



# MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre  
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

## UTILIZAÇÃO DE KPI NA AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA FORMAÇÃO EM ACIDENTES DE TRABALHO NA INDÚSTRIA EXTRATIVA E TRANSFORMADORA

Evandro Miguel Azevedo Ribeiro

**Orientador:** Professor Miguel Tato Diogo (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

**Arguente:** Professor João Paulo Meixedo (Instituto Superior de Engenharia do Porto)

**Presidente do Júri:** Professor Mário Augusto Pires Vaz (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2022



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599\*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)



## **AGRADECIMENTOS**

A entrega desta dissertação representa o fim de mais um percurso na Faculdade de Engenharia, o que se tornou uma fase importante a nível académico, mas também pessoal. Para que este objetivo fosse concluído gostaria de expressar o meu agradecimento:

Ao meu orientador, Professor Miguel Tato Diogo, agradeço pela total disponibilidade, colaboração, empenho, exigência, críticas e sugestões ao longo da realização desta dissertação, sem os quais não seria possível concluir.

Aos docentes do MESHQ que contribuíram para a minha aprendizagem ao longo destes anos.

Aos meus colegas e amigos, com quem trabalhei ao longo do percurso académico e com os quais tive o prazer de partilhar bons momentos e espero continuar. Em especial aos presentes no atual “Recinto de Oração” por serem uma constante fonte de distração e mandarem-me jogar em vez de trabalhar.

Aos meus pais, por tudo o que me proporcionaram até hoje e os sacrifícios que fizeram para que conseguisse chegar até aqui apesar das dificuldades.

À minha avó e ao meu “mano”, que sempre me ajudaram e estiveram sempre ao meu lado nos períodos mais difíceis e contribuíram de forma decisiva para o meu crescimento como pessoa.

À Rita, pela infinita paciência ao me ouvires quando tinha pouca vontade de trabalhar nos últimos tempos. Por todas as viagens de carro a ouvires a falar deste trabalho e continuares a aturar-me. Obrigado pelo teu carinho, ainda mais paciência e apoio incondicional que foi muito, mas mesmo muito fundamental para a conclusão desta etapa. Sem ti seria completamente impossível, tal como a missão de Beren em busca do Silmaril. Não esquecendo todo o apoio dos teus pais pelas tardes e noites que ficamos a trabalhar juntos.

Por fim aos meus avôs, que sempre foram uma fonte de inspiração constante, dedico esta dissertação, com a esperança de que se estivessem cá ficassem orgulhosos de tudo que consegui nesta área.



## **DESTAQUES**

1. Análise da formação na indústria extrativa e transformadora.
2. Análise de acidentes de trabalho nos vários setores de atividade.
3. Análise da correlação entre formação e acidentes de trabalho na indústria extrativa e transformadora.
4. Utilização de KPI para análise de acidentes de trabalho na indústria extrativa e transformadora.
5. Análise de acidentes de trabalho na indústria extrativa e transformadora.

## **HIGHLIGHTS**

1. Analysis of training in the extractive and manufacturing industry.
2. Analysis of work accidents in the various sectors of activity.
3. Analysis of the correlation between training and work accidents in the extractive and manufacturing industry.
4. Use of KPI for analysis of work accidents in the extractive and manufacturing industry.
5. Analysis of work accidents in the extractive and manufacturing industry.



## RESUMO

Portugal apresenta uma geologia bastante diversificada o que permite a exploração de rocha ornamental e minérios a partir da indústria extrativa e transformadora. Esta indústria é um dos setores com o maior número de acidentes registados, o que torna a análise do seu desempenho fundamental. Esta análise pode ser realizada através de KPI (*Key Performance Indicators*) que são usados para avaliar o desempenho em relação aos objetivos e alvos definidos e para controlar os aspetos críticos relacionados com o sucesso atual e futuro da organização. O objetivo deste trabalho é caracterizar a indústria extrativa e transformadora, perceber a existência da correlação entre número de trabalhadores com formação e número de acidentes mortais e não mortais e a utilização de KPI para verificar a otimização da formação para a redução de acidentes de trabalho. Para o desenvolvimento do trabalho foram recolhidos dados relativos aos acidentes de trabalho mortais e não mortais de vários setores de atividade referentes a Portugal. Foi feita uma comparação entre os setores de atividade com maior número de acidentes e os da indústria extrativa e transformadora. Foram recolhidos dados referentes à formação nesta indústria. Efetuou-se uma análise à correlação linear entre os acidentes de trabalho e o número de trabalhadores que obtiveram formação na indústria em estudo. Foram ainda calculados KPI para o estudo dos acidentes de trabalho. Relativamente ao número de acidentes não mortais, verificou-se que estes não apresentam um comportamento idêntico relativamente ao número de acidentes não mortais totais em Portugal. Contudo, o mesmo já não se pode afirmar para os números de acidentes mortais, onde os números de acidentes dos setores têm a mesma oscilação que na indústria em estudo. Identificou-se, através da correlação linear, que mesmo com um maior número de trabalhadores com formação, não se registou uma diminuição de acidentes não mortais e mortais. Através da análise dos KPI escolhidos, verificou-se que os acidentes de trabalho na indústria extrativa e transformadora apresentam uma tendência decrescente ao longo dos anos. Concluiu-se que a formação não é suficiente para reduzir o número de acidentes de trabalho, sendo necessário estudar este fenómeno com maior detalhe.

**Palavras-chave:** KPI, Formação, Indústria Extrativa e Transformadora, Segurança Ocupacional, Acidentes de Trabalho



## **ABSTRACT**

Portugal has a diversified geology, which allows the exploration of ornamental rock and ores from the extractive and manufacturing industry. This industry is one of the sectors with the highest number of accidents recorded, which makes the analysis of its performance fundamental. This analysis can be performed through KPI (Key Performance Indicators) that are used to assess performance against defined objectives and targets and to control critical aspects related to the current and future success of the organisation. The objective of this work is to characterise the extractive and manufacturing industry, to understand the existence of a correlation between the number of workers with training and the number of fatal and non-fatal work accidents and the use of KPI to verify the optimisation of training for the reduction of work accidents. For the development of the work, data regarding fatal and non-fatal work accidents were collected for the various activity sectors in Portugal. A comparison was made between the activity sectors with the highest number of accidents and those of the extractive and manufacturing industry. Data concerning training in this industry was collected. A linear correlation analysis was carried out between work accidents and the number of workers who received training in the industry under study. KPIs were also calculated for the study of work accidents. It was found that the number of non-fatal accidents do not present a similar behaviour to the total number of non-fatal accidents in Portugal. However, the same cannot be said for the number of fatal accidents, where the number of accidents in the sectors has the same oscillation as in the industry under study. It was identified, through linear correlation that even with a higher number of workers with training, there was no decrease in non-fatal and fatal accidents. Through the analysis of the chosen KPIs, it was found that occupational accidents in the extractive and manufacturing industry show a downward trend over the years. It was concluded that training alone is not enough to reduce the number of work accidents, and it is necessary to study this phenomenon in greater detail.

**Keywords:** KPI, Training, Extractive and Manufacturing Industry, Occupational Safety, Work Accidents



## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	Fundamentação do trabalho.....	5
2.1	Indústria Extrativa .....	5
2.2	Indicadores Chave de Gestão .....	8
2.2.1	Objetivos .....	9
2.2.2	Características .....	10
2.2.3	Limitações .....	11
2.2.4	KPI associados aos Acidentes de Trabalho.....	11
2.3	Formação .....	12
2.4	Gestão do Risco .....	14
2.5	Acidentes de Trabalho .....	18
2.6	Enquadramento Legal e Normativo.....	20
2.6.1	Documentação Legal referente à Indústrias Extrativas a Céu Aberto/Subterrâneas .....	20
2.6.2	Documentação Legal referente à Higiene e Segurança no trabalho.....	21
2.6.3	Equipamentos de proteção individual .....	22
2.6.4	Referências Normativas .....	22
2.7	Conhecimento Científico .....	22
2.7.1	Descrição da metodologia de revisão Bibliográfica.....	22
2.7.2	Resultados da pesquisa.....	24
2.8	Objetivos da dissertação .....	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1	Dados de Acidentes de Trabalho .....	27
3.2	Dados da Formação .....	29
3.3	Índices.....	29
3.3.1	Índice de frequência .....	29
3.3.2	Índice de Incidência .....	29
3.3.3	Taxa de Mortalidade.....	30
3.3.4	Taxa de Letalidade .....	30
3.4	Correlação de Pearson .....	30
3.5	Regressão Linear .....	31

4	RESULTADOS .....	35
4.1	Acidentes de Trabalho Totais .....	35
4.1.1	Acidentes de Trabalho Mortais .....	35
4.1.2	Acidentes de Trabalho Não Mortais .....	37
4.2	Acidentes de Trabalho CAE'S .....	38
4.2.1	Acidentes de Trabalho Mortais .....	38
4.2.2	Acidentes de Trabalho Não Mortais .....	41
4.3	Indústria Extrativa e Transformadora.....	43
4.3.1	Acidentes de Trabalho Mortais .....	43
4.3.2	Acidentes de Trabalho Não Mortais .....	45
4.4	Formação .....	47
4.5	Índices .....	49
5	DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....	51
5.1	Comparação entre Total de CAE's e Setores .....	51
5.1.1	Acidente de Trabalho Mortais.....	51
5.1.2	Acidente de Trabalho Não Mortais .....	52
5.2	Comparação entre Total de CAE's com Setor B e Subsetor C .....	53
5.2.1	Acidente de Trabalho Mortais.....	53
5.2.2	Acidente de Trabalho Não Mortais.....	53
5.3	Comparação entre setores com mais acidentes e soma do Setor B e Subsetor C.....	54
5.3.1	Acidentes de Trabalho Mortais .....	54
5.3.2	Acidente de Trabalho Não Mortais .....	55
5.4	Formação .....	56
5.4.1	Acidentes de Trabalho Mortais .....	56
5.4.2	Acidentes de Trabalho Não Mortais .....	57
5.4.3	Formação e Acidentes de Trabalho.....	58
5.5	Índices .....	58
5.6	Limitações e vieses.....	60
6	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS .....	61
6.1	Conclusões.....	61
6.2	Perspetivas Futuras.....	62

7 BIBLIOGRAFIA .....63



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de rocha ornamental.....	5
Figura 2 - distribuição dos principais recursos minerais em Portugal Continental.....	7
Figura 3 - Princípios, Estrutura e Processos.....	14
Figura 4 – Princípios segundo a ISO 31000:2018.....	15
Figura 5 – Estrutura segundo a ISO 31000:2018.....	16
Figura 6 - Processo segundo a ISO 31000:2018.....	17
Figura 7 - Diagrama do método prisma.....	23
Figura 8 - Artigos por Área.....	24
Figura 9 - Nº Acidentes Mortais Totais.....	36
Figura 10 - Nº Acidentes Não Mortais Totais.....	38
Figura 11 - Nº Acidentes Mortais por CAE.....	38
Figura 12 - Nº Acidentes Mortais CAE - F.....	39
Figura 13 - Nº Acidentes Mortais CAE - A.....	40
Figura 14 - Nº Acidente Mortais CAE - C.....	40
Figura 15 - Nº Acidente Não Mortais por CAE.....	41
Figura 16 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - F.....	42
Figura 17 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - G.....	42
Figura 18 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - C.....	43
Figura 19 - Nº Acidentes Mortais CAE - B.....	44
Figura 20 - Nº Acidentes Mortais Subsetor C.....	44
Figura 21 - Somatório de Acidentes Mortais CAE – B e Subsetor C.....	45
Figura 22 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - B.....	46
Figura 23 - Nº Acidentes Não Mortais Subsector C.....	46
Figura 24 - Nº Acidentes Não Mortais CAE – B e Subsetor C.....	47
Figura 25 - Nº Total de Trabalhadores com Formação Setor B e Subsetor C.....	48
Figura 26 - Comparação Acidentes Mortais CAE A, C, F e Totais.....	51
Figura 27 - Comparação Acidentes Não Mortais CAE A, C, F e Totais.....	52
Figura 28 - Comparação Acidentes Mortais Totais com a Soma do Setor B e Subsetor C.....	53
Figura 29 - Comparação Acidentes Não Mortais Totais com Setor B e Subsetor C.....	54
Figura 30 - Comparação Acidentes Mortais CAE A, C e F com Setor B e Subsector C.....	54

Figura 31 - Comparação Acidentes Não Mortais CAE C, F e G com Setor B e Subsector C.....	55
Figura 32 - Comparação entre Nº Acidentes Mortais e Trabalhadores com formação .....	56
Figura 33 - Comparação entre Nº Acidentes não Mortais e Trabalhadores com formação.....	57
Figura 34 - Tendência do Índice de Incidência.....	59
Figura 35 - Tendência da Taxa de Mortalidade .....	59
Figura 36 - Tendência da Taxa de Letalidade.....	60

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de Pedreiras ativas em Portugal <sup>2</sup> .....	6
Tabela 2 - N° Trabalhadores no ativo nas pedreiras.....	6
Tabela 3 - Quantidade de Minas em Portugal <sup>2</sup> .....	7
Tabela 4 - N° Trabalhadores no ativo nas Minas <sup>2</sup> .....	7
Tabela 5 - Classificação dos Índices de acordo com a OIT .....	11
Tabela 6 - Princípios ISO 31000:2018.....	15
Tabela 7 - Componentes ISO 31000:2018 .....	16
Tabela 8 - Período de Recolha de Dados .....	27
Tabela 9 - Descrição do Setor de Atividade (INE, 2017) .....	27
Tabela 10 - Subsetor da CAE - B.....	28
Tabela 11 - Subsetores da CAE - C.....	28
Tabela 12 - Interpretação dos valores da Correlação .....	31
Tabela 13 - Acidentes Mortais por CAE.....	35
Tabela 14 - Acidentes não mortais por CAE.....	37
Tabela 15 - Acidentes Mortais do setor B e subsetor C .....	45
Tabela 16 - Acidentes não mortais do setor B e subsetor C.....	47
Tabela 17 - N° de Empresas e Trabalhadores com formação no Setor B .....	48
Tabela 18 - N° de Empresas e Trabalhadores com formação no Subsetor C.....	48
Tabela 19 - N° de Empresas e N° de Trabalhadores do Setor B e subsetor C.....	48
Tabela 20 - Dados para o Cálculo dos Índices .....	49
Tabela 21 - Resultado If.....	49
Tabela 22 - Resultado Ii .....	49
Tabela 23 - Resultado TM.....	49
Tabela 24 - Resultado TL.....	49
Tabela 25 - Correlação entre Total CAE e Setor A, F e C .....	51
Tabela 26 - Correlação entre Total CAE e Setor F, G e C .....	52
Tabela 27 - Correlação entre Setor B e Subsetor C com Setor A, F e C.....	55
Tabela 28 -Correlação Entre Setor B e Subsetor C com Setor G, C e F .....	56
Tabela 29 - Correlação entre Acidentes Mortais e N° Trabalhadores com Formação .....	57
Tabela 30 - Acidentes Não Mortais e N° Trabalhadores com Formação .....	57

Tabela 31 - Resultado dos Índices .....	58
---	----

## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Número de horas trabalhadas homem .....	29
Equação 2 - Índice de Frequência .....	29
Equação 3 - Índice de Incidência .....	30
Equação 4 - Taxa de Mortalidade .....	30
Equação 5 - Taxa de Letalidade .....	30
Equação 6 - Correlação de Pearson.....	30
Equação 7 - Regressão Linear .....	31



## **SIGLAS**

ACT - Autoridade das Condições do Trabalho

DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia

EPI - Equipamentos de Proteção Individual

GEP - Gabinete de Estratégia e Planeamento

GPS – *Ground Position System*

INE – Instituto Nacional de Estatística

KPI - Indicadores Chave de Gestão

OIT - Organização Internacional do Trabalho

OSHA – *Occupational Safety and Health Administration*



# PARTE 1

---



# 1 INTRODUÇÃO

A indústria extrativa é geralmente categorizada pela extração de *commodities* tais como carvão, minerais metálicos, não metálicos e agregados, como pedra, areia e cascalho (Rahimi et al 2022).

Em Portugal, esta atividade foi iniciada pelos Fenícios e sofreu fortes desenvolvimentos pelos Romanos. As exportações destes recursos iniciaram-se no século XIX, porém esta atividade foi desenvolvida em grande escala apenas nos finais do século XX. Atualmente, a exploração dos recursos minerais constitui um setor fundamental da indústria portuguesa (Graça, 2014).

Existem momentos distintos associados às atividades extrativas que representam riscos para os seus trabalhadores, nomeadamente o risco de acidente, potencializado pela utilização de maquinaria pesada e pela movimentação dos blocos de rochas e rejeitados, o risco de quedas em altura, dado a natureza de algumas das atividades serem realizadas a alturas consideráveis (Triginelli & Cunha, 2011).

Historicamente, a indústria extrativa tem sido considerada uma área de trabalho perigosa a nível mundial devido aos elevados números de acidentes de trabalho que ocorrem aos trabalhadores durante as suas funções (Rahimi et al., 2022). Segundo a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) a extração de pedra é uma das indústrias em que o trabalho é mais perigoso: a probabilidade de os trabalhadores deste setor sofrerem um acidente de trabalho mortal é duas vezes superior à dos trabalhadores da construção e treze vezes superior à dos trabalhadores das indústrias transformadoras.<sup>1</sup>

Dado o panorama diário onde os trabalhadores se encontram inseridos, é necessário muni-los de informação para que possam realizar a sua atividade. Esta informação é passada através da formação em contexto de trabalho que deve ser adequada às funções realizadas pelos trabalhadores para que estes realizem a sua atividade em segurança. A título de exemplo, no caso da utilização de máquinas, o operador deve ter formação no modo de manusear o equipamento de forma correta para que durante o seu funcionamento não ocorram acidentes. É de igual modo importante dotar os profissionais deste setor de valências necessárias à seleção dos equipamentos de proteção individual mais adequados, abordando temas como a utilização correta dos mesmos e a sua manutenção.

Para monitorizar as formações prestadas aos trabalhadores de uma empresa, de modo a satisfazer os objetivos estabelecidos e de potenciais melhorias para o negócio, estabelece-se a criação de indicadores chave de gestão (KPI, do original *Key Performance Indicators*).

A utilização de KPI, desde que criados de forma eficiente, auxilia de forma clara a identificar o impacto das formações. Com isto, os indicadores consistem numa ferramenta para orientar a estratégia com o objetivo de cumprir os objetivos.

Para este trabalho foram considerados como KPI a serem estudados o Índice de Frequência, Índice de Incidência, Taxa de Mortalidade e Taxa de Letalidade.

---

<sup>1</sup> <https://osha.europa.eu/pt/publications/e-fact-49-safe-maintenance-quarrying-sector> acessado a 19/08/2022

Através dos KPI escolhidos, pretende-se avaliar o impacto das formações na segurança dos trabalhadores nas suas diversas atividades da indústria extrativa através dos KPI escolhidos, recorrendo ao coeficiente de Pearson para avaliar se existe alguma correlação entre elas.

Esta dissertação aborda os principais aspetos teóricos necessários para a compreensão do tema (Capítulo 2). De seguida, é descrita a metodologia utilizada para o desenvolvimento do tema (Capítulo 3). De seguida, são apresentados os resultados obtidos (Capítulo 4), bem com a sua análise, discussão e limitações do estudo (Capítulo 5). Por fim, são apresentadas conclusões sobre o estudo efetuado e sugestões de trabalhos futuros (Capítulo 6) e a bibliografia consultada (Capítulo 7).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO DO TRABALHO

### 2.1 Indústria Extrativa

A indústria extrativa é uma das ocupações mais antigas e continua a ser uma das mais importantes no sector industrial globalmente. A indústria mineira, no seu nível atual de desenvolvimento, encaminha-se para uma indústria cada vez mais mecanizada. As necessidades durante os trabalhos de extração, transporte e processamento de matérias faz com que sejam necessárias grandes quantidades de energia mecânica (Edwards et al., 2011). Este aumento da mecanização da indústria faz com que os trabalhadores estejam dispostos a um maior risco de acidente.

Em Portugal, existe uma geologia bastante diversificada destacando as rochas ornamentais, nomeadamente os mármore provenientes da região de Estremoz – Borba – Vila Viçosa, os calcários da região do Maciço Calcário Estremenho e os granitos, também provenientes do norte do país. Igualmente importantes, são os minerais para a construção civil com relevância para os agregados.

O sector das rochas ornamentais é um dos mais antigos sendo que é considerada uma indústria tradicional (ANIET, 2016). A atividade extrativa engloba a extração dos maciços de rocha ornamental em locais favoráveis à sua ocorrência. Verificando-se que, em Portugal, a maioria das pedreiras de exploração de rocha ornamental são à superfície, ou seja, a céu aberto (ANIET, 2020). Na figura 1 é possível observar as rochas ornamentais exploradas ao longo de Portugal Continental.

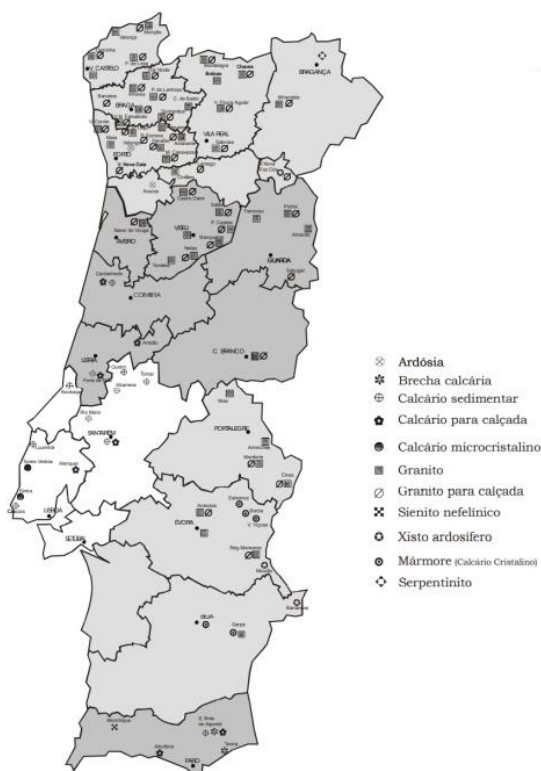


Figura 1 - Distribuição de rocha ornamental

Nos últimos 50 anos, Portugal tornou-se num dos maiores produtores de rochas ornamentais do mundo, observando-se um aumento médio anual de 4%, em toneladas (Carvalho et al., 2018; DGEG, 2021). Dado à grande variedade de rocha ornamental existente no território português na tabela 1 é possível observar o número de pedreiras ativas tendo em conta o tipo de rocha ornamental extraída.

Tabela 1 - Quantidade de Pedreiras ativas em Portugal<sup>2</sup>

<b>Tipo de Rocha Ornamental</b>	<b>Nº Pedreiras Ativas</b>
<b>Ardósia</b>	10
<b>Granito Ornamental e similares</b>	129
<b>Mármore e Calcários</b>	126
<b>Pedra para calcetamento</b>	79
<b>Pedra Rústica</b>	18
<b>Total de Pedreiras Ativas</b>	362

Segundo a DGEG (Direção Geral de Energia e Geologia), em 2020 existiam 362 pedreiras a exercer atividades extrativas no território nacional, no sector das rochas ornamentais, sendo que estas empregavam um total de 2863 pessoas, desde dirigentes e pessoal administrativo, a operários e encarregados. Na tabela 2 encontra-se o número de trabalhadores associados a cada tipo de rocha ornamental.

