



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra**

**ANÁLISE E PROPOSTA PARA MELHORIA DO PLANO
DE SEGURANÇA E SAÚDE DA EMPRESA NCONDEZI
ENERGY MOÇAMBIQUE, LDA
(TETE-MOÇAMBIQUE)**

Fidel Jorge Manuel Ataíde

MESTRADO EM ENGENHARIA GEOLÓGICA E DE MINAS

Julho de 2014



**ANÁLISE E PROPOSTA PARA MELHORIA DO PLANO DE
SEGURANÇA E SAÚDE DA EMPRESA NCONDEZI ENERGY
MOÇAMBIQUE, LDA
(TETE-MOÇAMBIQUE)**

Fidel Jorge Manuel Ataíde

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
de Coimbra para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica e de
Minas

Orientadores:

Prof. Doutor Fernando Varela Mathias Castelo Branco

Prof. Doutor Fernando Pedro Ortega de Oliveira Figueiredo

Coimbra, Julho de 2014

Índice Geral

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO.....	II
ABSTRACT.....	III
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS.....	V
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objectivos.....	2
1.1.1. Objectivo geral.....	2
1.1.2. Objectivos específicos.....	2
1.2. Metodologia.....	2
1.3. Justificativa do tema em estudo.....	3
1.4. Relevância do tema.....	3
1.5. Estrutura do Trabalho.....	3
1.6. Informações gerais do projecto e do estudo.....	4
2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA-GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO.....	5
2.1. Localização da área de estudo.....	5
2.2. Clima, Geomorfologia e Coberto Vegetal.....	6
2.3. Geologia Regional.....	6
2.3.1. Geologia da área de exploração.....	8
2.4. Caracterização do carvão e do mercado.....	9
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3.1. A evolução temporal da engenharia de segurança e saúde no trabalho.....	11
3.2. Segurança e Saúde do Trabalho no Âmbito da Revolução Industrial na Europa e nos Estados Unidos.....	12
3.3. Principais conceitos.....	15
3.3.1. Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho.....	17
3.3.2. Parâmetros a ter em conta no âmbito da Segurança e Saúde no Trabalho.....	17

3.4. Processo de Gestão do Risco	20
4. APRESENTAÇÃO DO CASO EM ESTUDO	22
4.1. Introdução	22
4.2. Estratégia de Segurança e Saúde no Trabalho	23
4.3. Política de Segurança e Saúde	24
4.4. Filosofia de Segura e Saúde Ocupacional e Comunitária.....	24
4.5. Plano de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional	26
4.6. Plano de Gestão de Segurança e Saúde Comunitária	26
4.7. Atribuição de Responsabilidades de Segurança e Saúde Ocupacional	28
4.7.1. Responsabilidades Essenciais do Dono do Projecto	28
4.7.2. Responsabilidades Essenciais dos Contratantes	30
4.8. Gestão de Riscos de Segurança e Saúde Ocupacional	30
4.9. Normas e Procedimentos de Segurança e Saúde Ocupacional.....	31
4.10. Competências e Formação	31
4.11. Equipa de Resposta à Emergências	32
4.12. Gestão de Contratantes	32
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DO CASO EM ESTUDO	33
5.1. Exploração Mineira e os Processos de Transformação do Minério	33
5.1.1. Ruído	33
5.1.2. Vibrações	34
5.1.3. Projecção de Rochas	34
5.1.4. Partículas Sólidas em Suspensão	34
5.1.5. Estabilização do maciço rochoso remanescente	35
5.2. Processamento Mineral.....	35
5.3. Central Termoeléctrica e Processamento mineral	36
5.3.1. Visão geral das centrais termoeléctricas	36
5.3.2. Procedimentos e Regras de Protecção	37

5.3.2.1. Procedimentos	37
5.3.2.2. Protecções.....	38
6. CONFORTO TÉRMICO.....	50
6.1. Efeitos na saúde	51
6.2. Regulação térmica e balanço de calor no corpo	51
6.3. Zonas de respostas fisiológicas e comportamentais	55
6.4. Condições para o Conforto Térmico	56
6.4.1. Parâmetros que determinam o conforto térmico	57
6.4.2. Determinação do PMV.....	58
6.4.3. Determinação de PPD	61
6.4.4. Desconforto Parcial.....	61
6.4.4.1. Assimetria da temperatura do ar no sentido vertical	62
6.4.4.2. Desigualdade de radiação térmica.....	62
6.4.4.3. Correntes de ar	63
6.4.4.4. Superfícies/pisos aquecidas ou arrefecidas	65
6.5. Stress térmico	65
6.5.1. Ambiente térmico quente	66
6.5.1.1. Ambiente térmico quente – Estimativa do stress por calor sobre o trabalhador, baseado no IBHTG	66
6.5.1.2. Ambiente térmico quente - Determinação e interpretação do stress térmico, através do cálculo da Taxa Requerida de Exsudação (SWreq).....	69
6.5.2. Ambiente térmico frio.....	69
6.5.3. Ambiente térmico neutro	69
7. CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	70
7.1. Conclusões.....	70
7.2. Recomendações	71
7.3. Perspectivas Futuras	72
8. BIBLIOGRAFIA	73

