rupturas de abastecimento de produtos em uma padaria por meio do Diagrama de Ishikawa. *Análise*, v. 39, n. 03, 2018.
- DA SILVA, ANDRÉ LUIS et al. Implantação do Diagrama de Ishikawa no sistema de gestão da qualidade de uma empresa de fabricação termoplástica, para resolução e devolutiva de relatórios de não conformidade enviados pelo cliente. *Rev. Gestão em Foco*, p. 387-397, 2018.
- DE SOUZA, Bruno Carvalho et al. Implantação do programa 5S através da metodologia DMAIC. *Brazilian Journal of Development*, v. 4, n. 5, p. 2163-2179, 2018.
- FERNANDES, Alice Munz et al. Metodologia de pesquisa de dissertações sobre inovação: Análise bibliométrica. *Desafio online*, v. 6, n. 1, 2018.
- DE ABREU, Viviane Viana Sofiste; GOMES, Carlos Francisco Simões. Cenários prospectivos de projetos: aplicação no gerenciamento do tempo em um empreendimento de

construção civil. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. XVIII SEGeT. 2018**

OLIVEIRA, Altina Silva et al. Prospective scenarios: A literature review on the Scopus database. **Futures**, v. 100, p. 20-33, 2018.

DA SILVA, Emanuel Rodrigo Reis et al. Segurança do trabalho voltada ao préstimo do seguimento da NR-10 em empresas da construção civil: uma revisão de literatura. **Cadernos UniFOA**, v. 16, n. 47, 2021.

DINIZIO, Maria da Conceição Dantas et al. FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS NA ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO: UM ESTUDO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Ideias e Inovação-Lato Sensu**, v. 5, n. 3, p. 83-83, 2020.

JUNIOR, Averaldo Alencar Coelho; DE SOUZA, Mikael Moraes; DOS SANTOS, Leon Denis Rodrigues. A IMPORTÂNCIA DA NR-12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, 2018.

DOS SANTOS BARBOSA, Raille; PINHEIRO, Francisco Alves; CRISÓSTOMO, Antonio Pires. Principais Metodologias de Gerenciamento de Riscos: Uma Revisão Bibliográfica/Main Risk Management Methodologies: A Bibliographic Review. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 15, n. 56, p. 803-822, 2021.

DA SILVA SILVEIRA, Jéssica; CEZAR-VAZ, Marta Regina; XAVIER, Daiani Modernel. Análise ergonômica e de alterações osteomusculares em trabalhadores: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e349119500-e349119500, 2020.

DE OLIVEIRA CAVAGNAC, André Luís; FORTE, Lorrana Lys Neves. Utilização do FMEA para priorização de risco ocupacional: uma nova abordagem direcionada a construção civil. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, p. 132-149, 2018.

DO NASCIMENTO JORGE, Gustavo Pires; DE SOUSA, Marcos Jean Araujo; DE OLIVEIRA CAVAGNAC, André Luís. PRIORIZAÇÃO DE RISCO EM OBRA DE MÉDIO PORTE ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DO FMEA: UMA FERRAMENTA DE MELHORIA PARA SEGURANÇA DO TRABALHO EM ALTURA. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, p. 35-53, 2019.

DA LUZ LIMA, Ailda; UCHOA, Jhelison Gabriel Lima; DE OLIVEIRA CAVAGNAC, André Luís. AVALIAÇÃO DE RISCO OCUPACIONAL EM OBRA DE GRANDE PORTE EM MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE RODOVIA COM APLICAÇÃO DO FMEA: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE SINALIZAÇÃO E TRABALHO EM RODOVIA: OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT IN LARGE CONSTRUCTION IN MAINTENANCE AND CONSERVATION OF HIGHWAY WITH APPLICATION OF

FMEA: AN INVESTIGATION ON SIGNALING AND ROADWORK. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, p. 59-69, 2021.

FELIX, Josemar Coelho et al. Proposição de melhorias em segurança por meio da aplicação do fmea: um estudo de caso em uma empresa do setor ferroviário. **Tecno-Lógica**, v. 22, n. 2, p. 147-156, 2018.

PEREIRA, Bruno Junqueira et al. Análise da utilização do FMEA em projetos especiais de engenharia: Um estudo de caso em um carro de golfe autônomo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e5701048448-e5701048448, 2021.

ROCKENBACH, Grasielly Bruna Vincenzi et al. Revisão sistemática da literatura sobre aplicação da lógica FMEA-FUZZY em segurança e saúde no trabalho, 2019.

Analisando e resolvendo as não conformidades na indústria de alimentos. Disponível em: <<https://www.laborgene.com.br/nao-conformidades-na-industria-de-alimentos-parte-2-analisando-os-causadores-conheca-2-super-ferramentas/>>.

NR 28 -FISCALIZAÇÃO E PENALIDADES. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-28-atualizada-2020.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2022.

Normas Regulamentadoras - NR. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>>.