Tabela 2 - Nº Trabalhadores no ativo nas pedreiras<sup>2</sup>

<b>Tipo de Rocha Ornamental</b>	<b>Nº Trabalhadores</b>
<b>Ardósia</b>	148
<b>Granito Ornamental e similares</b>	901
<b>Mármore e Calcários</b>	1059
<b>Pedra para calcetamento</b>	677
<b>Pedra Rústica</b>	78
<b>Total de Trabalhadores</b>	2863

Dada a variedade existente no território português, para além de rocha ornamental existem também exploração de outros materiais, desde minérios, minerais, sal-gema, argila e caulino. Na figura 2 é possível observar a distribuição dos principais recursos minerais em Portugal Continental.

<sup>2</sup> <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/geologia/pedreiras/pessoal-e-estabelecimentos/> (acedido em 10/12/2021)



Denominada como Indústria 4.0, teve início numa iniciativa criada pelo governo alemão (Camarinha-Matos et al., 2019; DGEG, 2021) e representa a tendência da automação das indústrias. Relativamente ao sector das rochas ornamentais notaram-se mudanças na robótica, inteligência artificial, produção de energia e armazenamento (da Silva & Almeida, 2020). Esta evolução tecnológica levou ao dinamismo internacional da pedra portuguesa, conduzindo à internacionalização das empresas através dos projetos implementados e pela adoção das novas máquinas apresentadas que permitiram uma internacionalização mais eficiente.

Este é um sector que devido às suas peculiaridades traz algumas limitações para os empresários que iniciam o processo de internacionalização, devido à impossibilidade de deslocação da fonte da matéria-prima, o cuidado necessário no transporte devido à fragilidade da mercadoria, entre outras. Daí a importância de definir os obstáculos possíveis de encontrar, priorizar os mais importantes, perceber as causas das barreiras, para assim conseguir implementar estratégias, como referido por Leonidou (2004).

Com o desenvolvimento da indústria existe a importância e a necessidade da formação profissional para o desenvolvimento das competências individuais para a manutenção da vantagem competitiva das organizações.

Em relação à saúde, os trabalhadores desta indústria têm sido consciencializados dos perigos causados pelos gases, poeiras, produtos químicos e explosões mineiras, sob condições de temperaturas extremas e altas altitudes no ambiente de trabalho.

## 2.2 Indicadores Chave de Gestão

Os KPI representam um conjunto de indicadores escolhidos com o objetivo de refletir o desempenho de uma dada empresa e o seu progresso, de modo a analisar e controlar o processo pretendido. São usados para avaliar o desempenho em relação aos objetivos e alvos definidos e para controlar os aspetos críticos relacionados com o sucesso atual e futuro da organização (Parmenter, 2015). Vários estudos referem que com o uso correto dos indicadores chave de gestão, é possível resumir o desempenho de uma empresa em um número de índices que irão transmitir uma informação essencial.

Contudo, existem diferentes classificações e tipos de indicadores. De uma forma genérica um indicador pode ser de três tipos: económico, técnico ou organizacional (NP EN 15341:2009). Alguns autores dividem-nos principalmente em dois grandes grupos: tangíveis (lucros, custos do produto, produtividade, volume de stock) e intangíveis (valor da marca, motivação, satisfação dos clientes, inovação), (Marr, 2015). Este podem, ainda, subdividir-se em reativos e proactivos. Os indicadores reativos (*lagging*), refletem ações passadas, não possibilitando que se preveja o futuro. Este tipo de informação embora seja relevante, é fornecida demasiado tarde para se agir a tempo. Em relação aos indicadores proactivos (*leading*), estes ajudam a prever o futuro, prevenir problemas ou resolvê-los, sendo mais focados nos objetivos comuns da organização (Belyh, 2020).

Por sua vez, a análise dos indicadores permite à organização definir objetivos, planear estratégias e ações e partilhar resultados a fim de informar e motivar as pessoas (Neves, 2012).

Na escolha dos KPI adequados, a organização deve assegurar que estes fornecem informações que são mensuráveis, precisas e confiáveis, para implementar ações corretivas quando o desempenho não está em conformidade com os objetivos ou para melhorar a eficiência e eficácia de processos. Essas informações devem ter em conta os seguintes aspetos (ISO 9004:2019):

- As necessidades e expectativas dos clientes e outras partes interessadas;
- A importância de cada produto para a organização, tanto no momento presente como no futuro;
- A eficácia e a eficiência dos processos;
- A utilização eficaz e eficiente dos recursos;
- A rentabilidade e o desempenho financeiro;
- Os requisitos estatutários e regulamentares;

Ao selecionar os KPI, a organização deve ter em consideração informação específica relativa aos riscos e oportunidades e deve assegurar-se de que os KPI oferecem informação para implementar os planos de ação quando o desempenho não atinge os objetivos ou para melhorar e inovar a eficácia e eficiência dos processos da empresa (ISO 9004:2019).

A seleção de indicadores relevantes pode ter duas abordagens distintas, sendo elas (Neves, 2012):

- Tendo como base uma lista de indicadores já existentes, devem ser selecionados indicadores que preencham os requisitos das características acima identificadas.
- Análise dos diversos processos e sistemas da organização, sendo os indicadores estabelecidos através de uma análise funcional.

Ambas as abordagens são passíveis de serem usadas, quer separadamente, quer de uma forma integrada.

A identificação das características dos objetivos facilita a escolha dos indicadores a implementar.

### **2.2.1 Objetivos**

Os objetivos são estabelecidos para permitir uma avaliação de desempenho e a promoção de estratégias que visam a melhoria, quer do ponto de vista económico, técnico e/ou organizacional. Para isso, deve ser levada em linha de conta as características que um objetivo de um sistema de gestão deva possuir, sendo elas (Neves, 2012):

- Quantificável;
- Atingível;
- Alinhado com a estratégia;
- Ser desafiante e comprometedor;
- Envolver os recursos;
- Dar origem a planos de ação;

Para facilitar a sua escolha, deve ter-se em atenção as características que estão associadas aos objetivos.

A gestão deve definir objetivos e estratégias com vista a melhorar o seu desempenho económico, técnico e organizacional, se o seu desempenho real ou esperado não for satisfatório. A utilização de um sistema de indicadores, permite à organização (NP EN 15341:2009):

- Medir o estado;
- Avaliar e comparar o seu desempenho;
- Identificar pontos fortes e fracos;
- Controlar o progresso e modificações ao longo do tempo.

### 2.2.2 Características

Os indicadores servem para dar informação acerca dos parâmetros associados a uma atividade e/ou processo implementado. As características intrínsecas associadas a um indicador são as seguintes (Neves, 2012):

- Estar associados às atividades importantes ou críticas.
- Ter uma reação o mais direto possível com a meta, permitindo que os resultados obtidos sejam fiáveis e representativos do critério a medir.
- Promover resultados quantificáveis.
- O investimento na recolha do indicador tem de ser inferior ao benefício da utilização do resultado.
- Fáceis de estabelecer, manter e utilizar.
- Serem compatíveis com os outros indicadores dos sistemas implementados,
- Permitindo a sua comparação e análise.

Parmenter (2015) descreve sete características para os indicadores chave de gestão:

- É uma medida não financeira.
- É medido frequentemente.
- É uma medida aproveitada pelo corpo da gerência.
- Indica claramente as ações necessárias a consertar.
- Indica a responsabilidade da equipe que pode tomar as medidas necessárias.
- Tem um impacto significativo.
- Encoraja ação apropriada quando medida corretamente.

Schlüter (2009) apresenta características obrigatórias para os indicadores chave de gestão:

- Deve ser estratégico.
- Deve ser sistémico, integrado a um conjunto de indicadores chave de gestão e a outras áreas;
- Deve ter um modelo robusto, proporcionando resultados verdadeiros;
- Deve ser de fácil assimilação e obtenção;
- Deve pressupor autoridade e responsabilidade de forma a possuir autonomia para melhorias;
- Deve propiciar recompensa quando a meta é atingida.

### 2.2.3 Limitações

Apesar da aceitação generalizada do uso de um conjunto de KPI para avaliar o desempenho de uma empresa, existem limitações teóricas e empíricas associadas à sua utilização. Uma das principais limitações é o facto de estes não poderem ser usados de uma maneira direta para estabelecer metas de melhoria. Isto ocorre porque cada um dos indicadores deve ser comparado com um valor de referência (*benchmark*), sem considerar os demais aspetos da atividade da empresa, que não são contabilizados neste indicador. Embora qualquer valor particularmente mau identifique um aspeto que requer a melhoria da atividade da empresa, os níveis alvo não podem ser estimados com confiança, dado que a consecução de uma meta para um indicador pode ter implicações sobre outras dimensões da atividade da empresa (Horta et al., 2012; ISO 9004:2019).

Entre outras, os trabalhadores podem apresentar resistência na implementação de KPI, pois esta pode ser encarada como uma mudança de regras ou como uma redistribuição do poder na organização (Bourne et al., 2000), pode ser interpretada como uma forma de controlo e de punição (Sink & Tuttle, 1993). É, por isso, necessário desenvolver o conceito da utilização de KPI como uma oportunidade de melhoria, combatendo deste modo, estas limitações.

### 2.2.4 KPI associados aos Acidentes de Trabalho

Os KPI utilizados nesta dissertação são considerados *lagging*, uma vez que fazem uma análise de acidentes de trabalho após estes terem ocorrido.

Para o cálculo de índices, a Organização Internacional do Trabalho (OIT), considera a classificação presente na tabela 5 para os seguintes índices. O cálculo do índice de frequência ( $I_f$ ) encontra-se na equação 2.

Tabela 5 - Classificação dos Índices de acordo com a OIT

Classificação	Índice de Frequência	Índice Gravidade
Muito Bom	<20	<0,5
Bom	20 a 40	0,5 a 1
Médio	40 a 60	1 a 2
Mau	60 a 100	2>

Fonte: adaptado Décima Sexta Conferência Internacional dos Estatísticos do Trabalho, OIT, 1998

O índice de frequência representa o número de acidentes com baixa por milhão de horas trabalhadas (Miguel, 2014). Este índice exprime a probabilidade do risco ocorrido relação tempo de exposição/acidente (Oliveira & Almeida-Silva, 2020).

O índice de incidência, tem como objetivo a representação do número de lesões com baixa por cada mil trabalhadores (Miguel, 2014). Com este valor é possível verificar a extensão do risco, ou seja, do volume de trabalhadores afetados. (Oliveira, 2020).

A Taxa de Mortalidade calcula a relação entre o número total de óbitos que ocorreram num acidente de trabalho e o número total de trabalhadores expostos ao risco. (Oliveira, 2020)

A Taxa de Letalidade é um indicador que tem como objetivo medir a gravidade do acidente uma vez que tem por consequência a morte de um trabalhador. (Oliveira, 2020)

## 2.3 Formação

Segundo o Decreto-Lei n.º 14/2017, de 26 de janeiro, que altera o regime jurídico do Sistema Nacional de Qualificações e define as estruturas que asseguram o seu funcionamento, formação profissional é definida como “*a formação com objetivo de dotar o indivíduo de competências com vista ao exercício de uma ou mais atividades profissionais*”. Como enumerado pela Lei n.º 7/2009 de 12 de fevereiro, que estabelece o Código de trabalho, esta tem como principais objetivos:

- “*Proporcionar qualificação inicial a jovem que ingresse no mercado de trabalho sem essa qualificação;*”
- “*Assegurar a formação contínua dos trabalhadores da empresa;*”
- “*Promover a qualificação ou reconversão profissional de trabalhador em risco de desemprego;*”
- “*Promover a reabilitação profissional de trabalhador com deficiência, em particular daquele cuja incapacidade resulta de acidente de trabalho;*”
- “*Promover a integração socioprofissional de trabalhador pertencente a grupo com particulares dificuldades de inserção.*”

Ainda segundo o Decreto-Lei n.º 14/2017, de 26 de janeiro, formação contínua é “*a atividade de educação e formação empreendida após a saída do sistema de ensino ou após o ingresso no mercado de trabalho, que permita ao indivíduo aprofundar competências profissionais e relacionais, tendo em vista o exercício de uma ou mais atividades profissionais, uma melhor adaptação às mutações tecnológicas e organizacionais e o reforço da sua empregabilidade*”. No âmbito deste tipo de formação, o empregador deve, segundo o Código do Trabalho:

- “*Promover o desenvolvimento e a adequação da qualificação do trabalhador, tendo em vista melhorar a sua empregabilidade e aumentar a produtividade e a competitividade da empresa;*”
- “*Assegurar a cada trabalhador o direito individual à formação, através de um número mínimo anual de horas de formação, mediante ações desenvolvidas na empresa ou a concessão de tempo para frequência de formação por iniciativa do trabalhador;*”
- “*Organizar a formação na empresa, estruturando planos de formações anuais ou plurianuais e, relativamente a estes, assegurar o direito a informação e consulta dos trabalhadores e dos seus representantes;*”
- “*Reconhecer e valorizar a qualificação adquirida pelo trabalhador.*”

A formação pode ser vista de duas formas distintas, a formação baseada em funções e a formação baseada em competências (Chiavenato, 2010). Todas as formações que são realizadas numa empresa devem seguir as etapas do “ciclo formativo”, definido pela empresa, tendo sempre como base a definição de um objetivo primário e de um objetivo final.

No caso de a formação ser baseada em funções, o objetivo primário será preparar as pessoas para o desempenho do cargo a ocupar enquanto se desenvolvem pessoas capazes de executar as tarefas associadas.

No caso da formação baseada em competências o objetivo principal será desenvolver competências adequadas nos colaboradores enquanto se desenvolvem competências passíveis de serem aplicadas na organização.

Para além da definição dos objetivos é fundamental analisar a eficiência e eficácia da formação (Chiavenato, 2010).

As etapas como as organizações deverão planejar, conceber e avaliar a formação são as seguintes (Goldstein & Ford, 2002):

- Estabelecimento da orientação geral;
- Levantamento de necessidades de formação;
- Plano de formação;
- Desenvolvimento da ação formativa.

Dado isto, a importância da formação deve ser questionada desde que ela é apenas uma possibilidade até ao momento em que se avalia o seu impacto. O modo como a formação é estruturada revela-se fundamental pois a sua eficácia está associada à forma como são estabelecidos, quer os objetivos iniciais, quer todo o processo de avaliação (Goldstein & Ford, 2002).

Formação em segurança é frequentemente implementado nos locais de trabalho para prevenir a ocorrência de acidentes ou para reduzir a sua probabilidade ou severidade como parte de um programa de segurança e saúde (Iyer et al., 2005).

Os formandos devem adquirir novas competências, conhecimento e melhorar as suas atitudes no local de trabalho. No entanto, isto só pode acontecer se a pessoa desejar mudar o seu comportamento no trabalho. (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006).

No contexto da tolerância ao risco de um indivíduo, a formação em segurança pode desempenhar um papel de antecedente ao comportamento, proporcionando ao indivíduo o conhecimento dos perigos e consequências de um comportamento de risco. A formação pode resultar numa mudança de comportamento, se a pessoa desejar a mudança e se o clima de trabalho for favorável à mesma (Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006).

Conceptualmente, a formação em segurança deveria resultar num local de trabalho mais seguro e mais saudável. Em postos de trabalho foram realizadas sessões de formação em segurança como um instrumento de intervenção para reduzir o risco de lesões relacionadas com o trabalho. Contudo, foi demonstrado que a formação unicamente em segurança não resulta na redução de lesões, perda de tempo e custos médicos (Cohen & Colligan, 1998).

Contudo, existe falta de informação sugerindo que a falta de formação dos trabalhadores leva a que exista um aumento do número de acidentes de trabalho. (Carolyn, C.L. et al 2009).

Alguns estudos mostram que a idade dos trabalhadores está relacionada com a sua atitude, vontade de mudar o trabalho, formação, produtividade e qualidade do trabalho. À medida que os empregados envelhecem, a vontade e a capacidade de reconversão ou de adquirir conhecimentos em formação diminuem (Wyganowska, 2018).

A formação relacionada com os acidentes de trabalho deve incluir uma grande variedade de temas tais como o uso cuidadoso de ferramentas manuais, o trabalho em altura e a importância da utilização de equipamento de proteção individual (Onder, 2013).

A eficácia dos programas de formação deve ser avaliada regularmente com mecanismos formais para a identificação e correção de deficiências (Keckojevic et al., 2006).

## 2.4 Gestão do Risco

A gestão de risco de acordo com a ISO 31000:2018 é uma ferramenta que auxilia qualquer organização na definição das medidas, melhoramento do desempenho, incentivo à inovação e consecução dos objetivos e tomadas de decisões, sendo a sua maior finalidade a criação e proteção de valor (ISO 31000, 2018).

A ISO 31000:2018 baseiam-se em princípios, estruturas e processos descritos, estando estes interligados entre si durante o processo como demonstra a figura 3.

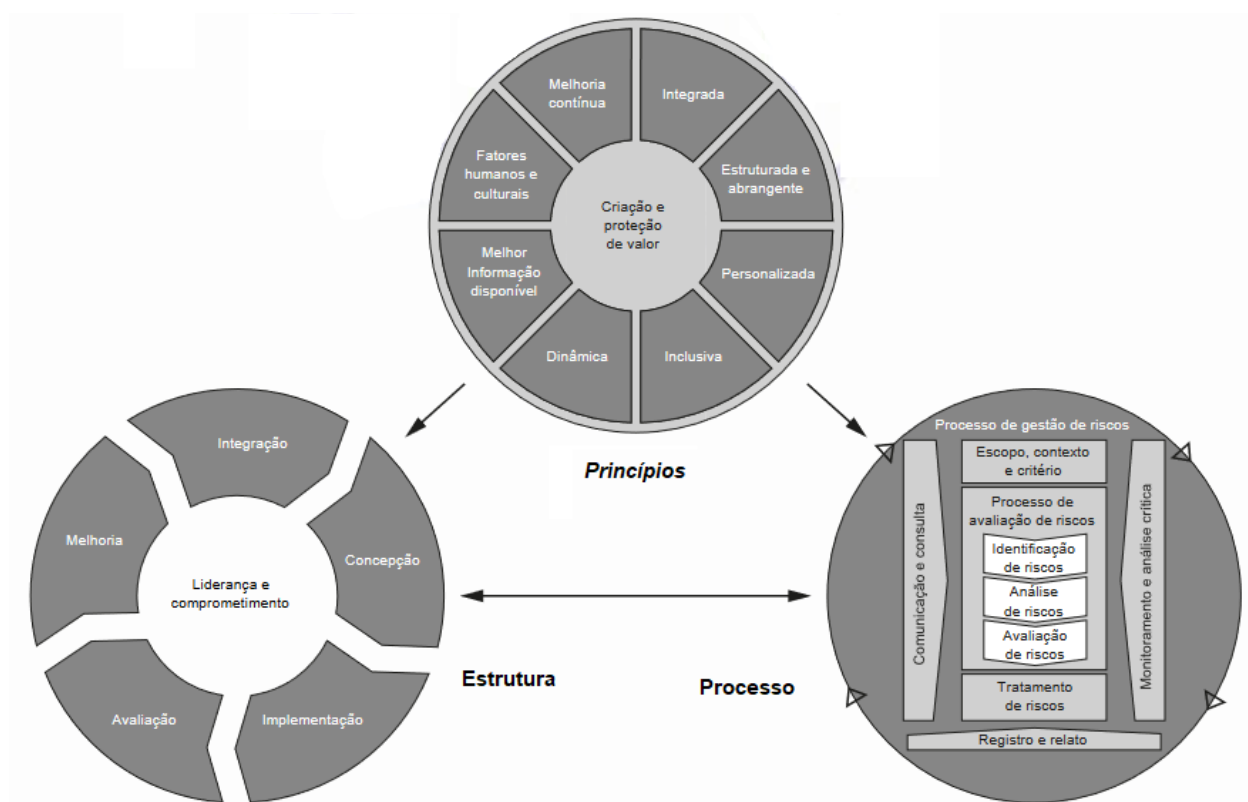


Figura 3 - Princípios, Estrutura e Processos

Os princípios descritos têm como objetivo fornecer orientações sobre as características da gestão do risco de forma eficiente e eficaz, explicando a sua intenção e finalidade. Os princípios, presentes na figura 4, constituem a base para a gestão do risco e deverão ser tidos em consideração na estrutura e nos processos da gestão do risco de uma organização (ISO 31000, 2018).

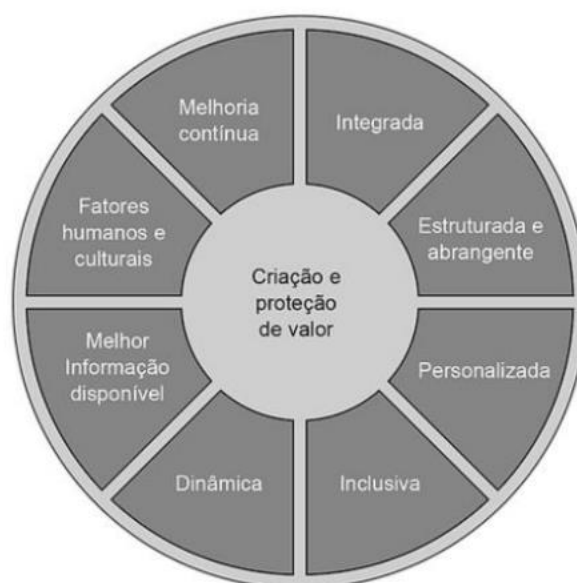


Figura 4 – Princípios segundo a ISO 31000:2018

Segundo a ISO 31000:2018, os princípios são divididos em oito formas descritas na tabela 6.

Tabela 6 - Princípios ISO 31000:2018

Forma	Descrição
<b>Integrada</b>	A gestão do risco é parte integrante de todas as atividades da organização
<b>Estruturada e abrangente</b>	Uma abordagem estruturada e abrangente da gestão do risco contribui para resultados consistentes e comparáveis.
<b>Personalizada</b>	A estrutura e os processos da gestão do risco são personalizados e proporcionados aos contextos externo e interno da organização assim como aos seus objetivos
<b>Inclusiva</b>	O envolvimento apropriado e oportuno das partes interessadas permite que o seu conhecimento, pontos de vista e percepções sejam considerados. Isto resulta numa gestão do risco mais consciencializada e informada
<b>Dinâmica</b>	Os riscos podem surgir, mudar ou desaparecer como resultado das mudanças nos contextos externo e interno de uma organização. A gestão do risco antecipa, deteta, reconhece e responde a essas mudanças e eventos de um modo apropriado e oportuno
<b>Melhor informação disponível</b>	As entradas para a gestão do risco baseiam-se na informação histórica e atual, assim como nas expectativas futuras. A gestão do risco tem em linha de conta explicitamente quaisquer limitações e incertezas associadas a essas informações e expectativas. A informação deverá ser oportuna, clara e estar disponível às partes interessadas relevantes
<b>Fatores humanos e culturais</b>	O comportamento humano e a cultura influenciam significativamente todos os aspetos da gestão do risco em cada nível e fase.
<b>Melhoria contínua</b>	A gestão do risco é melhorada continuamente com a aprendizagem e a experiência

A estrutura, representada na figura 5, tem como objetivo a integração da gestão do risco em todos os níveis da organização. A eficiência da gestão do risco está diretamente ligada na interação da organização, incluindo a tomada de decisões que necessitam de apoio dos mais altos níveis da hierarquia da organização (ISO 31000, 2018).