ANEXOS

ANEXO A – Ruído e Vibrações

ANEXO B – Projecção de Rochas e Partículas Sólidas em Suspensão

ANEXO C - Riscos Eléctricos e Riscos de Incêndio/Explosão

ANEXO D - Riscos de Radiações e Riscos de Trabalho com Substâncias Perigosas

ANEXO E - Sinalização de Segurança e Primeiros Socorros

ANEXO F- Conforto Térmico e Stress Térmico

ANEXO G – Simulações de cálculo das variáveis do conforto e stress térmico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero aqui expressar os meus sinceros agradecimentos a Deus pela força e fé que constantemente me tem proporcionado e em especial à empresa *Ncondezi Energy Mozambique, Lda*, pela bolsa de estudo concedida, pois sem estes não seria possível alcançar este feito.

Ao Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra pelo ensino, acompanhamento e todo tipo de apoio durante o período de formação.

Aos orientadores Prof. Doutor Fernando Pedro Ortega de Oliveira Figueiredo e o Prof. Doutor Fernando Varela Mathias Castelo Branco, professores e colaboradores do departamento, em especial ao Prof. Doutor Fernando Antunes Gaspar Pita, Dr Cristina Brojo e a Sr^a Conceição Cruz da Biblioteca do Departamento, pela atenção, observações, sugestões e incentivo na realização da presente dissertação.

Aos colegas de formação em especial ao Msc Fernando D. Mulhovo, amigos do dia-a-dia em Coimbra e Moçambique, que sempre se fizeram presentes e acreditaram em mim.

E por último e não menos importante agradeço aos meus pais, Jorge Manuel Ataíde e Eulanda Maria John, irmãos, familiares, a minha companheira de todos os momentos, a Dárlen Rui e a minha querida filha Eulanda Maria Fidel Ataíde pelo carinho dado, coragem, compreensão e apoio incondicional, sempre que precisei.

RESUMO

Quando se reconhece que o recurso humano é o bem mais precioso, independentemente da categoria e dimensão das empresas, o factor chave para um local de trabalho seguro e saudável é a prevenção de riscos e perigos a que estes estão expostos.

Uma das formas de prevenção dentro de uma empresa é a realização periódica da análise e avaliação de riscos, tendo como primeira etapa a identificação de perigo, visando a implementação de medidas que eliminem ou, quando a sua eliminação não é possível, reduzam os riscos a que os trabalhadores estão expostos no seu trabalho a um nível aceitável, dentro dos padrões recomendáveis.

Com o objectivo de fazer uma análise do Plano de Segurança e Saúde do projecto de exploração de carvão e produção de energia, a partir de uma central térmica ainda por se construir na província de Tete, na região centro de Moçambique que pertencerá à empresa Ncondezi Energy Moçambique, Lda; o presente trabalho aborda os principais pontos ou estratégias que esta pretende estabelecer e implementar no âmbito da segurança e saúde.

Assim sendo, a partir da informação adquirida na empresa, vários parâmetros que constituem o Plano de Segurança e Saúde são aqui apresentados e analisados. E dá-se um subsídio através das Normas Nacionais, Internacionais e de Boas Práticas Industriais, com vista a contribuir para uma eficiente e eficaz aplicação do sistema de gestão da segurança e saúde dentro do projecto, tornando-o adequado e garantindo uma melhoria contínua no processo de prevenção de acidentes e doenças profissionais no local de trabalho. O presente trabalho, também foca alguns aspectos relacionados ao conforto térmico como factor importante para o desempenho das actividades e que influencia directamente na produtividade dos trabalhadores.

Palavras-chave: Plano, Segurança e Saúde, Prevenção, Riscos, Conforto Térmico.

ABSTRACT

When it's recognized that human resource is the most valuable asset, regardless of the type and size of companies, the key to a safe and healthy workplace is to prevent risks and dangers in which they are exposed.

A way of prevention in a company is to hold regular analysis and risk assessment, having in the first stage hazard identification, aimed at implementing measures that eliminate or, where the disposal is not possible, reduce the risks which workers are exposed in their work to an acceptable level within the recommended standards.