Figura 5 – Estrutura segundo a ISO 31000:2018

Os componentes da estrutura devem ser sempre adaptados à realidade da organização, como é demonstrado pela tabela 7.

Tabela 7 - Componentes ISO 31000:2018

Componente	Descrição
<b>Liderança e compromisso</b>	Tem como principal função gerir o risco e certificar que a gestão do risco é integrada em todas os níveis da organização.
<b>Integração</b>	Integração da gestão do risco basear-se em uma compreensão das estruturas e de todo o contexto operacional.
<b>Design/Concepção</b>	No <i>design</i> uma organização deve analisar e compreender seu contexto externo e interno. Nela inclui articular o compromisso permanente da gestão do risco mediante uma política na organização, atribuir funções e responsabilidades na organização, alocar recursos necessário para a gestão do risco e estabelecer uma comunicação e consulta.
<b>Implementação</b>	Implementação requer o compromisso e a conscientização de todos os envolvidos, incluindo a tomada de decisões e as mudanças nos contextos externos e internos.
<b>Avaliação</b>	Avaliação se torna eficaz ao medir periodicamente o desempenho e indicadores na estrutura da gestão do risco e determinar se a gestão do risco ainda é adequada com o objetivo da organização.
<b>Melhoria</b>	A organização deve-se adequar constantemente com a estrutura da gestão em função das mudanças internas e externas e aplicar melhorias relevantes na estrutura da gestão do risco e como é integrado a gestão do risco

O processo da gestão do risco considera-se uma parte integrante da gestão e tomada de decisão integrado na estrutura, nas operações e nos processos da organização. Este contempla diversos momentos tais como o processo de avaliação do risco englobando a identificação, análise e avaliação, seguido do seu tratamento. Todo o processo de avaliação deve ser comunicado e deve estar disponível para consulta. Após o tratamento ocorre o registo e relato juntamente com a monitorização e análise crítica do risco. Este processo é possível ser observado na figura 6.

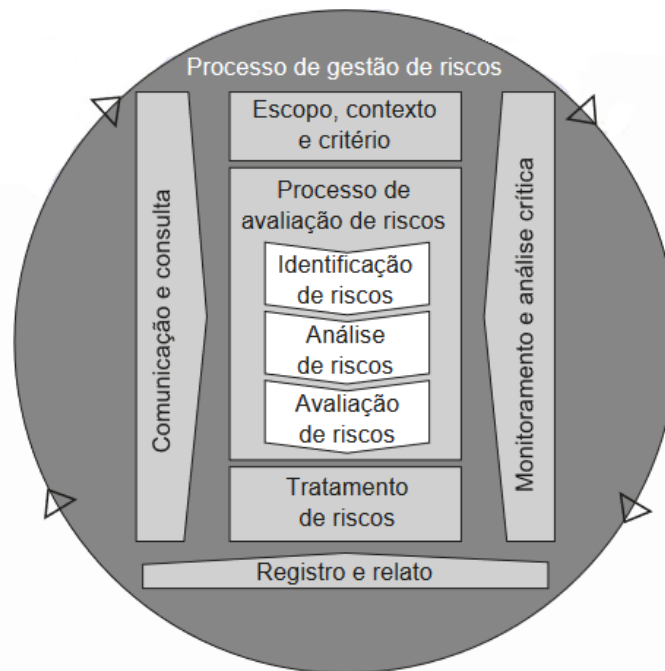


Figura 6 - Processo segundo a ISO 31000:2018

Entre os riscos e os perigos a que os trabalhadores da indústria extrativa estão mais expostos enumeram-se nos parágrafos seguintes os principais riscos identificados (Mandrioli et al., 2018; Matamala & Aguayo, 2021; Murtoja Shaikh et al., 2022).

- Queda de materiais – para os trabalhadores existe o risco de serem atingidos pela queda de objetos, nomeadamente blocos de pedra provenientes das frentes de trabalho e operações de desobstrução, devido à instabilidade dos locais dado a existência de materiais soltos que podem cair com a condução de veículos, devido à inexistência de proteção das frentes;
- Riscos associados à condução dos veículos – possíveis erros do condutor, problemas técnicos ou falhas mecânicas associadas ao veículo, capotamento associado à instabilidade do terreno, a colisão entre veículos, o esmagamento ou atropelamento de trabalhadores por veículos em marcha;
- Riscos associados às operações com máquinas – os trabalhadores podem ficar presos nos mecanismos ou caírem das máquinas no decurso de trabalhos. Vibrações de corpo inteiro ou mão-braço que podem provocar lesões músculo-esqueléticas e ruído quer contínuo ou abruptamente elevado pode levar a perda de audição por parte dos trabalhadores;
- Escorregamentos e quedas – Podem acontecer praticamente em todo o local de trabalho.
- Exposição a poeiras - As poeiras existem no local de trabalho resultam de processos diários da pedreira, nomeadamente o desmonte, o corte, a perfuração, a fragmentação e a trituração da pedra;
- Exposição a agentes meteorológicos - Os trabalhadores das pedreiras estão expostos a condições climáticas adversas, como temperaturas extremas, humidade, chuva e neve, e radiação UV;
- Riscos psicossociais – Os trabalhadores podem desenvolver doenças ou distúrbios mentais tais como ansiedade, stress, depressão, distúrbios de sono, fadiga mental, entre outros.

## 2.5 Acidentes de Trabalho

Nos termos da Lei n.º 98/2009, de 4 de setembro, considera-se acidente de trabalho aquele que se verifique no local e no tempo de trabalho e produza direta ou indiretamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução na capacidade de trabalho ou de ganho ou a morte. Nesta definição consideram-se acidentes de trabalho todos os sinistros que se produza<sup>3</sup>:

- No local e tempo de trabalho (entendendo-se “tempo de trabalho” como o período normal em que o trabalhador desempenha as suas funções, o período anterior e posterior dedicado a atos de preparação ou outros com ele relacionados e as pausas ou interrupções forçadas do trabalho);
- No trajeto de ida e de regresso do trabalho;
- No desempenho de tarefas espontaneamente prestadas e das quais possa resultar benefício económico para o empregador;
- No local de trabalho e fora deste para exercer o direito de reunião ou na qualidade de representante dos trabalhadores;
- Durante a realização de ações de formação de âmbito profissional que decorram no local habitual de trabalho, ou fora deste, sempre que a frequência do curso seja autorizada pela entidade patronal;
- No local onde é realizado o pagamento do ordenado e durante o tempo que aí permanecer para o efeito;
- Nos estabelecimentos onde o trabalhador deva receber qualquer tipo de assistência ou cuidados médicos devido a acidente de trabalho anterior;
- Na execução de serviços atribuídos ou consentidos pelo empregador, mesmo que estes se verifiquem fora do local ou tempo de trabalho;
- Durante o período estipulado por lei de procura de novo emprego que abranje os trabalhadores cujo processo de cessação do contrato de trabalho esteja a decorrer.

A análise dos acidentes tem objetivo a identificação das causas, tendo um conhecimento exato da dos acontecimentos. O conhecimento do fenómeno da sinistralidade é fundamental para a integração da Segurança no Trabalho e na gestão da empresa, onde o método estatístico constitui uma das metodologias de controlo mais utilizadas para a perceção dos índices de sinistralidade (Cavaleiro et al., 2012).

Na sinistralidade laboral existem indicadores criados que permitem acompanhar, periodicamente, através de um cálculo. Estes indicadores abrangem essencialmente o número de acidentes e dias perdidos (Freitas, 2003).

Apesar das reduções significativas, o número de feridos e de mortos na exploração mineira continua a ser elevado (Ceylan, 2012; Groves et al., 2007). Noventa por cento dos acidentes são devido a erro humano, a falta de formação e pouco conhecimento da indústria são das causas mais importantes de acidentes (Ceylan, 2012).

---

<sup>3</sup> <https://dre.pt/dre/lexionario/termo/acidente-trabalho-nocao>

O perfil dos trabalhadores que sofrem acidentes de trabalho é variável. Segundo Wyganowska (2018) os acidentes de trabalho ocorrem majoritariamente em trabalhadores com idades compreendidas entre os 36 e os 50 anos, que apresentam muita experiência e sabem demonstrar comportamentos adequados em situações perigosas. Contudo, quanto maior for a idade dos trabalhadores, menor é a sua aptidão física e capacidade de percepção de risco, o que, por sua vez, é um dos fatores que causam maiores taxas de acidentes de trabalho. Noutro estudo, é dito que mais de dois terços das vítimas apresentam pouca experiência na indústria com menos de cinco anos de experiência profissional (Groves et al., 2007, Dindarloo et al., 2016). O elevado número de acidentes no trabalhador inexperiente pode justificar a implementação de mais formação e medidas de segurança (Dindarloo et al., 2016).

As causas de acidentes são variáveis, podendo ocorrer devido ao erro humano ou associado à utilização de máquinas ou equipamentos (Ersoy, 2013). Segundo (Sanmiquel et al., 2018), as principais causas de acidentes foram o esforço físico intenso que afeta o sistema músculo-esquelético. Além disso, alguns estudos indicaram também uma relação direta entre lesões por excesso de esforço e a idade do trabalhador. Noutro estudo, o ambiente desarrumado, ruidoso, demasiado quente ou frio, as máquinas antigas ou com má manutenção e a falta de formação ou descuido dos empregados foram identificadas como a maior causa de acidentes (Ersoy, 2013). Já Groves et al. (2007) aponta que as ferramentas manuais são os equipamentos mais frequentemente utilizados quando ocorrem acidentes não mortais, enquanto o transporte, fora de estrada, é a fonte mais comum de acidentes mortais.

Relativamente aos acidentes resultantes da condução de camiões, as principais causas são: a falha de componentes mecânicos (22%); inexistência de e/ou não obediência de sinais de aviso (20%); não respeitar a distância de segurança da berma (13%); formação em segurança inadequada (10%) e falha em reconhecer condições geológicas adversas (10%) (Dindarloo et al., 2016).

Os tipos de atividades mais frequentemente associadas a ferimentos na indústria não mudaram muito ao longo dos anos. A redução contínua de acidentes e ferimentos exigirá esforços adicionais para desenvolver novas e criativas abordagens à formação dos trabalhadores, e para identificar e implementar intervenções que abordem as restantes fontes de risco (Groves et al., 2007).

A prevenção de acidentes em minas deve basear-se na legislação nacional relevante e numa supervisão e controle da aplicação desta legislação (Elgstrand K. et al., 2017).

Com o intuito de diminuir o número de acidentes de trabalho, certas medidas podem ser implementadas, como uma supervisão mais próxima das atividades e comportamentos dos trabalhadores, contrariando a rotina profissional, criando um sistema que motive os empregados a cumprir os regulamentos de saúde e segurança, e preparando formações à medida (Wyganowska, 2018).

A redução dos acidentes associados à utilização de equipamento exige atenção, particularmente com os novos trabalhadores. Após uma formação de orientação geral, todos os operadores de equipamento devem ser formados com um nível de competência aceitável. A formação tradicional em tarefas, ou seja, supervisores ou operadores experientes que orientem trabalhadores

inexperientes, deve ser combinada com formação em simulação baseada em computador (Kecojevic et al., 2006).

A prevenção de falhas que podem levar a acidentes dá-se através da devida formação da equipa de trabalho, demonstração do funcionamento de aparelhos e equipamentos novos, seleção e reciclagem adequada dos funcionários para as diversas funções, instruções completas sobre como executar determinadas tarefas, realizações de reuniões periódicas com os funcionários, verificação da compreensão da informação transmitida, acompanhamento de funcionários novos, supervisão dos funcionários, fixação de cartazes com orientações necessárias, entre outros (Almeida et al., 2005).

Os acidentes de trabalho podem ser reduzidos com mais estudos acerca deste tema e adotando medidas mais eficazes e preventivas (Ceylan, 2012).

## **2.6 Enquadramento Legal e Normativo**

De uma forma geral existe uma grande variedade de regulamentos e legislação em vigor a ser aplicada no setor extrativo. Enunciam-se de seguida, de forma sucinta, a regulamentação necessária de proteção dos trabalhadores nas indústrias extrativas a céu aberto ou subterrâneas.

Dos Decretos-Lei enunciados é de destacar que existe uma particularidade de preocupação na segurança dos trabalhadores da indústria extrativa a céu aberto ou subterrânea ao qual este obriga promover uma conveniente formação de todos os trabalhadores em matéria de higiene e segurança no trabalho.

### **2.6.1 Documentação Legal referente à Indústrias Extrativas a Céu Aberto/Subterrâneas**

- Decreto-Lei n.º 340/2007, de 6 de outubro – Altera o Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de outubro, que aprova o regime jurídico da pesquisa e exploração de massas minerais (pedreiras);
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 50/2019, de 5 de março - Aprova o Plano de Intervenção nas Pedreiras em Situação Crítica;
- Decreto-Lei n.º 165/2014, de 5 de novembro - Regime de Regularização das Atividades Económicas (RERAE) que, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 21/2016, de 19 de julho, permitiu iniciar procedimentos de regularização extraordinária de pedreiras entre janeiro de 2015 e julho de 2017;
- Decreto-Lei n.º 152-B/2017, de 11 de dezembro – Altera o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental (AIA) dos projetos públicos e privados suscetíveis de produzirem efeitos significativos no ambiente, transpondo a Diretiva n.º 2014/52/EU;
- Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro – Proceda à primeira alteração do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro - Regime jurídico a que está sujeita a gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais (minas) e massas minerais (pedreiras);

- Decreto-Lei n.º 54/2015, de 22 de junho - Lei de Bases do regime jurídico da revelação e do aproveitamento dos recursos geológicos existentes no território nacional, incluindo os localizados no espaço marítimo nacional;
- Taxas da Portaria 1083/2008, de 24 de setembro - Fixa os valores das taxas devidas pela prática dos atos previstos no regime jurídico da pesquisa e exploração de massas minerais (pedreiras);
- Portaria n.º 198/96: Regula as prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais e postos de trabalho das indústrias extrativas a céu aberto ou subterrâneas.

## **2.6.2 Documentação Legal referente à Higiene e Segurança no trabalho**

- Lei n.º 79/2019: Estabelece as formas de aplicação do regime da segurança e saúde no trabalho previsto no Código do Trabalho e legislação complementar, aos órgãos e serviços da Administração Pública, alterando a Lei Geral do Trabalho em Funções Públicas.
- Lei n.º 102/2009: Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho.
- Decreto-Lei n.º 50/2005: Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2001/45/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de junho, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho, e revoga o Decreto-Lei n.º 82/99 de 16 de março.
- Decreto-Lei n.º 133/99: Altera o Decreto-Lei n.º 441/91, de 14 de novembro, relativo aos princípios da prevenção de riscos profissionais, para assegurar a transposição de algumas regras da diretiva quadro relativa à segurança e saúde dos trabalhadores nos locais de trabalho.
- Portaria n.º 987/93: Estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho.
- Decreto-Lei n.º 347/93: Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 89/654/CEE, do Conselho, de 30 de novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais de trabalho.
- Decreto-Lei n.º 441/91: Estabelece o regime jurídico do enquadramento da segurança, higiene e saúde no trabalho
- Decreto-Lei n.º 139/2002: Aprova o Regulamento de Segurança dos Estabelecimentos de Fabrico e de Armazenagem de Produtos Explosivos e revoga o Decreto-Lei n.º 142/79 de 23 de maio, e as Portarias n.ºs 29/74, de 16 de janeiro, 831/82, de 1 de setembro, e 506/85, de 25 de julho
- Decreto-Lei n.º 162/90: Aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras. Revoga o Decreto-Lei n.º 18/85, de 15 de Janeiro.
- Decreto-Lei n.º 324/95: Transpõe para a ordem jurídica interna as Diretivas n.ºs 92/91/CEE, de 3 de novembro, e 92/104/CEE, de 3 de dezembro, relativas às prescrições mínimas de saúde e segurança a aplicar nas indústrias extrativas por perfuração a céu aberto ou subterrâneas.

### 2.6.3 Equipamentos de proteção individual

- Decreto-Lei n.º 348/93: Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 89/656/CEE, do Conselho, de 30 de novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de proteção individual no trabalho.
- Portaria n.º 1131/93: Estabelece as exigências essenciais relativas à saúde e segurança aplicáveis aos equipamentos de proteção individual (EPI).
- Portaria n.º 988/93: Estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamento de proteção individual.

### 2.6.4 Referências Normativas

Em relação aos referenciais normativos que se podem aplicar aos indicadores chave de desempenho:

- NP EN ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestão da Qualidade Requisitos;
- NP EN ISO 9004:2019 – Gestão da Qualidade, Qualidade de uma organização, linhas de orientação para atingir o sucesso sustentado;
- NP EN 15341:2009 – Manutenção, Indicadores de desempenho de manutenção (KPI);
- NP ISO 45001:2019 - Sistemas de Gestão e Saúde no Trabalho, Requisitos e Orientações para a sua Utilização.

## 2.7 Conhecimento Científico

### 2.7.1 Descrição da metodologia de revisão Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica teve por base a metodologia de revisão sistemática referenciada em PRISMA Statement<sup>4</sup>. Foram selecionadas combinações de palavras-chaves em torno do tema principal e para desenvolvê-la, foram acedidas às bases de dados e revistas científicas disponíveis na biblioteca online da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP. Os termos de pesquisa definidos foram as combinações das palavras-chave:

- *"key performance indicators" or "kpi" AND "mining industry"*
- *"key performance indicators" or "kpi" AND "quarry"*
- *"key performance indicators" or "kpi" AND "stone industry"*
- *"key performance indicators" or "kpi" AND "worker training"*
- *"key performance indicators" or "kpi" AND "occupational safety"*
- *"key performance indicators" or "kpi" AND "worker safety"*
- *"key performance indicators" or "kpi" AND "safety training"*
- *"key performance indicators" or "kpi" AND "heavy machinery"*

---

<sup>4</sup> <http://www.prisma-statement.org/> (acedido em 03/11/2021)

- "key performance indicators"or"kpi"AND"machinery"

Enumeram-se as bases de dados consultadas:

- Scopus;
- Web of Science;
- Inspec.

Através dos registos identificados por meio da pesquisa bibliográfica realizada, foram obtidos 809 artigos. Do total de artigos foram excluídos 772 artigos após a aplicação dos critérios de elegibilidade sendo eles “indicadores chave de gestão”, “indústria mineira” e “segurança”, foram excluídos 27 artigos repetidos, 368 dos artigos excluídos não estavam enquadrados dentro do limite de critérios considerados, sendo eles ano (2017 – 2022), tipo de documento (artigo) em que foram excluídos 214, língua (inglês) em que foram eliminados 16 artigos e 173 não cumpriam os critérios de elegibilidade definidos. Foram analisados 27 artigos e após esta análise foram excluídos 5 por não cumprirem os critérios estabelecidos anteriormente. Serviram se base à revisão bibliográfica os 22 artigos restantes. Dos 22 artigos analisados, apenas 14 foram referenciados na revisão da literatura. Foi possível obter um diagrama decorrente desta pesquisa presente na figura 7.

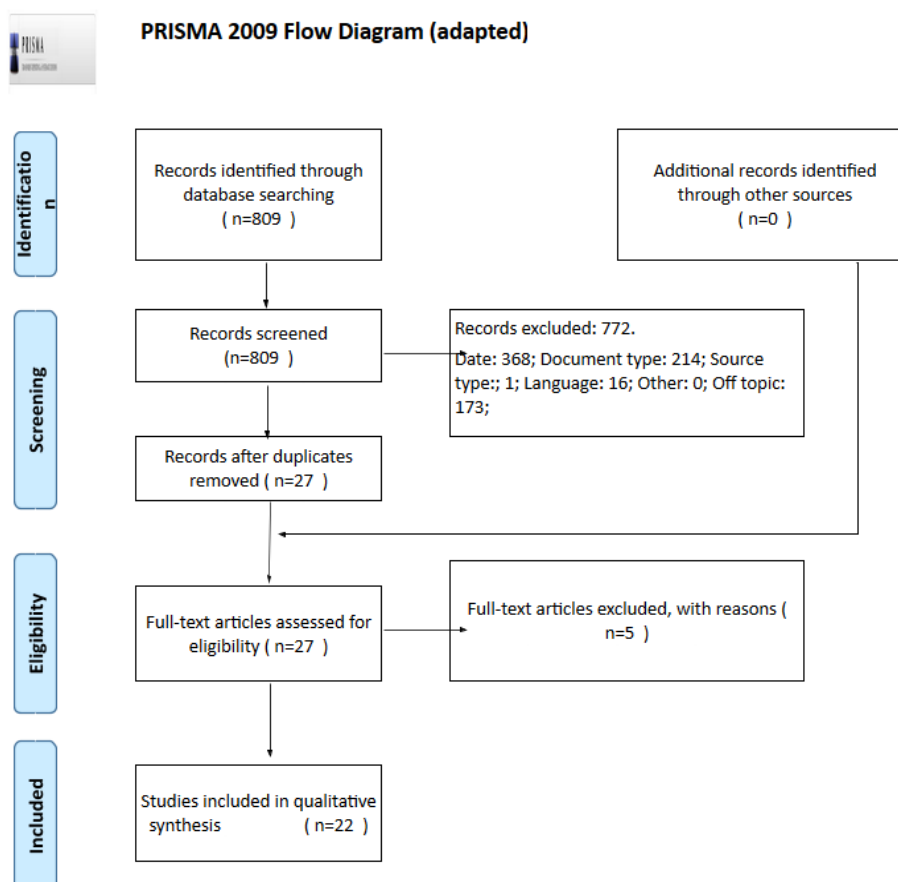


Figura 7 - Diagrama do método prisma

## 2.7.2 Resultados da pesquisa

Existe um número reduzido de artigos (Nieto et al., 2020; Yorio et al., 2020) que abordam simultaneamente a indústria mineira e KPI aplicados à formação dos trabalhadores para utilização dos equipamentos de trabalho. Por este motivo, foram escolhidos artigos de outras áreas de estudo para se complementar e comparar a informação relativa aos KPI aplicados à formação.

Os setores de atividade dos artigos analisados são diversos, sendo os artigos realizados na indústria mineira os de maior número, seguidos dos da indústria da construção civil e da segurança ocupacional. Esta distribuição pode ser consultada na figura 8.

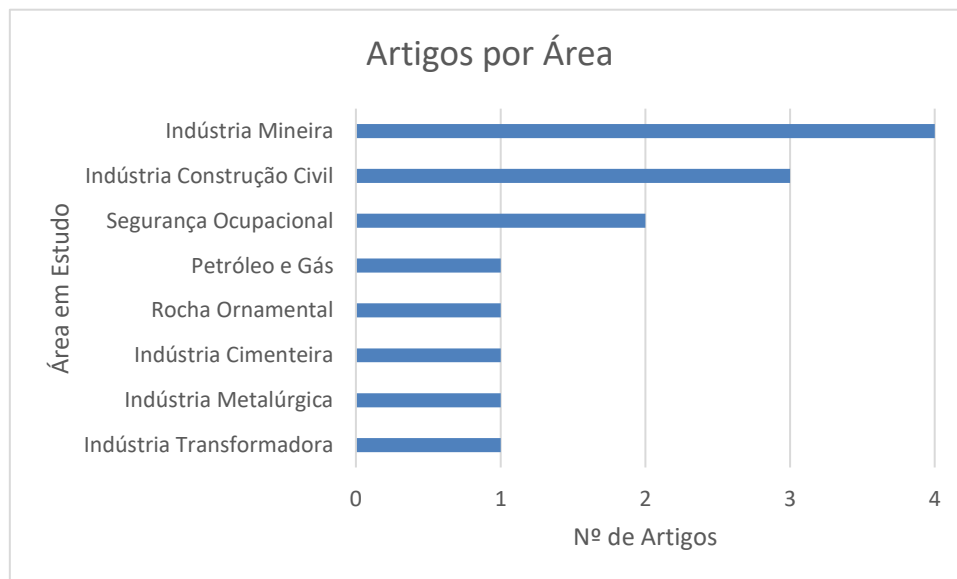


Figura 8 - Artigos por Área

Nos artigos analisados, os KPI são utilizados por diversos motivos, tais como a proteção dos trabalhadores de riscos elétricos (Pragale et al., 2018), sustentabilidade na indústria metalúrgica (Lenort et al., 2017), interpretação de dados provenientes da digitalização de técnicas utilizadas na indústria mineira (Galiyev et al., 2020; Nieto et al., 2020), sistemas de produção (Fantini et al., 2020) da indústria da construção civil (Mesároš et al., 2021), motivos económicos e financeiros (da Silva et al., 2020) e performance global da empresa a nível da segurança dos trabalhadores (Gao et al., 2021; Mahmoud et al., 2020; Silvestri et al., 2021; Yorio et al., 2020; Zwetsloot et al., 2020).

Alguns autores descrevem KPI como sendo ambientais (Amrina et al., 2020; Mesároš et al., 2021; Silvestri et al., 2021), económicos (Amrina et al., 2020; Lenort et al., 2017; Mesároš et al., 2021), sociais (Amrina et al., 2020; Lenort et al., 2017; Mesároš et al., 2021) e segurança ocupacional/formação ou treino (Amrina et al., 2020).

Dependendo dos KPI a serem analisados, as ferramentas utilizadas diferem. Num estudo feito por Nieto et al. (2020), foi analisada a substituição de equipamentos a *diesel* por equipamentos elétricos com vista a melhorar a segurança dos trabalhadores, uma vez que estes não estão tão expostos a níveis tão elevados de CO<sub>2</sub>. Para validar esta mudança foram utilizados KPI que medem a produtividade e custo dos dois tipos de equipamento (diesel e elétrico). Noutro estudo (Pragale

et al., 2018), foram utilizadas listas de verificação para confirmar que os KPI utilizados estão a surtir efeito na segurança dos trabalhadores. Galiyev et al. (2020) propõe a utilização de um *smartwatch* com sistema *Ground Position System* (GPS) de todos os trabalhadores para avaliar a qualidade do trabalho realizado e utilizar a informação acumulada para dar formação a novos trabalhadores.

De forma geral a formação dos trabalhadores é implementada nas empresas dos diversos setores (Fantini et al., 2020; Mahmoud et al., 2020; Pragale et al., 2018; Silvestri et al., 2021; Thorén Hedin & Ranängen, 2017; Zwetsloot et al., 2020), sendo que nos trabalhos de Pragale et al. (2018), Hedin & Ranängen (2017) e Lenort et al. (2017) têm como objetivo garantir a segurança ocupacional dos formandos.

## 2.8 Objetivos da dissertação

Após a recolha de toda a informação que complementa o conhecimento teórico acerca do tema, revisão de literatura para conhecimento dos mais recentes avanços científicos relativamente aos KPI, à formação em segurança na indústria extrativa e transformadora, indicadores para avaliar a segurança dos trabalhadores e enquadramento legal e normativo, foram encontrados algumas lacunas, nomeadamente: a escassez de literatura referente à criação de KPI para a formação da indústria extrativa e transformadora. Neste sentido foram estabelecidos objetivos que pretendem dar resposta aos problemas encontrados. A presente dissertação pretende dar resposta aos seguintes objetivos gerais.

- Compreender o número de acidentes mortais e não mortais do setor B e do subsetor C;
- Compreender o número de trabalhadores com formação do setor B e do subsetor C;
- Perceber se existe correlação entre o setor B e do subsetor C das CAE's para o número de acidentes de trabalho mortais e não mortais;
- Perceber se existe correlação entre o setor B e do subsetor C das CAE's com maior número de acidentes mortais e não mortais;
- Perceber se existe correlação entre número de trabalhadores com formação e número de acidentes mortais e não mortais;
- Utilização de KPI para verificação da otimização da formação para a redução de acidentes de trabalho.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Dados de Acidentes de Trabalho

Para dar resposta aos objetivos propostos, foi necessário recolher dados referentes aos acidentes de trabalho mortais e não mortais. Estes foram retirados dos relatórios de atividade do ano 2011 a 2021 da Autoridade das Condições do Trabalho (ACT). Os dados recolhidos compreendem períodos diferentes e estes encontram-se identificados na tabela 8.

Tabela 8 - Período de Recolha de Dados

Tipo de Acidente	Período Recolha dos Dados
Acidente Mortal	2011-2021
Acidente Não Mortal	2011-2019

O Instituto Nacional de Estatística (INE) utiliza a Classificação Portuguesa das Atividades Económicas (CAE), para identificar os diversos setores de atividade, estes encontram-se descritos na Tabela 9.

Tabela 9 - Descrição do Setor de Atividade (INE, 2007)

Setor	Descrição do Setor
A	Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca
B	Indústrias Extrativas
C	Indústrias Transformadoras
D	Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio
E	Captação, tratamento e distribuição de água; saneamento gestão de resíduos e despoluição
F	Construção
G	Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis e motociclos
H	Transportes e armazenagem
I	Alojamento, restauração e similares
J	Atividades de informação e de comunicação
K	Atividades financeiras e de seguros
L	Atividades Imobiliárias
M	Atividades de consultoria, científicas, técnicas e similares
N	Atividades administrativas e dos serviços de apoio
O	Administração Pública e Defesa; Segurança Social Obrigatória
P	Educação
Q	Atividades de saúde humana e apoio social
R	Atividades artísticas, de espetáculos, desportivas e recreativas
S	Outras atividades de serviços
T	Atividades das famílias empregadoras de pessoal doméstico e atividades de produção das famílias para uso próprio
U	Atividades dos organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais

A presente dissertação está inserida no âmbito da indústria extrativa e transformadora, por esse motivo os setores B e C foram divididos em subsectores, presentes nas Tabela 10 e 11, respetivamente.

Tabela 10 - Subsetor da CAE - B

<b>B- Indústrias Extrativas</b>
Extração de hulha e lenhite
Extração de petróleo bruto e gás natural
Extração e preparação de minérios metálicos
Outras indústrias extrativas
Atividades dos serviços relacionados com as indústrias extrativas

O setor C engloba uma grande variedade de indústrias na parte da fabricação estando inseridas na tabela 11 como subsetor da CAE - C.

Tabela 11 - Subsetores da CAE - C

<b>C- Indústrias Transformadoras</b>
Fabricação de produtos alimentares, bebidas e tabaco
Fabricações têxteis e produtos têxteis, couro e produtos de couro
Fabricação de pasta, papel e seus artigos
Fabricação de coque, produção petrolíferos refinados e de agl. de comb.
Fabricação produção farmacêutica de base e preparação farmacêutica
Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas
Fabricação de outros produtos minerais não metálicos
Metalúrgicas de base e produtos metálicos
Fabricação equipamentos informáticos para comunicações e produtos eletrónicos e de ótica; fabrico equipamentos elétrico;
Fabrico máquinas e de equipamento n.e.; Reparação máquinas e de equipamento.
Fabricação veículos autorreboques, semirreboque, componentes para veículos automóveis.
Outras indústrias transformadoras

Deste modo, para além do estudo de acidentes de trabalho mortais e não mortais do setor C, foram também obtidos os valores para o subsetor denominado “fabricação de outros produtos minerais não metálicos”, doravante denominado por subsetor C.

Deste modo, os valores obtidos para o setor C foram considerados somente os presentes no subsetor C para este estudo, com o objetivo de tornar os dados mais realistas.

Após a recolha de dados por setor de atividade estudou-se o comportamento destes somando o total de acidentes mortais e não mortais, respetivamente, obtendo um valor que engloba todos os setores de atividade anual.

De seguida, no período em estudo, realizou-se o somatório quer de acidentes mortais e acidentes não mortais por setor de atividade, obtendo assim os três maiores setores com um maior número de acidentes.

Sucessivamente recolheu-se os dados do subsetor C, compreendido entre os anos de 2008 até 2019, publicados pelo Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) no boletim estatístico, para os acidentes mortais e não mortais. Juntamente com os dados obtidos para o setor B, realizou-se a soma anual para o período compreendido entre 2011 e 2019, designado por setor B e subsetor C.

Com os dados do setor B e subsetor C, foi assim possível obter os dados da indústria extrativa e transformadora usados para o estudo.

Por fim, foi feita uma comparação entre os vários setores de atividades estudados de forma a averiguar se existiam alguma correlação entre estes relativamente ao número de acidentes mortais e não mortais.

## 3.2 Dados da Formação

Após recolha dos dados referentes aos acidentes de trabalho, foram recolhidos os dados relativos à formação em contexto de trabalho da indústria extrativa e da indústria transformadora, para o período compreendido entre 2011 e 2019. Os dados foram recolhidos do GEP no boletim estatístico.

Os valores adquiridos para o setor da indústria transformadora foram os presentes no subsetor da “fabricação de outros produtos minerais não metálicos”.

Dos valores apresentados pelo GEP através do boletim estatístico, foi possível obter os seguintes valores:

- Número de empresas que prestaram formação;
- Número de trabalhadores presentes em formação.

## 3.3 Índices

### 3.3.1 Índice de frequência

Numa primeira fase foi necessário recolher o número total de trabalhadores a exercer funções no setor B e subsetor C, que foi obtido a partir das publicações do quadro de pessoal publicado anualmente pelo GEP. Com estes valores foram multiplicados pelo número de dias uteis existentes em cada ano e pelo número de horas trabalhadas, que neste estudo foram consideradas como constantes tendo o valor de oito. A equação 1 demonstra o cálculo do número de horas trabalhadas por homem ano.

$$N^{\circ} \text{ Horas Trabalhadas homem} = N^{\circ} \text{ Dias Úteis} \times N^{\circ} \text{ total de Trabalhadores} \times 8$$

Equação 1 - Número de horas trabalhadas homem

Tendo os valores para cada ano do estudo a partir da equação 1 foi possível o cálculo do índice de frequência que é realizado a partir da forma expressa na equação 2.

$$I_f = \frac{N^{\circ} \text{ Acidentes de Trabalho}}{N^{\circ} \text{ Horas Trabalhadas homem}} \times 10^6$$

Equação 2 - Índice de Frequência

### 3.3.2 Índice de Incidência

O cálculo do índice de incidência foi realizado a partir da equação 3.

$$I_i = \frac{N^{\circ} \text{ Acidentes Trabalho}}{N^{\circ} \text{ de Trabalhadores}} \times 1000$$

Equação 3 - Índice de Incidência

Foram considerados o número de acidentes de trabalho o somatório dos acidentes mortais e não mortais para o setor B e subsetor C. O número de trabalhadores foi partir das publicações do quadro de pessoal publicado anualmente pelo GEP.

### 3.3.3 Taxa de Mortalidade

O cálculo da Taxa de Mortalidade foi realizado a partir da equação 4.

$$T_M = \frac{N^{\circ} \text{ de Óbitos decorrentes de Acidente de Trabalho}}{N^{\circ} \text{ de Trabalhadores}} \times 10^6$$

Equação 4 - Taxa de Mortalidade

Foram considerados de número de óbitos decorrentes de acidente de trabalhado todos os acidentes mortais que ocorreram entre o período em estudo para o somatório do setor B e subsetor C.

### 3.3.4 Taxa de Letalidade

O cálculo da Taxa de Letalidade foi realizado a partir da equação 5.

$$T_L = \frac{N^{\circ} \text{ de Óbitos decorrentes de Acidente de Trabalho}}{N^{\circ} \text{ Total de Acidentes de Trabalho}} \times 1000$$

Equação 5 - Taxa de Letalidade

Tal como para a equação 4, foram considerados de número de obtidos decorrentes de acidente de trabalhado todos os acidentes mortais que ocorreram entre o período em estudo para o somatório do setor B e subsetor C. Igualmente à equação 3 o valor de acidentes de trabalho o somatório dos acidentes mortais e não mortais para o setor B e subsetor C.

## 3.4 Correlação de Pearson

O Coeficiente de Correlação de Pearson, ou Correlação Linear, é obtido dividindo-se a covariância pelo desvio padrão de X e de Y. Esta correlação linear mede a relação entre duas variáveis dentro de uma mesma escala métrica (Puccetti, 2022). A equação 6 representa a fórmula de cálculo para a correlação.

$$\rho(X, Y) = \frac{cov(X, Y)}{\sqrt{var(X)var(Y)}}$$

Equação 6 - Correlação de Pearson

O cálculo deste coeficiente é aplicado para relações que sejam exclusivamente lineares e em variáveis contínuas, sendo que é um coeficiente a dimensional. O valor calculado do Coeficiente de Pearson pode variar entre -1 e 1, e o resultado indicará a intensidade da correlação entre os

conjuntos. Segundo Rumsey (2022), a interpretação é sugerida conforme a escala de significância presente na tabela 12.

Tabela 12 - Interpretação dos valores da Correlação

Valor da Correlação	Tipo de correlação
- 1	Perfeita correlação linear inversa
-1<Correlação <-0,70	Muito Forte correlação linear inversa
-0,70<Correlação <-0,50	Forte correlação linear inversa
-0,50<Correlação <-0,30	Moderada correlação linear inversa
-0,30 <Correlação <0	Fraca correlação linear inversa
0	Sem correlação
0 <Correlação <+0,30	Fraca correlação linear direta
+0,30<Correlação <+0,50	Moderada correlação linear direta
+0,50<Correlação <+0,70	Forte correlação linear direta
+0,70<Correlação <+1	Muito Forte correlação linear direta
+1	Perfeita correlação linear direta

### 3.5 Regressão Linear

A regressão linear é uma equação para se estimar o valor esperado de uma variável y (variável dependente), dados os valores de outras variáveis x (variável independente). A regressão linear tem como objetivo determinar um valor que não se consegue estimar. A regressão linear consiste em encontrar a linha reta que melhor se ajusta aos pontos, esta é chamada de linha de tendência. A equação 7 apresenta a fórmula de cálculo da linha de tendência (Lane et al., n.d.).

$$y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i$$

Equação 7 - Regressão Linear

Da equação 7:

- $y_i$ : Variável dependente que representa o que o modelo tentará prever;
- $\alpha$ : É uma constante, que representa a intersecção da reta com o eixo vertical;
- $\beta$ : Representa a inclinação (coeficiente angular) em relação à variável explicativa;
- $X_i$ : Variável independente;
- $\varepsilon_i$ : Representa todos os fatores residuais mais os possíveis erros de medição.



## **PARTE 2**

---



## 4 RESULTADOS

### 4.1 Acidentes de Trabalho Totais

#### 4.1.1 Acidentes de Trabalho Mortais

Na recolha de dados, o número de acidentes de trabalho mortais presentes na tabela 13 foi somado ao qual se obteve o gráfico da figura 9 entre os anos de 2011 e 2021.

Tabela 13 - Acidentes Mortais por CAE

Acidente Mortais											
CAE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>S/CAE</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<b>A</b>	18	27	27	25	32	21	21	15	16	13	10
<b>B</b>	6	4	3	6	4	5	1	4	3	2	4
<b>C</b>	28	33	25	25	17	26	23	37	17	19	18
<b>D</b>	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0
<b>E</b>	2	2	0	3	3	2	5	5	2	6	0
<b>F</b>	52	55	30	43	48	37	42	44	38	42	45
<b>G</b>	22	14	13	14	13	17	12	10	9	10	9
<b>H</b>	14	17	15	18	20	15	20	17	13	13	2
<b>I</b>	4	1	3	3	4	2	4	5	5	3	2
<b>J</b>	1	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0
<b>K</b>	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
<b>L</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>M</b>	2	5	2	2	1	1	0	6	0	0	4
<b>N</b>	5	7	5	13	10	7	6	13	8	12	5
<b>O</b>	4	4	7	2	9	2	4	2	5	6	2
<b>P</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>Q</b>	0	2	1	1	0	0	1	0	2	0	0
<b>R</b>	2	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0
<b>S</b>	1	1	1	2	0	0	0	0	2	2	1
<b>T</b>	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
<b>U</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	164	175	134	160	161	138	140	161	123	132	103

Na Figura 9 é possível visualizar um pico máximo de acidentes mortais no ano de 2012, com um total de 175 acidentes mortais em Portugal. O menor valor apresentado é de 103 no ano de 2021.

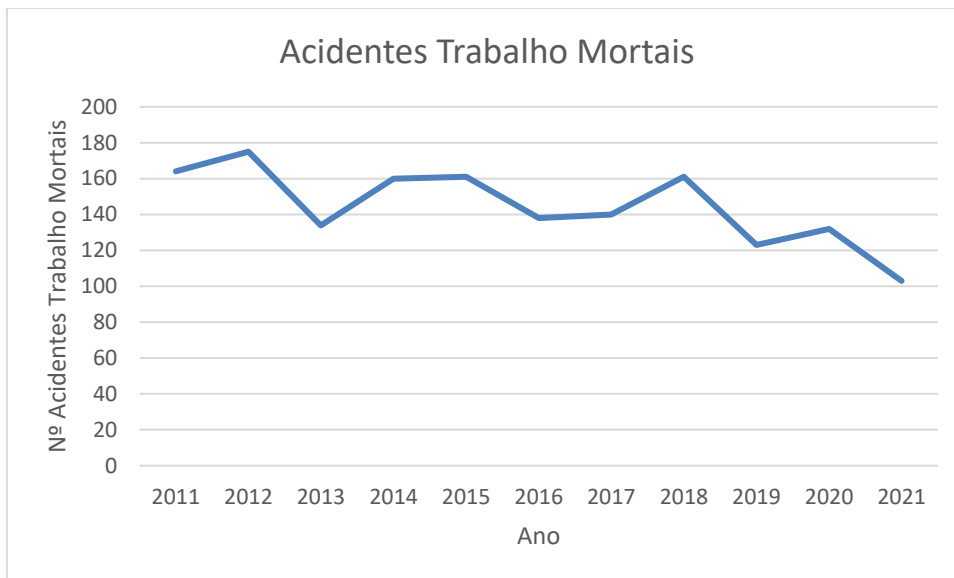


Figura 9 - Nº Acidentes Mortais Totais

Os acidentes de trabalho mortais apresentam uma tendência negativa, contudo é de salientar que nos anos de 2014 e 2015 o número de acidentes manteve-se praticamente constante nos dois anos, tendo-se registado uma diminuição do número de acidentes. Nos anos de 2016 e 2017 o comportamento foi idêntico, contudo no ano de 2017 ocorreu um aumento significativo do número de acidentes.

## 4.1.2 Acidentes de Trabalho Não Mortais

Na recolha de dados o número de acidentes de trabalho não mortais presentes na tabela 14 foi somado ao qual se obteve o gráfico da figura 10 entre os anos de 2011 e 2019.

Tabela 14 - Acidentes não mortais por CAE

Acidentes Não Mortais									
CAE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>S/CAE</b>	58	19	190	662	720	803	579	404	79
<b>A</b>	6675	5839	6537	8578	8685	7871	6872	6818	6635
<b>B</b>	1110	1245	975	980	596	864	651	789	764
<b>C</b>	53557	51930	51354	54048	52009	50784	53650	49852	48397
<b>D</b>	66	192	173	238	214	199	225	209	219
<b>E</b>	3007	2465	3160	2803	3040	3172	3054	3016	3045
<b>F</b>	35094	28093	26405	27266	28539	25265	25968	25760	27528
<b>G</b>	32709	34108	33746	31314	29815	31487	33247	28761	28223
<b>H</b>	12029	13291	11090	12282	12616	11066	13487	11054	11240
<b>I</b>	11288	11481	11135	12441	13929	13845	13664	13701	14329
<b>J</b>	645	722	845	988	840	1052	988	991	1047
<b>K</b>	665	669	578	680	649	733	626	846	710
<b>L</b>	799	583	671	757	790	765	759	831	188
<b>M</b>	2028	2332	2435	2524	2692	2771	2850	2790	3051
<b>N</b>	14642	12846	15430	14490	16372	17613	18254	15749	14930
<b>O</b>	5900	6337	8146	9126	10432	10868	8629	8759	10042
<b>P</b>	1592	1688	2023	2217	2913	2535	2830	1918	2380
<b>Q</b>	12722	14933	15372	16160	17706	19714	17540	16576	15802
<b>R</b>	1704	1803	1996	2145	1809	2498	2173	2260	1889
<b>S</b>	3005	2685	2353	2816	2795	2776	2624	3858	4286
<b>T</b>	664	325	809	854	1122	734	693	801	799
<b>U</b>	23	27	18	17	13	14	26	18	19
<b>Total</b>	199982	193613	195441	203386	208296	207429	209389	195761	195602

Na Figura 10 é possível visualizar um pico máximo de acidentes mortais no ano de 2017, com um total de 209 389 acidentes em Portugal. O menor valor apresentado é de 193 613 no ano de 2012.

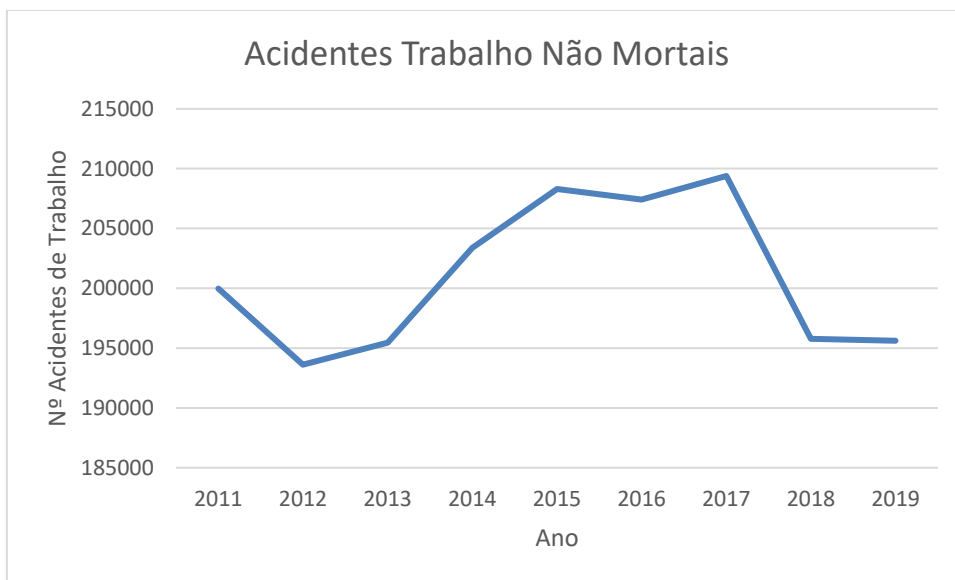


Figura 10 - Nº Acidentes Não Mortais Totais

Os acidentes de trabalho não mortais têm tido uma tendência positiva. As duas diminuições significativas registadas ocorreram entre o ano de 2011 para 2012 e no ano de 2017 para 2018 de uma forma mais expressiva. As restantes transições registaram-se na sua maioria um aumento de acidentes.

## 4.2 Acidentes de Trabalho CAE'S

### 4.2.1 Acidentes de Trabalho Mortais

Na figura 11 é possível observar o número de acidentes de trabalho mortais entre os anos de 2011 e 2021 para todos os setores de atividade.

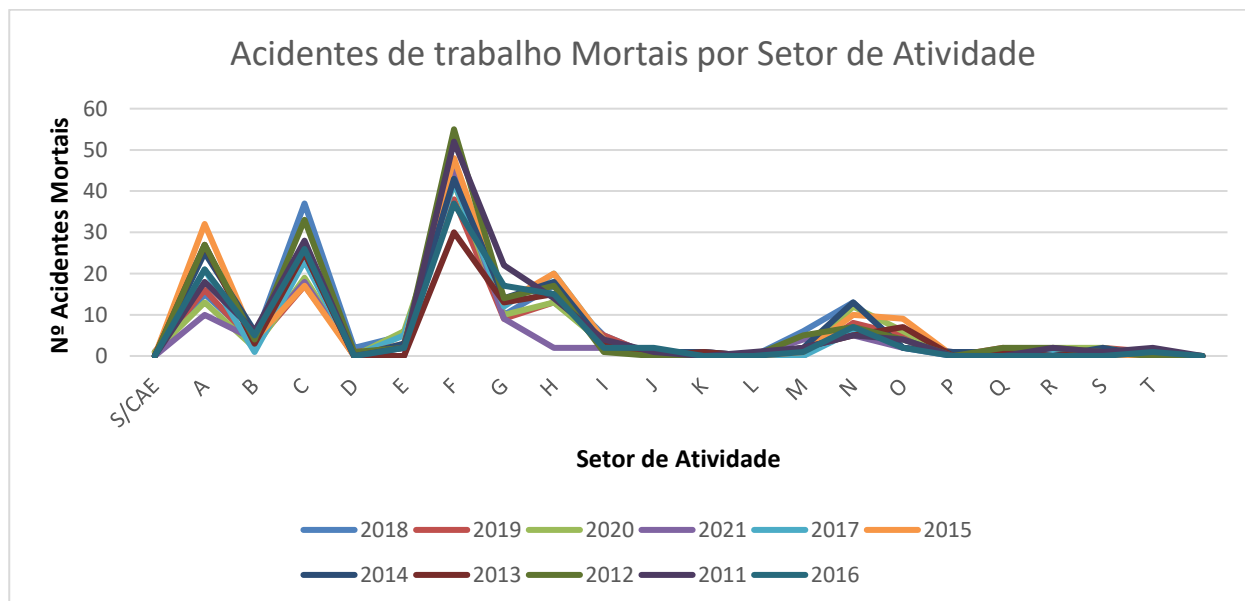


Figura 11 - Nº Acidentes Mortais por CAE

O setor que mais acidentes mortais apresenta é o setor F da Construção, seguindo-se do setor C, correspondendo à Indústria Transformadora, e do setor A correspondente à Agricultura, Produção Animal, Caça, Floresta e Pesca.

Ao longo do período demonstrado é possível observar que em vários setores ocorreu uma diminuição do número de acidentes mortais, como no caso do setor H, Transportes e Armazenagem, onde no ano de 2021 registou 2 acidentes mortais e em 2015 um total de 20.

Por outro lado, no setor F da Construção, o comportamento não é homólogo ao do setor H, Transportes e Armazenagem, uma vez que foi no ano de 2013 onde se registou o menor número de acidentes mortais.

Deste modo foram selecionados os setores F, C e A como os que registaram um maior número de acidente mortais ao qual se analisa de uma forma mais aprofundada.

Observando o setor F, construção, na figura 12, é possível observar um máximo de acidentes mortais no ano de 2012, seguido pelo ano de 2013 com o valor mais baixo registado. Apesar do que já foi previamente enumerado, existe uma tendência negativa ligeira no número de acidentes mortais no setor da construção.

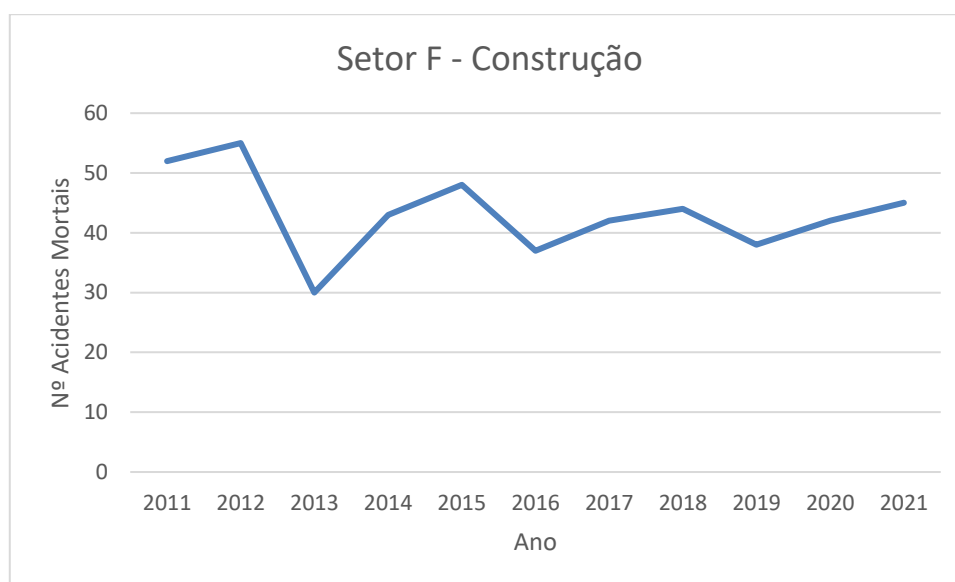


Figura 12 - Nº Acidentes Mortais CAE - F

No setor A, agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca, presente na figura 13 o maior valor é registado em 2015 com 32 acidentes mortais registados, enquanto o menor é registado em 2021 com 10 acidentes.

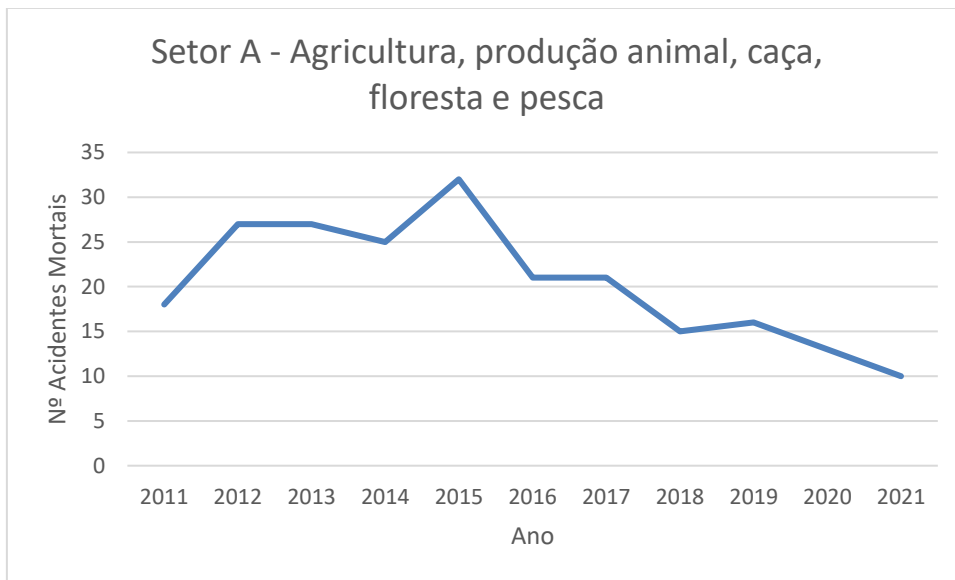


Figura 13 - Nº Acidentes Mortais CAE - A

Com os dados da figura 14, respetivos ao setor C, Indústria Transformadora, entre os anos de 2011 e 2021 é possível observar que o maior pico de acidentes ocorreu no ano de 2018 com um total de 37 acidentes mortais. O menor registo ocorreu no ano de 2015 com um total de 17 acidentes mortais. Recentemente, desde o ano de 2019 o número de acidentes tem-se mantido praticamente constantes variando entre 17 e 19 acidentes mortais.

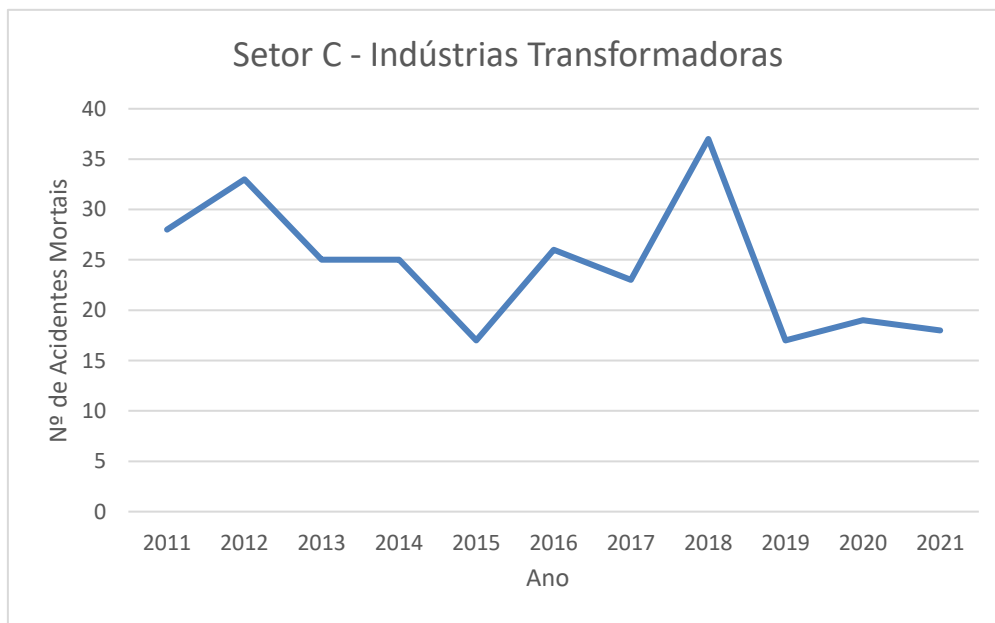


Figura 14 - Nº Acidente Mortais CAE - C

Na figura 11 é possível observar o número de acidentes mortais por setor de atividade entre os anos de 2011 e 2019. Tal como foi referido anteriormente, as curvas tiveram um comportamento semelhante em termos de valor de acidentes. O maior número de acidentes de trabalho foi registado novamente no setor C, Indústria Transformadora.

### 4.2.2 Acidentes de Trabalho Não Mortais

Na figura 15 é possível observar o número de acidentes não mortais por setor de atividade entre os anos de 2011 e 2019. Tal como foi referido anteriormente as curvas tiveram um comportamento semelhante em termos de valor de acidentes. O maior número de acidentes de trabalho foi registado novamente no setor C, Indústria Transformadora, seguido pelo setor F, construção e setor G, Comércio por grosso e a retalho.

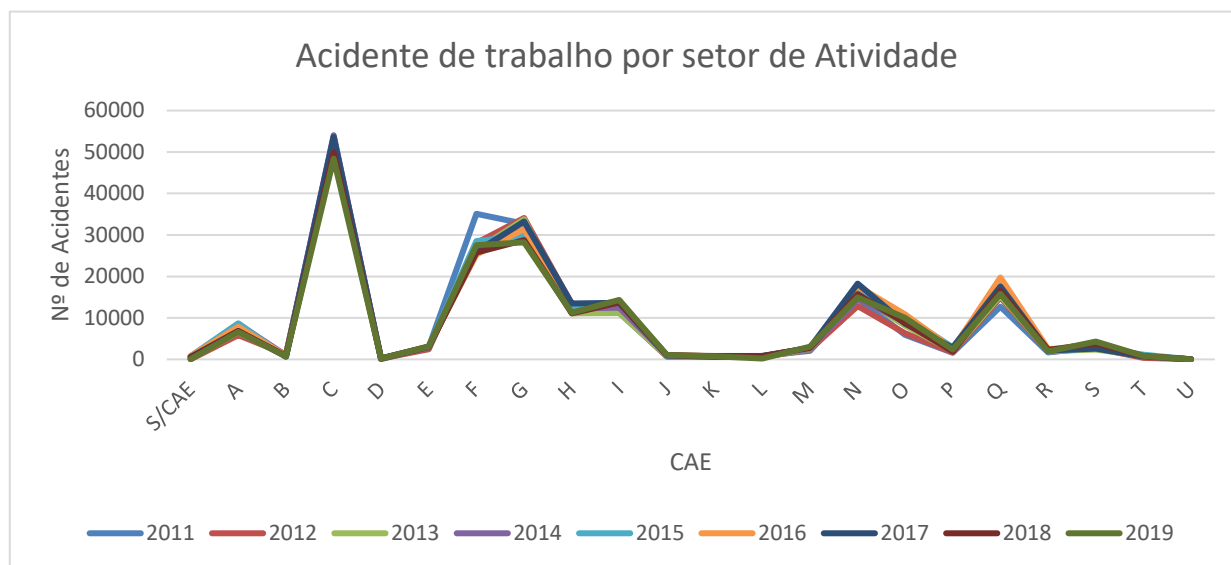


Figura 15 - Nº Acidente Não Mortais por CAE

Deste modo foram seleccionados os setores F, G e C como os que registaram um maior número de acidente não mortais ao qual se analisa de uma forma mais aprofundada.

No setor F correspondente à construção, representado na figura 16, o comportamento não é homogêneo, uma vez que foi no ano de 2011 onde se registou o maior número de acidentes registados.

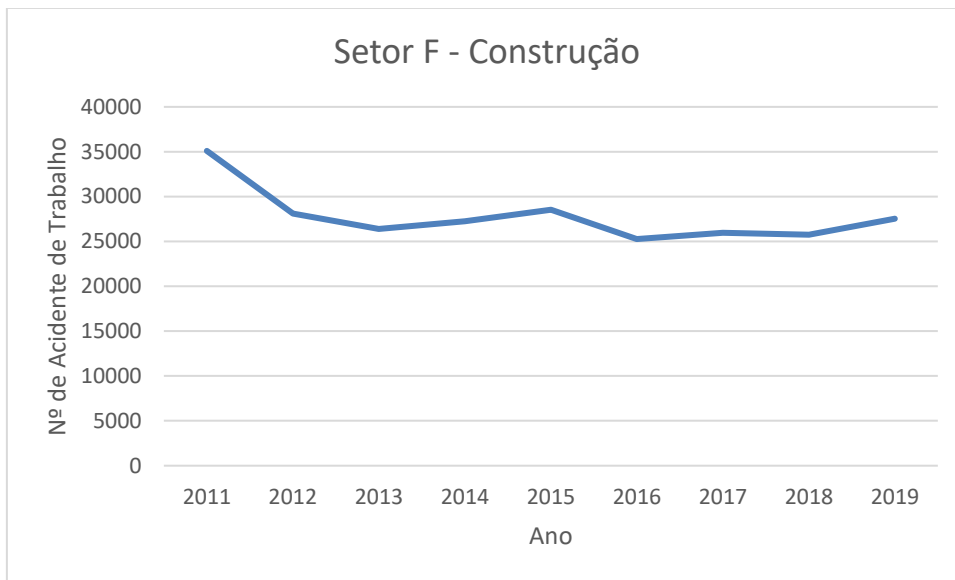


Figura 16 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - F

Na figura 17, no setor G, comércio por grosso e a retalho, reparação de veículos automóveis e motociclos, é um setor onde se registou um dos maiores valores de acidentes. Contudo, entre o período em estudo não se registou uma variação significativa do número de acidentes. O valor mais alto registou-se no ano de 2012 com 34108 acidentes de trabalho e o menor em 2019 com 28223 acidentes.



Figura 17 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - G

Na figura 18 apresentam-se os valores do número de acidentes no setor C, indústrias transformadoras. O menor valor ocorre no ano de 2019 sendo este 48397, enquanto o maior valor de acidentes de trabalho ocorreu no ano de 2014 com um total de 54048.

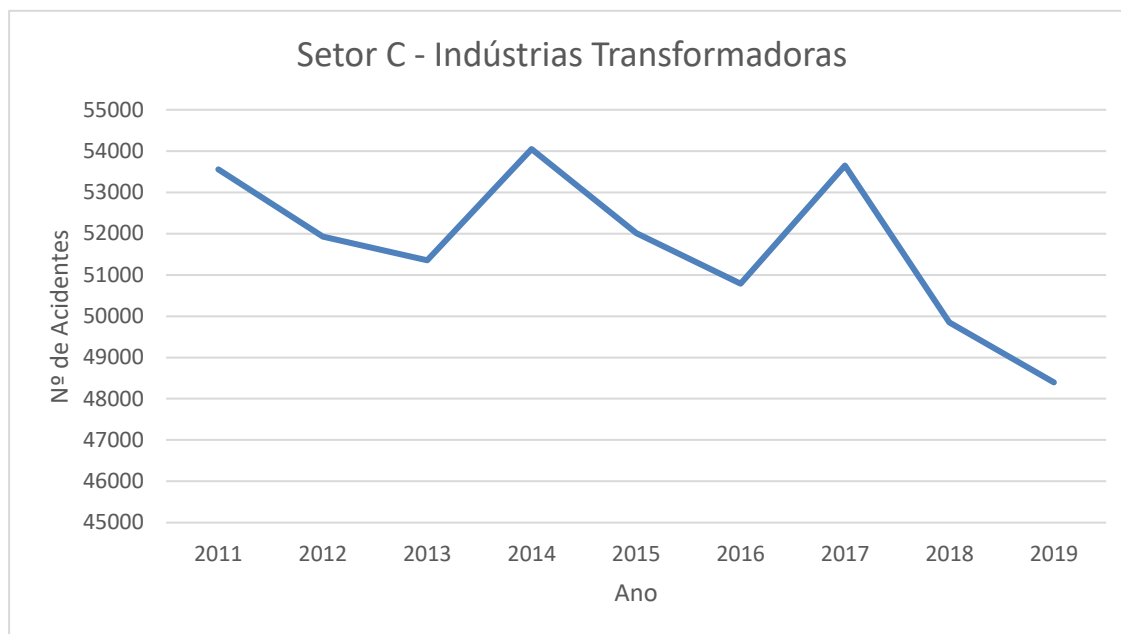


Figura 18 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - C

A curva na Figura 18 demonstra um comportamento similar no período em estudo, onde ocorre um pico do valor, ano 2011, 2014 e 2017 seguindo num decréscimo até aos anos de 2013, 2016 e 2019 respetivamente, subindo novamente o número de casos para o valor mais alto no ano, seguinte.

## 4.3 Indústria Extrativa e Transformadora

### 4.3.1 Acidentes de Trabalho Mortais

#### 4.3.1.1 Setor B - Indústria Extrativa

Tendo em conta os valores obtidos somente para o setor B, Indústria Extrativa, presente na figura 19 é possível observar que entre os anos de 2011 e 2021, foi nos anos de 2011 e de 2014 onde se registou um maior número de acidentes mortais, um total de 6. O menor valor registou-se no ano de 2017 com um total de 1 acidente mortal. Recentemente o valor de acidentes mortais duplicou do ano de 2020 para 2021 perfazendo um total de 4 acidentes.

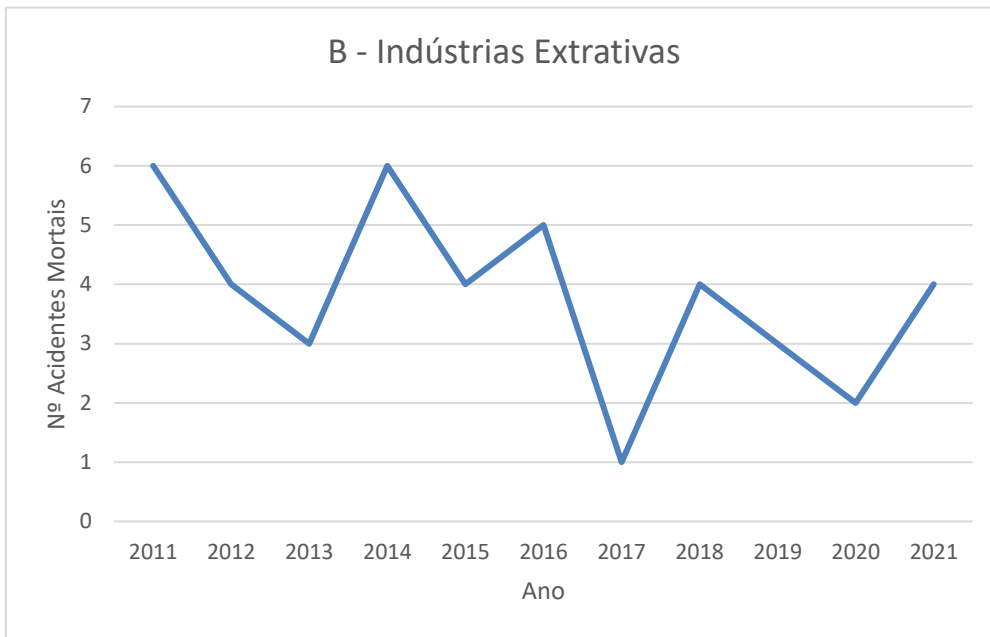


Figura 19 - Nº Acidentes Mortais CAE - B

#### 4.3.1.2 Setor C - Indústria Transformadora

Na figura 14 são apresentados os valores de acidentes mortais para o setor C, indústrias transformadoras, contudo foram considerados somente, como demonstrado na figura 20, para o subsector da fabricação de outros produtos minerais não metálicos entre os anos de 2008 e 2019.

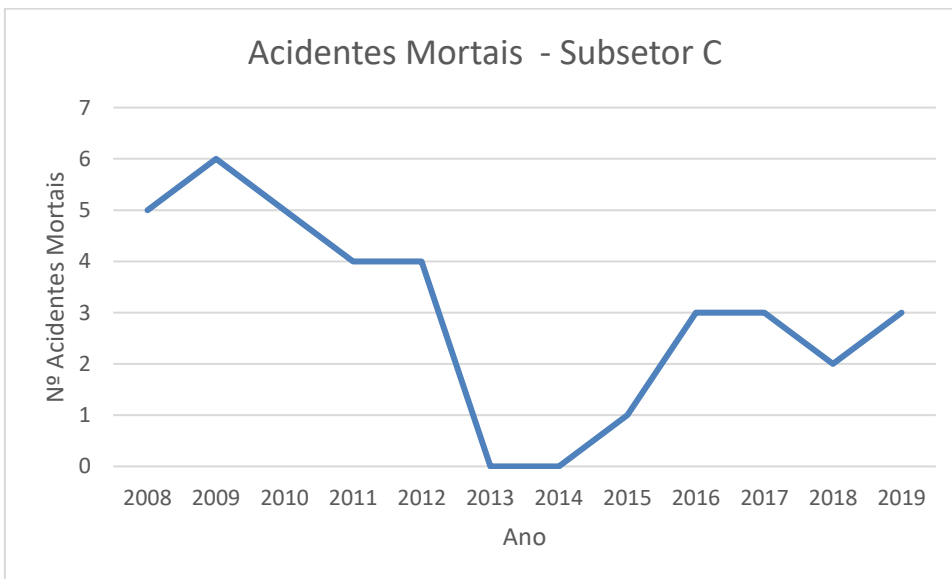


Figura 20 - Nº Acidentes Mortais Subsetor C

O maior valor foi registado no ano de 2009, com 6 acidentes mortais, seguindo-se do ano 2008 com 5 acidentes mortais. O menor valor foi registado nos anos de 2013 e 2014 não tendo ocorrido nenhum acidente de trabalho mortal registado. Nos últimos anos este valor tem sido praticamente constante nos anos de 2016, 2017 e 2019 tendo sido registado 3 acidentes de trabalho mortais para cada ano.

### 4.3.1.3 Setor B e Subsetor C

Na tabela 15 é compilado o número de acidentes mortais para o Setor B e Subsetor C, bem como o seu somatório.

Tabela 15 - Acidentes Mortais do setor B e subsetor C

Ano	Setor B	Subsetor C	Total
2011	6	4	10
2012	4	4	8
2013	3	0	3
2014	6	0	6
2015	4	1	5
2016	5	3	8
2017	1	3	4
2018	4	2	6
2019	3	3	6

Na figura 21, apresentam-se os valores totais resultantes da soma do setor B e do subsetor C correspondendo, assim, aos valores totais da indústria extrativa e transformadora.

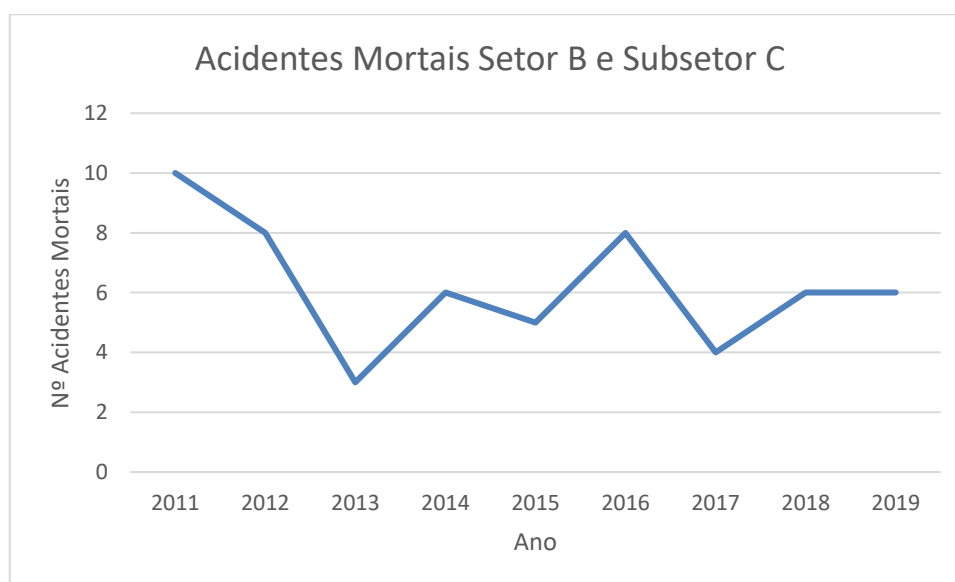


Figura 21 - Somatório de Acidentes Mortais CAE – B e Subsetor C

## 4.3.2 Acidentes de Trabalho Não Mortais

### 4.3.2.1 Setor B - Indústria Extrativa

Com os valores obtidos de acidentes de trabalho na figura 22 para a indústria extrativa verificou-se que o maior número de acidentes se registou no ano de 2012 com um total de 1245 e este tem vindo a diminuir progressivamente até ao ano de 2015, onde se registou o menor valor de acidentes 596. Nos últimos anos presentes na figura 22, registou-se uma ligeira diminuição do número de acidentes.

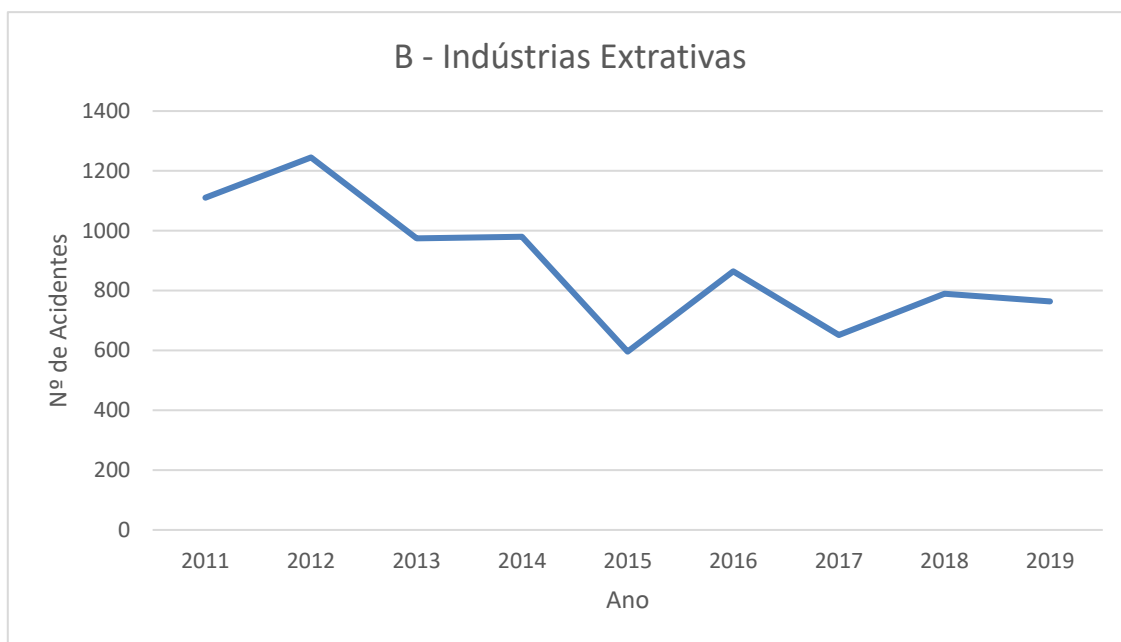


Figura 22 - Nº Acidentes Não Mortais CAE - B

#### 4.3.2.2 Setor C - Indústria Transformadora

Na figura 23 são apresentados os valores de acidentes de trabalho para o subsetor C, Indústria Transformadora. Contudo, foram considerados somente os presentes no subsector “fabricação de outros produtos minerais não metálicos” entre os anos de 2008 e 2019.

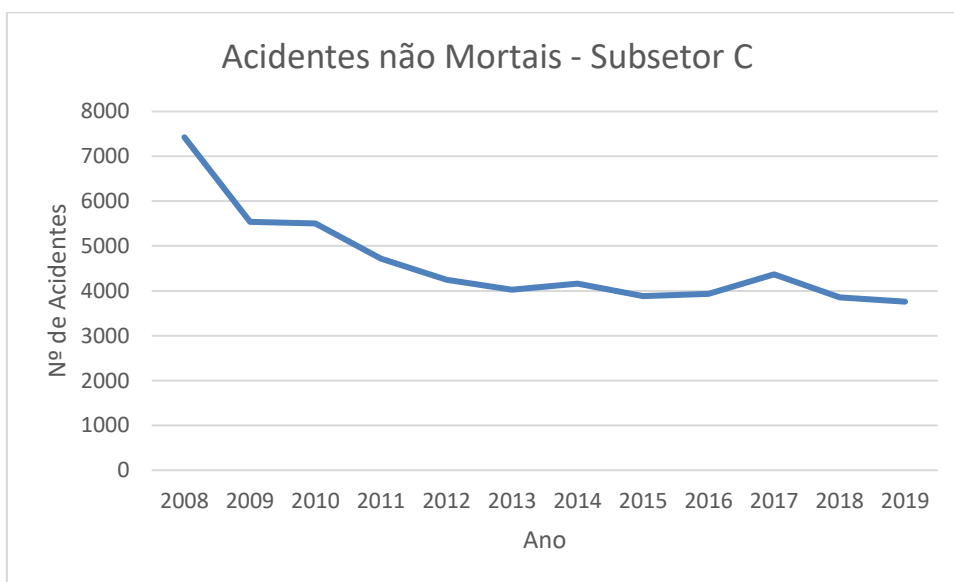


Figura 23 - Nº Acidentes Não Mortais Subsetor C

O maior valor registado é no ano de 2008, com um número de acidentes de 7424 e o menor registado no ano de 2019 de 3749.

O comportamento dos valores tende a diminuir como é visível na figura 23 até ao ano mais recente. Pelo que este tende a tornar-se estável em torno do valor de 4000 acidentes de trabalho diários, desde 2013 até 2019.

### 4.3.2.3 Setor B e Subsetor C

Na tabela 16 é compilado o número de acidentes não mortais para o Setor B e Subsetor C, bem como o seu somatório.

Tabela 16 - Acidentes não mortais do setor B e subsetor C

Ano	Setor B	Subsetor C	Total
2011	1110	4716	5826
2012	1245	4245	5490
2013	975	4025	5000
2014	980	4163	5143
2015	596	3885	4481
2016	864	3935	4799
2017	651	4366	5017
2018	789	3855	4644
2019	764	3759	4523

Analisando a figura 24, é visível uma diminuição do número de acidentes de trabalho não mortais entre os anos de 2011 e 2019. O maior valor registrado é no ano de 2011 com 5826 acidentes, enquanto o menor é 2015 com 4481. Desde o ano de 2015 ocorreu um aumento até ao ano de 2018 tendo este diminuindo no ano de 2019 para 4523 acidentes não mortais.

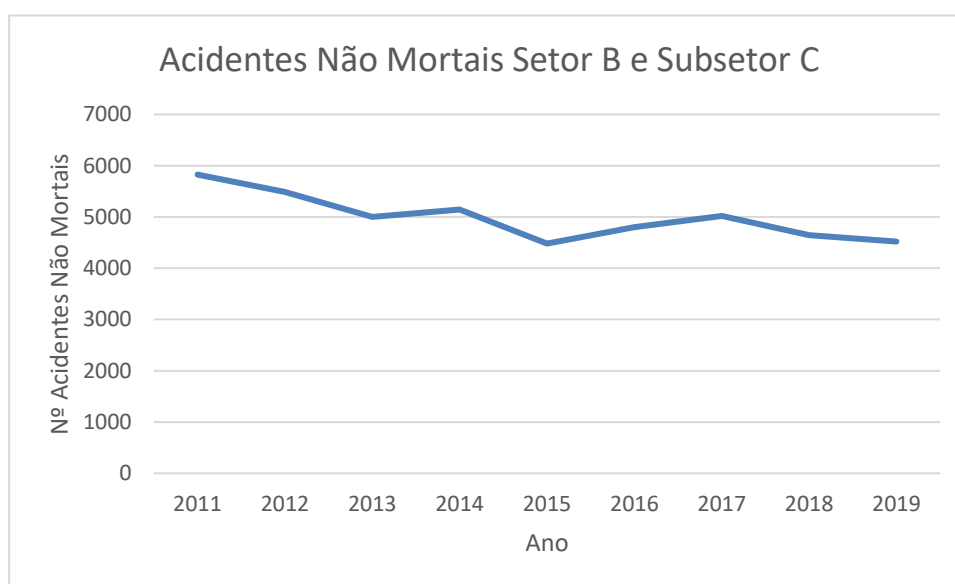


Figura 24 - Nº Acidentes Não Mortais CAE – B e Subsetor C

## 4.4 Formação

Na tabela 17 estão presentes o número de trabalhadores e o número de empresas no setor B que prestaram formação aos seus colaboradores entre os anos de 2011 e 2019.

Tabela 17 - Nº de Empresas e Trabalhadores com formação no Setor B

Setor B	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Nº Trabalhadores</b>	2419	3756	3275	8153	3300	3545	3608	356	3489
<b>Nº Empresas</b>	57	192	102	170	164	145	163	166	147

Na tabela 18 estão presentes o número de trabalhadores e o número de empresas no subsetor C que prestaram formação aos seus colaboradores entre os anos de 2011 e 2019.

Tabela 18 - Nº de Empresas e Trabalhadores com formação no Subsetor C

Subsetor C	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Nº Trabalhadores</b>	10555	15259	10717	12183	11013	13231	13882	15035	17210
<b>Nº Empresas</b>	165	555	302	477	471	411	532	487	302

Com os dados obtidos nas tabelas 17 e 18 foi possível, com um somatório, obter os dados do número de trabalhadores e o número de empresas presentes no setor B e subsetor C demonstrado na tabela 19.

Tabela 19 - Nº de Empresas e Nº de Trabalhadores do Setor B e subsetor C

Setor B e Subsetor C	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Nº Trabalhadores</b>	12974	19015	13992	20336	14313	16766	17490	15391	20699
<b>Nº Empresas</b>	222	747	404	647	635	556	695	653	449

Transformando os dados da tabela 19, em gráfico foi possível obter a seguinte figura 25.

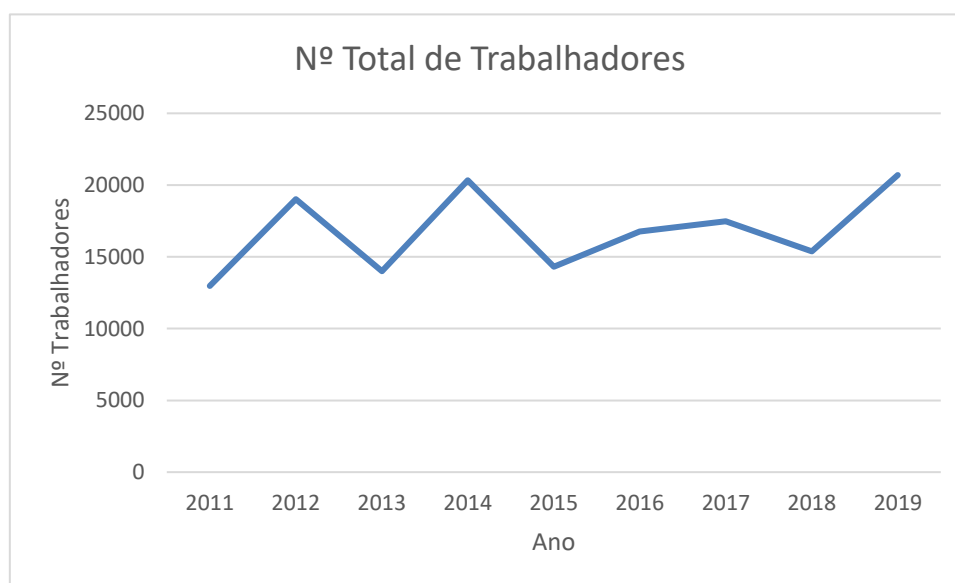


Figura 25 - Nº Total de Trabalhadores com Formação Setor B e Subsetor C

Na figura 25, estão demonstrados o número de trabalhadores presentes no setor B e subsetor C que tiveram formação. Com os dados obtidos, é possível afirmar que o número de trabalhadores com formação apresenta um ligeiro aumento no período compreendido entre 2011 e 2019.

## 4.5 Índices

A tabela 20 demonstra os dados necessários para a realização do cálculo dos seguintes KPI, considerados como os seguintes índices: Índice de Frequência ( $I_f$ ), Índice de Incidência ( $I_i$ ), Taxa de Mortalidade ( $T_M$ ) e Taxa de Letalidade ( $T_L$ ).

Tabela 20 - Dados para o Cálculo dos Índices

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Nº dias úteis</b>	251	253	252	251	252	251	250	252	252
<b>Nº total trabalhadas</b>	49977	44275	42939	43429	43925	44808	46511	46938	46882
<b>Nº horas trabalhadas</b>	1003538	896126	865650	872054	885528	899744	930220	946270	945141
<b>Homem</b>	16	00	24	32	00	64	00	08	12
<b>Nº Acidentes trabalho</b>	5836	5498	5003	5149	4486	4807	5021	4650	4529

Utilizando os dados da tabela 20 e a fórmula da equação 2 foi possível obter os valores para o índice de frequência expressos na tabela 21.

Tabela 21 - Resultado  $I_f$ 

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b><math>I_f</math></b>	58,15	61,35	57,79	59,04	50,66	53,43	53,98	49,14	47,92

Tal como realizado para o índice de frequência foi realizado para o índice de incidência utilizando a equação 3. Os resultados encontram-se na tabela 22.

Tabela 22 - Resultado  $I_i$ 

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b><math>I_i</math></b>	116,77	124,18	116,51	118,56	102,13	107,28	107,95	99,07	96,60

Usando a equação 4, para o cálculo da Taxa de Mortalidade, obteve-se os valores da tabela 23.

Tabela 23 - Resultado  $T_M$ 

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b><math>T_M</math></b>	20,01	18,07	6,99	13,82	11,38	17,85	8,600	12,78	12,80

Por fim, foi realizado usando recorrendo à equação 5 o cálculo da Taxa de Letalidade obtendo-se os seguintes valores expressos na tabela 24.

Tabela 24 - Resultado  $T_L$ 

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b><math>T_L</math></b>	1,71	1,46	0,60	1,17	1,11	1,66	0,80	1,29	1,32



## 5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

### 5.1 Comparação entre Total de CAE's e Setores

#### 5.1.1 Acidente de Trabalho Mortais

Foram utilizados os dados da tabela 13 correspondentes aos setores A, C e F (cuja representação gráfica se encontra nas figuras 13, 14 e 12, respetivamente) e o total de todos os setores de atividade. Os dados utilizados encontram-se representados na figura 26. É possível observar que entre os anos de 2011 e 2012 registou-se um aumento no número de acidentes mortais nos setores A, C e F, bem como no total de todos os setores (designado no gráfico por “Total CAE”). Existem diferenças no comportamento relativamente ao ano de 2015 onde no setor C se registou uma diminuição de acidentes mortais, ao contrário das restantes. Esta situação também ocorre de forma significativa no ano de 2018 onde no setor A ocorre uma diminuição. Por fim, no ano de 2021, no setor F ocorre um aumento, o que não se verifica nos restantes.

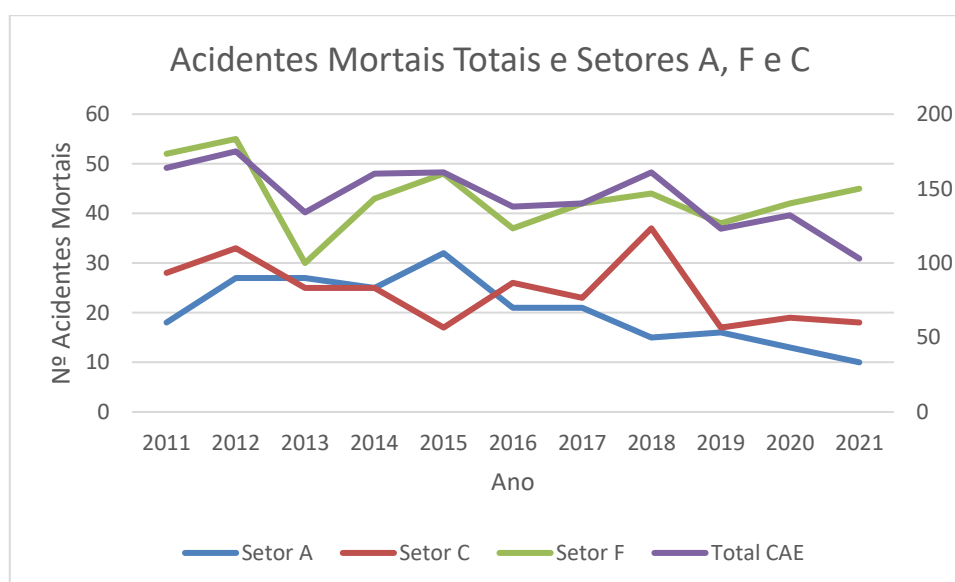


Figura 26 - Comparação Acidentes Mortais CAE A, C, F e Totais

Foi feita uma correlação linear entre cada um dos setores com mais acidentes mortais e a soma de todos os setores (“Total CAE”). Os resultados apresentam-se na tabela 25.

Tabela 25 - Correlação entre Total CAE e Setor A, F e C

Comparação	Correlação Linear	Classificação
Total CAE com Setor A	0,59	Forte correlação linear direta
Total CAE com Setor F	0,57	Forte correlação linear direta
Total CAE com Setor C	0,64	Forte correlação linear direta

Analisando os dados da tabela 25 é possível determinar que existe uma maior correlação entre o setor C com a soma de todos os setores. Ainda assim, os restantes dados demonstram uma correlação linear superior, aproximadamente 0,6, o que demonstra que na generalidade o

comportamento dos valores é idêntico, ou seja, com o aumento destes setores, a soma de acidentes mortais tende a aumentar.

### 5.1.2 Acidente de Trabalho Não Mortais

Foram utilizados os dados da tabela 14 correspondentes aos setores C, F e G (cuja representação gráfica se encontra nas figuras 18, 16 e 17, respetivamente) e o total de todos os setores de atividade. Os dados utilizados encontram-se representados na figura 27. Ao longo do período em estudo o comportamento do número de acidentes não mortais nos setores G, C e F manteve-se praticamente constante. Por outro lado, o valor do número de acidentes não mortais do total de todos os setores de atividade (“Total CAE”), entre os anos de 2013 e 2018, teve um aumento do valor comparativamente aos restantes anos. Este aumento é explicado devido à existência de setores com um valor de acidentes registado muito superior aos restantes anos, como é possível visualizar na tabela 14.

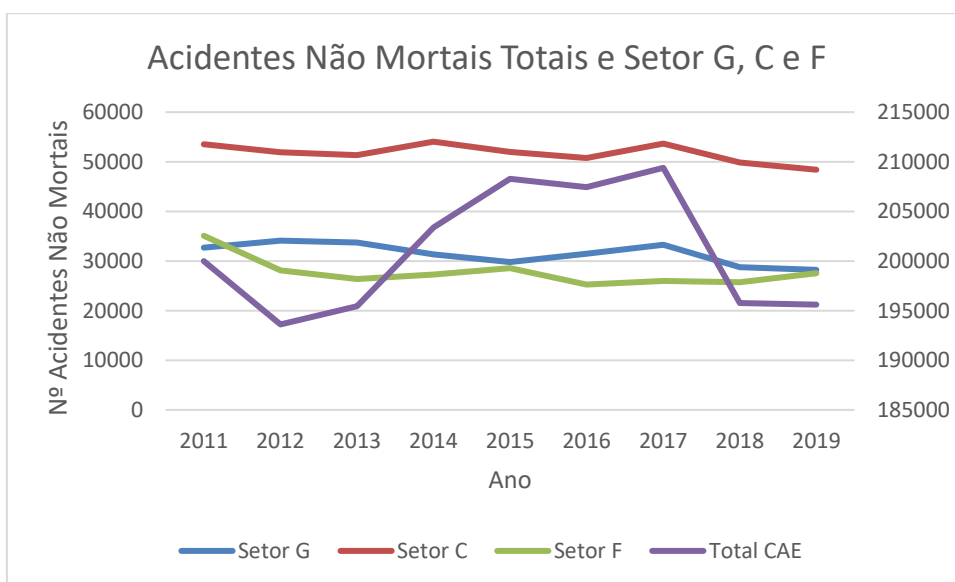


Figura 27 - Comparação Acidentes Não Mortais CAE A, C, F e Totais

Foi feita uma correlação linear entre cada um dos setores com mais acidentes não mortais e a soma de todos os setores (“Total CAE”). Os resultados apresentam-se na tabela 26.

Tabela 26 - Correlação entre Total CAE e Setor F, G e C

Comparação	Correlação Linear	Classificação
Total CAE com Setor F	-0,11	Fraca correlação linear inversa
Total CAE com Setor G	0,00	Sem correlação
Total CAE com Setor C	0,46	Moderada correlação linear direta

Analisando os dados da tabela 26 é possível determinar, ao contrário na tabela 25, que não existe correlação entre os setores G e F com os valores totais de todos os setores (“Total CAE”). No entanto, o setor C apresenta uma correlação linear aproximadamente de 0,46, o que demonstra que uma grande parte dos acidentes não mortais ocorre no setor C.

## 5.2 Comparação entre Total de CAE's com Setor B e Subsetor C

### 5.2.1 Acidente de Trabalho Mortais

Foi feita uma comparação do número de acidentes mortais de todos os setores de atividade (presentes na tabela 13) com o número total de acidente do setor B e subsetor C (cujos dados foram retirados na tabela 15), resultando a figura 28. É possível observar que no ano de 2011 apresentaram um valor praticamente correspondente, um total de 10 acidentes de trabalho para o a soma do setor B e subsetor C e 164 para a soma de todos os setores. O mesmo aconteceu no ano de 2016.

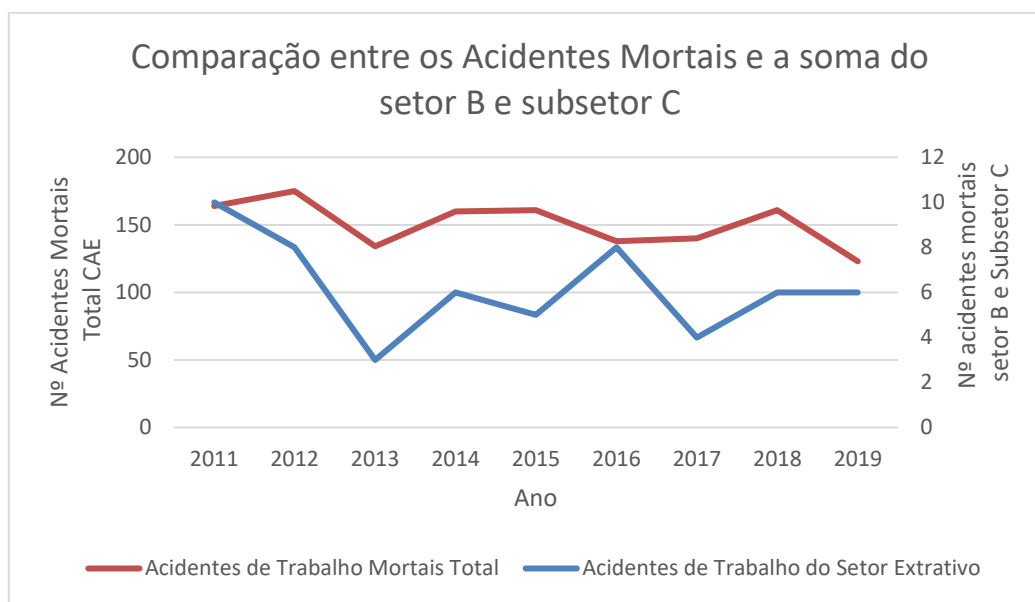


Figura 28 - Comparação Acidentes Mortais Totais com a Soma do Setor B e Subsetor C

Com isto, é possível concluir que o somatório do setor B e subsetor C apresenta um comportamento ligeiramente idêntico relativamente ao número de acidentes mortais dos totais registados no período entre os anos de 2011 até 2019.

Foi realizada uma correla o linear com estes dados e obteve-se o valor aproximado de 0,46 o que corresponde a uma correla o moderada.

### 5.2.2 Acidente de Trabalho Não Mortais

Foi feita uma compara o do número de acidentes não mortais de todos os setores de atividade (presentes na tabela 14) com o número total de acidente do setor B e subsetor C (cujos dados foram retirados na tabela 16), resultando a figura 29.   possível observar que o somatório do setor B e subsetor C não apresenta um comportamento idêntico relativamente ao número de acidentes não mortais de todos os setores de atividade registados entre os anos de 2011 até 2019. No caso da soma do setor B e subsetor C o valor máximo ocorre no ano de 2011 e o mínimo em 2015. No total dos setores de atividade o valor máximo ocorre em 2018 e o valor mínimo ocorre no ano de 2012.

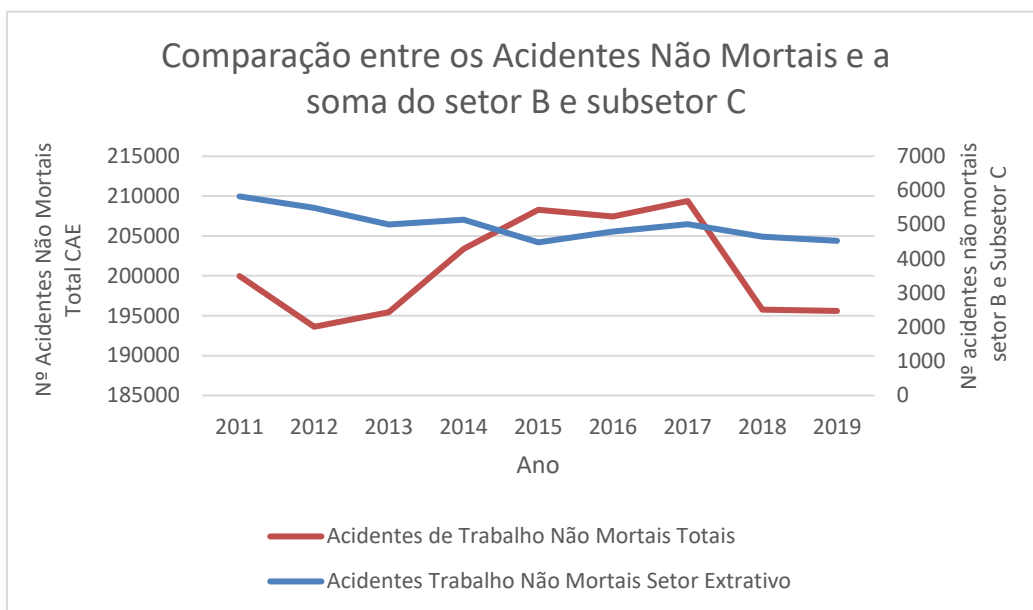


Figura 29 - Comparação Acidentes Não Mortais Totais com Setor B e Subsetor C

Foi realizada uma correlação linear com estes dados e obteve-se o valor aproximado de -0,21 o que corresponde a uma correlação fraca.

### 5.3 Comparação entre setores com mais acidentes e soma do Setor B e Subsetor C

#### 5.3.1 Acidentes de Trabalho Mortais

Relativamente aos acidentes de trabalho mortais, os setores com maior número de acidentes registados são os setores A, C e F, como indicado no subcapítulo 4.2.1. Foi realizada uma comparação entre cada um destes setores com a soma do setor B e subsetor C (tabela 15). Esta comparação pode ser observada na figura 30.

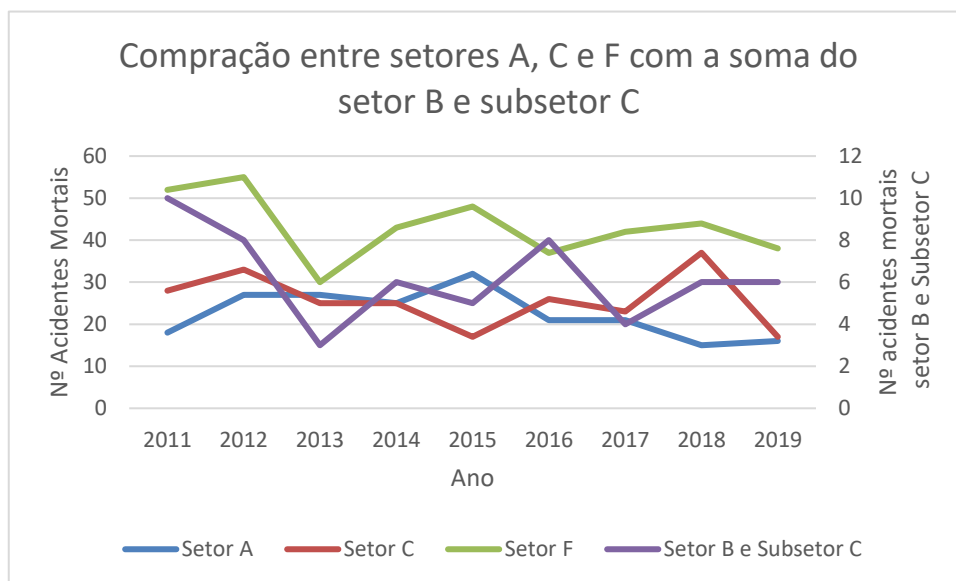


Figura 30 - Comparação Acidentes Mortais CAE A, C e F com Setor B e Subsetor C

Os setores A, C e F apresentam um comportamento diferente comparativamente ao setor B e subsector C nos anos de 2011 e 2012. No ano de 2013 registou-se o mesmo comportamento dos valores no setor F e no somatório do setor B e subsector C. De modo geral os dados apresentados não refletem um comportamento idêntico no período de 2011 até 2019.

Foi realizada uma correlação linear com estes dados e obteve-se os valores demonstrados na tabela 27.

Tabela 27 - Correlação entre Setor B e Subsetor C com Setor A, F e C

Comparação	Correlação Linear	Classificação
Setor B + Subsetor C com Setor A	-0,32	Moderada correlação linear inversa
Setor B + Subsetor C com Setor F	0,62	Forte correlação linear direta
Setor B + Subsetor C com Setor C	0,35	Moderada correlação linear direta

A correlação é praticamente nula entre o somatório do setor B e subsector C com os setores A e C, ou seja, os números de acidentes mortais não apresentam comportamentos idênticos. É de salientar que embora o subsector C faça parte do setor C, estes não apresentam correlação com o somatório do setor B e subsector C. No entanto, existe uma correlação forte entre o setor F e a soma do setor B com o subsector C. Com isto, é possível concluir que o somatório do setor B e subsector C tem um comportamento idêntico com o setor F relativamente ao número de acidentes mortais comparativamente aos setores com mais acidentes.

### 5.3.2 Acidente de Trabalho Não Mortais

Relativamente aos acidentes de trabalho não mortais, os setores com maior número de acidentes registados são os setores C, F e G, como indicado no subcapítulo 4.2.2. Foi realizada uma comparação entre cada um destes setores com a soma do setor B e subsector C (tabela 16). Esta comparação pode ser observada na figura 31. É possível verificar que o comportamento das curvas é idêntico com algumas exceções apresentadas no setor F. No ano de 2015 e 2019, no setor F, registou-se um aumento de acidentes não mortais ao contrário dos restantes onde se registou uma diminuição ainda que ligeira.

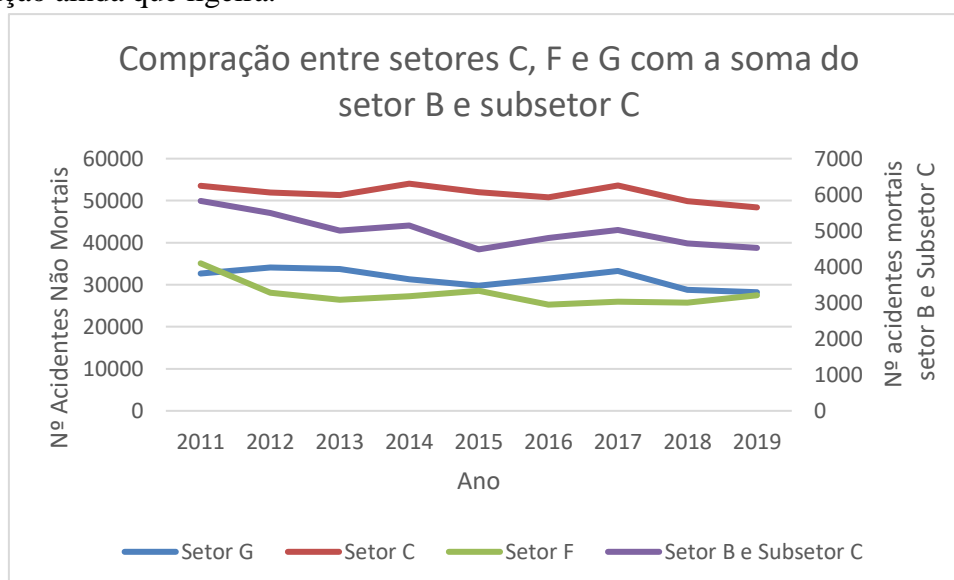


Figura 31 - Comparação Acidentes Não Mortais CAE C, F e G com Setor B e Subsector C

Foi realizada uma correlação linear com estes dados e obteve-se os valores demonstrados na tabela 28.

Tabela 28 -Correlação Entre Setor B e Subsetor C com Setor G, C e F

Comparação	Correlação Linear	Classificação
Setor B e Subsetor C com Setor F	0,66	Forte correlação linear direta
Setor B e Subsetor C com Setor G	0,73	Muito forte correlação linear direta
Setor B e Subsetor C com Setor C	0,63	Forte correlação linear direta

Existe uma forte correlação entre o somatório do setor B e subsetor C com os setores C, F e G. Isto demonstra que quando ocorre um aumento de acidentes de trabalho não mortais geralmente também ocorre no somatório do setor B e subsetor C.

Com isto, é possível concluir que o somatório do setor B e subsetor C tem um comportamento idêntico relativamente ao número de acidentes não mortais comparativamente aos setores com mais acidentes.

## 5.4 Formação

### 5.4.1 Acidentes de Trabalho Mortais

Foi analisada a soma dos acidentes mortais do setor B e subsetor C com número de trabalhadores que obtiveram formação nestes mesmos setores. Esta comparação encontra-se na figura 32. No período entre 2012 e 2015 o comportamento das curvas é idêntico, porém o mesmo não se verifica para os restantes anos em análise.

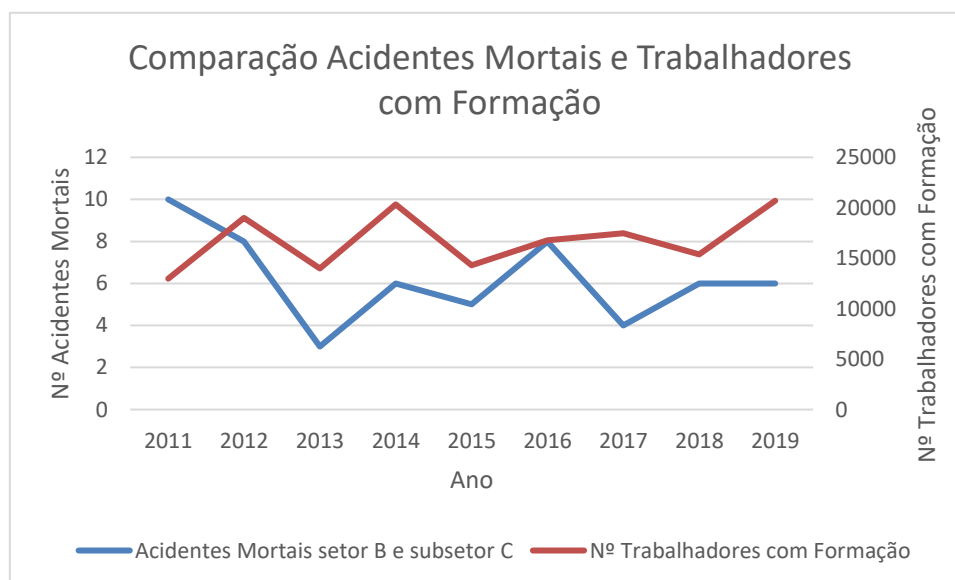


Figura 32 - Comparação entre Nº Acidentes Mortais e Trabalhadores com formação

Foi realizada uma correlação linear com estes dados e obteve-se os valores demonstrados na tabela 29.

Tabela 29 - Correlação entre Acidentes Mortais e N° Trabalhadores com Formação

Comparação	Correlação Linear	Classificação
Acidentes Mortais e N° Trabalhadores com Formação	-0,16	Fraca correlação linear inversa

A correlação entre o número de trabalhadores que obtiveram formação e o número acidentes mortais é fraca. Isto demonstra que quando ocorre um aumento do número de trabalhadores com formação no setor B e subsetor C, não se verifica uma diminuição do número de acidentes mortais nestes setores. Este resultado não era o desejado, uma vez que se pretendia que a correlação fosse o mais próximo de -1, significando que quanto maior o número de trabalhadores com formação, menor o número de acidentes mortais.

### 5.4.2 Acidentes de Trabalho Não Mortais

Foi analisada a soma dos acidentes não mortais do setor B e subsetor C com número de trabalhadores que obtiveram formação nestes mesmos setores. Esta comparação encontra-se na figura 33. É possível verificar que o comportamento das duas curvas não é homogéneo, exceto entre os anos de 2016 a 2018, onde ocorre um aumento proporcional das duas séries em estudo até 2017 e uma diminuição até 2018, embora esta tenha uma inclinação menor nos acidentes não mortais. Nos restantes anos de estudo não existe um padrão de comportamento homogéneo entre as duas curvas em estudo.

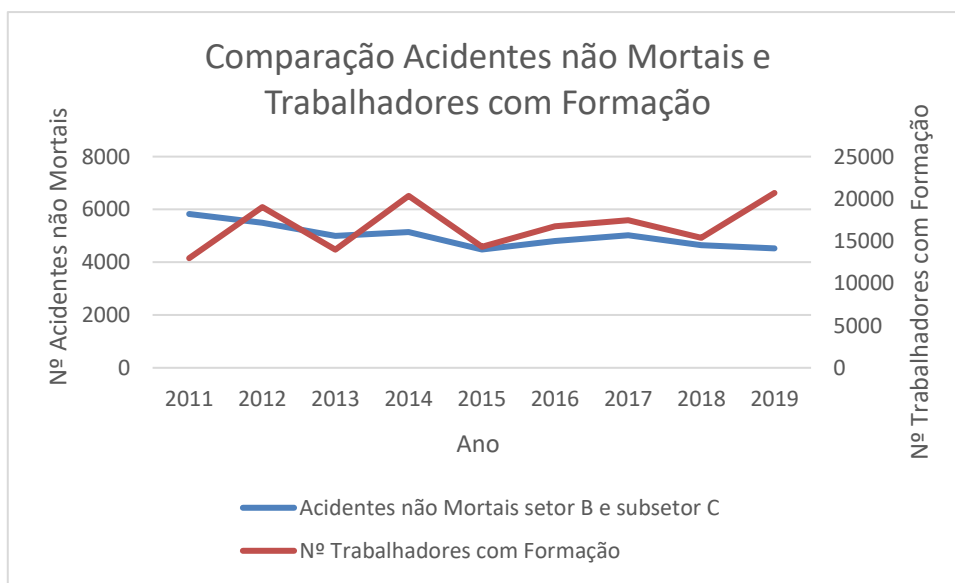


Figura 33 - Comparação entre N° Acidentes não Mortais e Trabalhadores com formação

Foi realizada uma correlação linear com estes dados e obteve-se os valores demonstrados na tabela 30.

Tabela 30 - Acidentes Não Mortais e N° Trabalhadores com Formação

Comparação	Correlação Linear	Classificação
Acidentes Não Mortais e N° Trabalhadores com Formação	-0,29	Fraca correlação linear inversa

A correlação é praticamente nula entre o número de trabalhadores que obtiveram formação e o número de acidentes não mortais do somatório do setor B e subsetor C. Isto demonstra que com o aumento de trabalhadores com formação indústria, não se registou uma diminuição do número de acidentes não mortais.

Tal como verificado anteriormente o valor da correlação desejado deveria estar próximo de -1 para que se verificasse uma diminuição de acidentes não mortais com o aumento do número de trabalhadores com formação.

### 5.4.3 Formação e Acidentes de Trabalho

De acordo com os resultados obtidos, não foi encontrada correlação entre as formações realizadas e a ocorrência de acidentes de trabalho. Este resultado vai contra os estudos previamente analisados que indicam que a formação pode contribuir para uma redução dos acidentes de trabalho (Brasil De Almeida et al., 2005; Kirkpatrick & Kirkpatrick, 2006; Kecojevic et al., 2007; Carolyn C. Lehmann et al., 2009; Wyganowska, 2018), porém confirma um estudo realizado por Cohen e Colligen (1998). Isto pode indicar que, embora as formações possam desempenhar um papel fundamental para o decorrer das atividades de trabalho (Hedin & Ranängen, 2017; Lenort et al., 2017; Pragale et al., 2018), estas podem não ser a variável que mais contribui para a ocorrência de acidentes.

As principais causas de acidentes de trabalho na indústria em estudo são muito variáveis (Groves et al., 2007; Ersoy, 2013), bem como o perfil dos trabalhadores que mais sofrem acidentes de trabalho (Groves et al., 2007; Dindarloo et al., 2016; Wyganowska, 2018) refletindo a necessidade da existência de estudos que expliquem que variáveis mais contribuem para os acidentes.

## 5.5 Índices

De acordo com os dados obtidos para o índice de frequência calculado é possível obter a tabela 31 que resultou da comparação dos resultados obtidos com as escalas da tabela 5. É possível verificar que todos os anos apresentam uma classificação de “médio” à exceção do ano de 2012 de apresenta uma classificação de “mau”.

Tabela 31 - Resultado dos Índices

Ano	I <sub>f</sub>	Classificação
2011	58,15	Médio
2012	61,35	Mau
2013	57,79	Médio
2014	59,04	Médio
2015	50,66	Médio
2016	53,43	Médio
2017	53,98	Médio
2018	49,14	Médio
2019	47,92	Médio

Relativamente aos restantes índices, foi feita uma análise à tendência dos dados pois não existe uma tabela de classificação semelhante à da tabela 5.

Na figura 34 é possível observar a linha de tendência correspondente ao Índice de Incidência ( $I_i$ ). Como se pode verificar, esta apresenta uma tendência negativa, ou seja, o número de acidentes de trabalho por 1000 trabalhadores, tem vindo a diminuir ao longo do tempo.

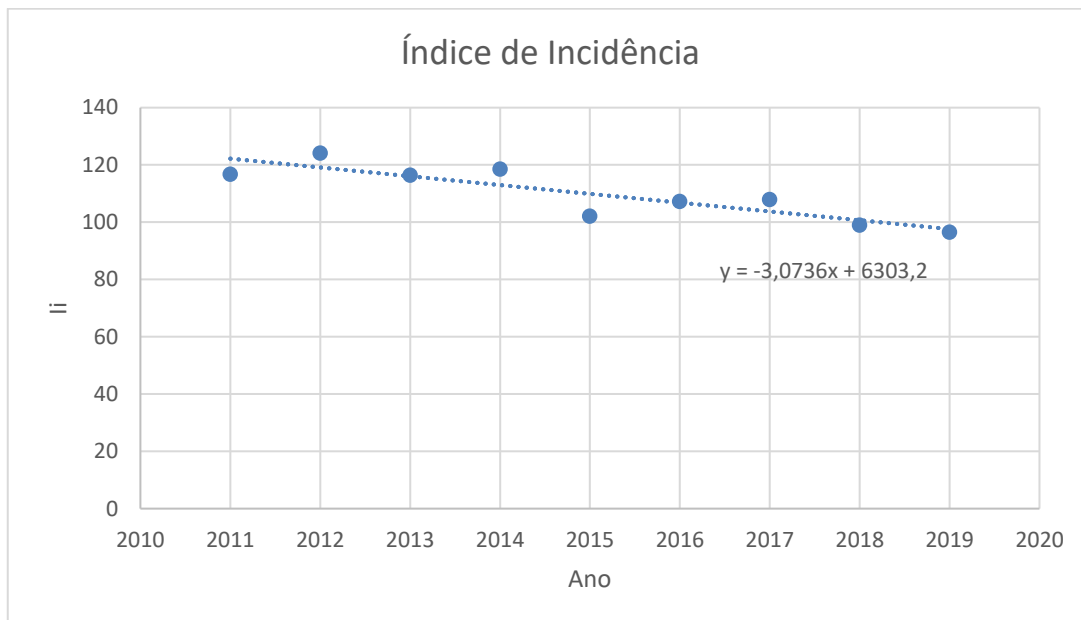


Figura 34 - Tendência do Índice de Incidência

Na figura 35 observa-se a linha de tendência para a Taxa de Mortalidade ( $T_M$ ). Esta apresenta também uma ligeira tendência negativa, o que significa que o número de mortes por um milhão de trabalhadores vem diminuindo ao longo do período em estudo.

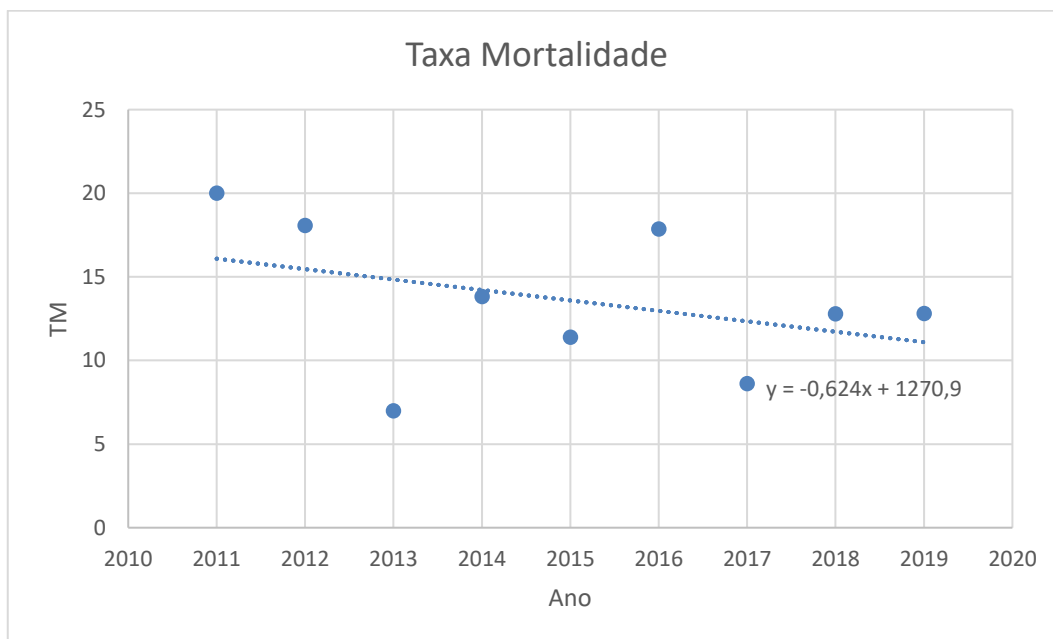


Figura 35 - Tendência da Taxa de Mortalidade

Por fim, relativamente à Taxa de Letalidade ( $T_L$ ), representada na figura 36, a tendência apresenta-se ligeiramente decrescente comparativamente com os outros indicadores. Isto significa que o número de acidentes mortais tem vindo a diminuir durante o período considerado.

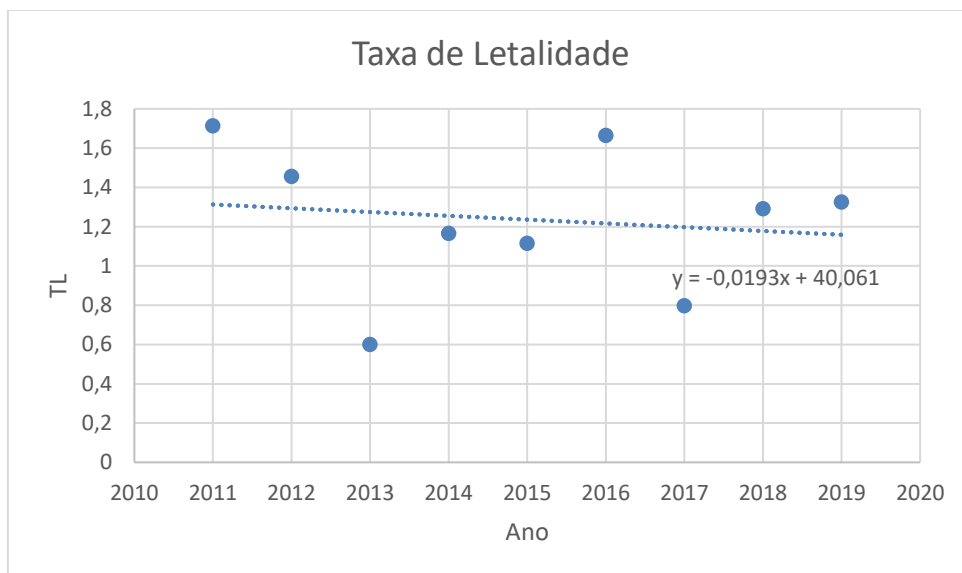


Figura 36 - Tendência da Taxa de Letalidade

## 5.6 Limitações e vieses

Decorrente do trabalho realizado foram identificadas algumas limitações descritas nos pontos seguintes:

- Disponibilidade dos danos de acidentes de trabalho no setor da indústria extrativa e transformadora de forma simplificada;
- Dispersão dos dados de acidente de trabalho consoante a entidade consultada;
- Período temporal de dados analisados não é homogêneo devido à disponibilização dos dados por parte das entidades;
- Impossibilidade da caracterização da formação prestada aos trabalhadores da indústria.

## 6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

### 6.1 Conclusões

Portugal apresenta uma geologia bastante diversificada o que permite a exploração de rocha ornamental e minérios a partir da indústria extrativa e transformadora.

A indústria extrativa e transformadora é um dos setores com o maior número de acidentes registados o que torna a análise do seu desempenho fundamental. Esta análise pode ser realizada através de KPI que são usados para avaliar o desempenho em relação aos objetivos e alvos definidos e para controlar os aspetos críticos relacionados com o sucesso atual e futuro da organização. Nesta dissertação os KPI foram utilizados para analisar e controlar o número de acidentes trabalho.

Com este objetivo, foram recolhidos dados do setor B, correspondente ao setor extrativo, e subsetor C, correspondente ao subsetor “Fabricação de outros produtos minerais não metálicos” dentro do setor da indústria transformadora (setor C). Relativamente ao número de acidentes não mortais, verificou-se que estes não apresentam um comportamento idêntico relativamente ao número de acidentes não mortais totais de Portugal, registados no período de estudo. Isto demonstra que os acidentes de trabalhos não mortais nos vários setores não estão relacionados entre si. Contudo, o mesmo já não se pode afirmar para os números de acidentes mortais, onde o número de acidentes de todos os setores tem a mesma oscilação que o setor B e subsetor C.

A formação de trabalhadores dota os profissionais de competências importantes para o desempenho da sua atividade profissional. Segundo a literatura analisada, a formação pode tornar-se uma ferramenta de extrema importância de forma a diminuir o número de acidente de trabalho.

No entanto, utilizando o método da correlação linear identificou-se que mesmo com um maior número de trabalhadores com formação, não se registou uma diminuição de acidentes não mortais e mortais. Dado que não existe correlação entre a formação e o número de acidentes de trabalho, isto mostra que existem outros fatores que influenciam a ocorrência ou ausência destes.

Decorrente do cálculo do índice de frequência ( $I_f$ ) foi possível observar que apesar do elevado número de horas trabalhadas, o número de acidentes registados é considerado médio de acordo com a classificação da OIT. Relativamente ao cálculo dos restantes indicadores, todos eles apresentam uma tendência negativa. Isto reflete que ao longo do período em estudo o número de acidentes de trabalho mortais e não mortais tem vindo a diminuir.

Os índices demonstram eficácia para entender o comportamento ao longo do tempo. Estes podem ser uma ferramenta para verificar a diminuição da sinistralidade. Diferentes tipos de KPI podem ser implementados para além dos estudados de modo a avaliar a diminuição do risco de acidentes a que os trabalhadores estão expostos. A formação, sem prejuízo da sua importância conceptual como uma ferramenta de redução dos acidentes de trabalho torna-se um instrumento importante para a diminuição de acidentes de trabalho, contudo carece de outras medidas suplementares para diminuição do risco presente aos trabalhadores.

## 6.2 Perspetivas Futuras

Após a conclusão deste trabalho seguem propostas de trabalhos futuros relativamente a este tema:

- Comparar o impacto nas formações e o número de acidentes de trabalho com outros setores de atividade;
- Comparar os dados das diferentes entidades e verificar qual é o mais viável, tendo em conta o número de acidentes de trabalho em Portugal;
- Verificar junto de uma empresa um ciclo formativo de segurança aos seus colaboradores e verificar o número de acidentes de trabalho;
- Verificar o impacto da formação em segurança nos acidentes de trabalho;
- Estudar este fenómeno com uma maior profundidade de modo a entender a razão de cada acidente de trabalho;
- Perceber o comportamento do trabalhador no exercer das suas funções e de modo a estas lhe possam pôr em risco de sofrer um acidente de trabalho.
- Elaborar uma tabela classificativa para os diferentes indicadores estudados.

---

## 7 BIBLIOGRAFIA

- ACT. (2014). Atividade de Inspeção do Trabalho.
- ACT. (2016). Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho em 2016.
- ACT. (2017). Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho em 2017.
- ACT. (2018). Promoção da Segurança e Saúde no Trabalho em 2018.
- ACT. (2019). *Relatório de Atividades 2019*.
- Amrina, E., Kamil, I., & Aridharma, D. (2020). Fuzzy Multi Criteria Approach for Sustainable Maintenance Performance Evaluation in Cement Industry. *Procedia Manufacturing*, 43, 674–681. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.125>
- ANIET. (2016). *Diagnóstico competitivo sobre o sector da extração e transformação da pedra natural*.
- ANIET. (2020). *Guia de potenciais destinos para as lamas de processamento da pedra incluindo simbioses industriais*.
- Belyh, A. (2020). *How to Choose Best Suitable KPIs for Your Business*. Cleverism.
- Bourne, M., Mills, J., Wilcox, M., Neely, A., & Platts, K. (2000). Designing, implementing and updating performance measurement systems . *International Journal of Operation & Production Management*, 20(7), 754–771.
- Brasil De Almeida, C., Marlina, L., Pagliuca, F., Almeida, A. L., & Leite, S. (2005). *Acidentes de trabalho envolvendo os olhos: avaliação de riscos ocupacionais com trabalhadores de enfermagem* (Vol. 13, Issue 5). [www.eerp.usp.br/rlae](http://www.eerp.usp.br/rlae)
- Camarinha-Matos, L. M., Fornasiero, R., Ramezani, J., & Ferrada, F. (2019). Collaborative networks: A pillar of digital transformation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(24). <https://doi.org/10.3390/app9245431>
- Carolyn C. Lehmann, Joel M. Haight, & Judd H. Michael. (2009). *Effects of Safety Training on Risk Tolerance: An Examination of Male Workers in the Surface Mining Industry*.
- Carvalho, J., Lopes, C., Mateus, A., Martins, L., & Goulão, M. (2018). Planning the future exploitation of ornamental stones in Portugal using a weighed multi-dimensional approach. *Resources Policy*, 59, 298–317. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.001>
- Cavaleiro, M. R., Ferreira, A., Figueiredo, J., & Conde, J. (2012). *Estudo da sinistralidade laboral em meio hospitalar - Aspeto fundamental para a integração da segurança no trabalho na gestão de unidades de saúde*. <http://ricot.com.pt><http://ricot.com.pt>
- Ceylan, H. (2012). Analysis of Occupational Accidents According to The Sectors in Turkey. In *Gazi University Journal of Science GU J Sci* (Vol. 25, Issue 4).
- Chiavenato, I. (2010). *Gestão de pessoas* (3ª ed.). Elsevier.

- 
- Cohen, A., & Colligan, M. J. (1998). Assessing Occupational Safety and Health Training– A Literature Review. *DHHS (NIOSH) Publication No. 98-145*.
- da Silva, A., & Almeida, I. (2020). Towards INDUSTRY 4.0 | a case STUDY in ornamental stone sector. *Resources Policy*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101672>
- da Silva, A., Dionísio, A., & Coelho, L. (2020). Flexible-lean processes optimization: A case study in stone sector. *Results in Engineering*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100129>
- Dindarloo, S. R., Pollard, J. P., & Siami-Irdemoos, E. (2016). Off-road truck-related accidents in U.S. mines. *Journal of Safety Research*, 58, 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2016.07.002>
- Edwards, A. L., Dekker, J. J., Franz, R. M., van Dyk, T., & Banyini, A. (2011). Profiles of noise exposure levels in South African mining. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*.
- Elgstrand K., Sherson D.L., Jørs E., Nogueira C., Thomsen J.F., Fingrthut M., Burström L., Rintamäk H., Apud E., Oñate E., Coulson N., McMaster L., & Clarke E.E. (2017). *Safety and Health in Mining: Part 1*.
- Ersoy, M. (2013). The role of occupational safety measures on reducing accidents in marble quarries of Iscehisar region. *Safety Science*, 57, 293–302. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.03.005>
- Fantini, P., Pinzone, M., & Taisch, M. (2020). Placing the operator at the centre of Industry 4.0 design: Modelling and assessing human activities within cyber-physical systems. *Computers and Industrial Engineering*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.01.025>
- Freitas, L. (2003). *Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho: Vol. Volumes I e II* (U. Lusófonas).
- Galiyev, D., Uteshov, E. T., & Tekenova, A. T. (2020). Digitalization of Technological and Organizational Processes of Mining Operations due to the Implementation of the Installation System and Accounting the Key Indicators. *Series of Geology and Technical Sciences*, 5. <http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>
- Gao, F., Tan, S., Shi, H., Tao, Y., & Song, B. (2021). Improved Ensemble Feature Selection Based on DT for KPI Prediction. *IEEE Access*, 9, 136861–136871. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3116201>
- GEP. (2011). *Acidentes de Trabalho*.
- GEP, & MSESS. (2014). *Boletim Estatístico - novembro de 2014*. [www.gee.min-economia.pt/](http://www.gee.min-economia.pt/)
- GEP, & MSESS. (2015). *Boletim Estatístico - outubro de 2015*. [www.gep.msess.gov.pt/](http://www.gep.msess.gov.pt/)
- GEP, & MTSSSS. (2015). *Boletim Estatístico - fevereiro de 2015*. [www.gee.min-economia.pt/](http://www.gee.min-economia.pt/)
- GEP, & MTSSSS. (2016a). *Boletim Estatístico - junho de 2016*. [www.gep.msess.gov.pt/](http://www.gep.msess.gov.pt/)
- GEP, & MTSSSS. (2016b). *Relatório Anual de Formação Contínua Ano 2016*. [www.gep.mtsss.gov.pt](http://www.gep.mtsss.gov.pt)
- Gep, & MTSSSS. (2019). *Boletim Estatístico - dezembro de 2019*. [www.gep.mtsss.gov.pt/](http://www.gep.mtsss.gov.pt/)

- GEP, & MTSSSS. (2019a). *Boletim Estatístico - fevereiro de 2019*. [www.gep.mtsss.gov.pt/](http://www.gep.mtsss.gov.pt/)
- GEP, & MTSSSS. (2019b). *Relatório Anual de Formação Contínua*.
- GEP, & MTSSSS. (2020). *Boletim Estatístico - fevereiro de 2020*. [www.gep.mtsss.gov.pt/](http://www.gep.mtsss.gov.pt/)
- GEP, & MTSSSS. (2021). *Séries Cronológicas ACIDENTES DE TRABALHO 2008 - 2019*.  
<http://www.gep.mtsss.gov.pt/>
- GEP, & MTSSSS. (2022). *Boletim Estatístico - janeiro de 2022*. [www.gep.mtsss.gov.pt/](http://www.gep.mtsss.gov.pt/)
- Goldstein, I. L., & Ford, J. K. (2002). *Training in Organizations: Needs Assessment* (4<sup>a</sup> ed.). Wadsworth.
- Graça M. (2014). *Sinistralidade no setor da indústria extrativa no triângulo do mármore*. Instituto Politécnico de Lisboa.
- Groves, W. A., Kecojevic, V. J., & Komljenovic, D. (2007). Analysis of fatalities and injuries involving mining equipment. *Journal of Safety Research*, 38(4), 461–470.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2007.03.011>
- Handan Triginelli, D., & Cunha, D. M. (2011). *The process of working in a quarry in the city of Vila Pavão-ES: Risks and working organization*.
- Horta, I. M., Camanho, A. S., & Moreira da Costa, J. (2012). Performance assessment of construction companies: A study of factors promoting financial soundness and innovation in the industry. *International Journal of Production Economics*, 137(1), 84–93.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.015>
- Instituto Nacional de Estatística (Portugal). (2007). *Classificação portuguesa das actividades económicas*. Instituto Nacional de Estatística.
- Iyer, P. S., Haight, J. M., del Castillo, E., Tink, B. W., & Hawkins, P. W. (2005). A research model – forecasting incident rates from optimized safety program intervention strategies. *Journal of Safety Research* 36, 341 – 351.
- Kecojevic, V., Komljenovic, D., Groves, W., & Radomsky, M. (2007). An analysis of equipment-related fatal accidents in U.S. mining operations: 1995-2005. *Safety Science*, 45(8), 864–874.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2006.08.024>
- Kirkpatrick, D. L., & Kirkpatrick, J. D. (2006). *Evaluating Training Programs: The Four Levels*, Berrett-Koehler. Berrett-Koehler Publishers.
- Lane, D. M., Scott, D., Hebl, M., Guerra, R., Osherson, D., & Zimmer, H. (n.d.). *Introduction to Statistics*. Retrieved August 11, 2022, from [https://onlinestatbook.com/Online\\_Statistics\\_Education.pdf](https://onlinestatbook.com/Online_Statistics_Education.pdf)
- Lenort, R., Staš, D., Wicher, P., Holman, D., & Ignatowicz, K. (2017). *Comparative Study of Sustainable Key Performance Indicators in Metallurgical Industry*.

- 
- Leonidou, L. C. (2004). An Analysis of the Barriers Hindering Small Business Export Development. *Journal of Small Business Management*, 42(3), 279–302. <https://doi.org/10.1111/j.1540-627X.2004.00112.x>
- Mahmoud, A. S., Ahmad, M. H., Yatim, Y. M., & Dodo, Y. A. (2020). Key performance indicators (KPIS) to promote building developers safety performance in the construction industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(2), 371–401. <https://doi.org/10.3926/jiem.3099>
- Mandrioli, D., Schlünssen, V., Ádám, B., Cohen, R. A., Colosio, C., Chen, W., Fischer, A., Godderis, L., Göen, T., Ivanov, I. D., Leppink, N., Mandic-Rajcevic, S., Masci, F., Nemery, B., Pega, F., Prüss-Üstün, A., Sgargi, D., Ujita, Y., van der Mierden, S., ... Scheepers, P. T. J. (2018). WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of occupational exposure to dusts and/or fibres and of the effect of occupational exposure to dusts and/or fibres on pneumoconiosis. *Environment International*, 119, 174–185. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.06.005>
- Marr, B. (2015). *B. Marr, Key Performance Indicators for Dummies* (L. Jonh Wiley & Sons, Ed.).
- Matamala, J., & Aguayo, F. (2021). Mental health in mine workers: a literature review. *Industrial Health*, 59(6), 2020–0178. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2020-0178>
- Mesároš, P., Behúnová, A., Mandičák, T., Behún, M., & Krajníková, K. (2021). Impact of enterprise information systems on selected key performance indicators in construction project management: An empirical study. *Wireless Networks*, 27(3), 1641–1648. <https://doi.org/10.1007/s11276-019-02048-w>
- Miguel, A. (2014). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho* (13<sup>o</sup> Ed.). Porto Editora.
- Murtoja Shaikh, A., Bhusan Mandal, B., & Mangani Mangalavalli, S. (2022). Causative and risk factors of musculoskeletal disorders among mine workers: A systematic review and meta-analysis. *Safety Science*, 155, 105868. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105868>
- Neves, A. (2012). *O uso de indicadores chave de desempenho para avaliar a eficiência dos sistemas de gestão*.
- Nieto, A., Schatz, R. S., & Dogruoz, C. (2020). Performance analysis of electric and diesel equipment for battery replacement of tethered LHD vehicles in underground mining. *Mining Technology: Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy*, 129(1), 22–29. <https://doi.org/10.1080/25726668.2020.1720371>
- Oliveira, A., & Almeida-Silva, M. (2020). *Influência das Condições de Segurança e Higiene no Trabalho no Absentismo*.
- Onder, S. (2013). Evaluation of occupational injuries with lost days among opencast coal mine workers through logistic regression models. *Safety Science*, 59, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.05.002>
- Parmenter, D. (2015). *Key Performance Indicators* (Third Edition).

- Pragale, R., Patel, A., & Bresden, R. (2018). ARC Flash KPI Compliance at a Large Oil and Gas Company. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 54(1), 889–894. <https://doi.org/10.1109/TIA.2017.2743173>
- Puccetti, G. (2022). *Measuring linear correlation between random vectors*. <https://ssrn.com/abstract=3116066>
- Rahimi, E., Shekarian, Y., Shekarian, N., & Roghanchi, P. (2022). Accident Analysis of Mining Industry in the United States – A retrospective study for 36 years. *Journal of Sustainable Mining*, 21(1), 27–44. <https://doi.org/10.46873/2300-3960.1345>
- Sanmiquel, L., Bascompta, M., Rossell, J. M., Anticoi, H. F., & Guash, E. (2018). Analysis of occupational accidents in underground and surface mining in Spain using data-mining techniques. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph15030462>
- Schlüter, M. R. (2009). Indicadores Chave de Performance. *Intelog*.
- Silvestri, A., Falcone, D., di Bona, G., Forcina, A., & Gemmiti, M. (2021). Global performance index for integrated management system: GPI-IMS. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph18137156>
- Sink, S., & Tuttle, T. C. (1993). Planejamento e medição para performance. *Qualitymark*.
- Thorén Hedin, L., & Ranängen, H. (2017). Community involvement and development in Swedish mining. *Extractive Industries and Society*, 4(3), 630–639. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2017.04.008>
- Wyganowska, M. (2018). A study of the correlation between age and the number of work accidents in mining enterprises between 2003–2017. *Inzynieria Mineralna*, 2018(2), 81–86. <https://doi.org/10.29227/IM-2018-02-10>
- Yorio, P. L., Haas, E. J., Bell, J. L., Moore, S. M., & Greenawald, L. A. (2020). Lagging or leading? Exploring the temporal relationship among lagging indicators in mining establishments 2006–2017. *Journal of Safety Research*, 74, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.06.018>
- Zwetsloot, G., Leka, S., Kines, P., & Jain, A. (2020). Vision zero: Developing proactive leading indicators for safety, health and wellbeing at work. *Safety Science*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104890>



---

---