In order to make an evaluation of the Health and Safety Plan of the coal mining and energy production project, from a thermal power plant, yet to be built in the province of Tete in central Mozambique, which belong to the Ncondezi Energy Mozambique, Lda; this job discusses the key points or strategies that it intends to establish and carry on health and safety.

Therefore, with the selected information in the company, several parameters that compose the Health and Safety Plan are presented and analyzed here. And it's given a support through the National and International Standards and Good Industrial Practices, in order to contribute to the efficient and effective implementation of health and safety management system in the project, making it suitable and ensuring continuous improvement in the process of accidents and occupational diseases prevention in the workplace. The present work also discusses some aspects related to the thermal comfort as an important factor for the implementation of activities which directly influence the productivity of the workers.

Keywords: Plan, Safety and Health, Prevention, Risk, Thermal Comfort.

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

°	Grau
°C	Graus Celsius
>	Maior
<	Menor
≤	Menor ou igual
'	Minuto
%	Percentagem
c.a	corrente alternada
c.c	corrente contínua
Icl	Isolamento térmico do vestuário
MJ/kg	Megajoule por quilograma
m	Metros
m ²	Metro quadrado
met	Metabolismo
m/s	Metros por segundo
µm	Micrómetro
µg/m ³	Micrograma por metro cúbico
mA	Miliampéres
Pa	Pascal
kg	Kilograma
kPa	Kilopascal
W/m ²	Watt por metro quadrado

AIM	<i>Alternative Investment Market</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers</i>
EDV	Estudo Definitivo de Viabilidade
EPI	Equipamento de Protecção Individual
IBHTG	Índice de Bolbo Húmido e Tempertura do Globo
ISO	<i>International Standardization for Organization</i>
NEML	<i>Ncondezi Energy Moçambique Limitada</i>
NP	Norma Portuguesa
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OMS	Organização Mundial da Saúde
PES	Procedimento Específico de Segurança
PGSS	Plano de Gestão de Segurança e Saúde
POP	Procedimento Operacional Padrão
PPD	<i>Predicted Percentage of People Dissatisfied</i>
PSS	Plano de Segurança e Saúde
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i>
SD	<i>Standard Desviation</i>
SGAS	Sistema de Gestão Ambiental e Social
SGSST	Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho
SSO	Segurança e Saúde Ocupacional
TM	Taxa Metabólica
WBGT	<i>Wet Bulb of Globe Temperature</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica de Moçambique e do Projecto da Ncondezi	Pág.5
Figura 2: Geologia Regional	Pág.8
Figura 3: Localização das licenças do Grupo Ncondezi e outras minas da região	Pág.10
Figura 4: Modelo de Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho	Pág.17
Figura 5: Gestão de Riscos	Pág.21
Figura 6: Representação esquemática da fisiologia humana e as trocas térmicas	Pág.52
Figura 7: Gráfico para determinação do PPD em função do PMV	Pág.61
Figura 8: Percentagem de pessoas insatisfeitas por assimetrias de radiações	Pág.62
Figura 9: Percentagem de pessoas insatisfeitas pela diferença de temperatura entre a cabeça e os pés	Pág.63
Figura 10: Percentagem de pessoas insatisfeitas com superfícies/pisos frias ou quentes	Pág.65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Técnicas de estabilização do maciço rochoso	Pág.35
Tabela 2: Estimativa do efeito da corrente no corpo humano sem ter em conta o tempo de exposição ao choque eléctrico	Pág.44
Tabela 3: Caracterização das radiações	Pág.48
Tabela 4: Medidas de controlo das radiações	Pág.49
Tabela 5: Zonas de respostas fisiológicas e comportamentais	Pág.55
Tabela 6: Valores ideais dos parâmetros que determinam o conforto térmico	Pág.58
Tabela 7: Escala de sensação térmica	Pág.59
Tabela 8: Valores de referência das classes de taxas metabólicas e o IBHTG	Pág.68

1. INTRODUÇÃO

O sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho adoptada por uma empresa estabelece as directrizes para a gestão de processos com o objetivo de prevenir e controlar os riscos de acidentes e doenças ocupacionais no local de trabalho. Para uma estrutura eficiente e eficaz da prevenção, tem-se em primeiro lugar a Política de Segurança e Saúde, adequada à natureza da organização, que define responsabilidades, deveres e obrigações de todos os níveis hierárquicos; em segundo, o Plano Interno de Segurança e Saúde, para actividades específicas, estabelecido pela gestão de topo e difundido na empresa. E em terceiro; um Programa de Segurança e Saúde no Trabalho adequado à empresa, que engloba um programa de prevenção de perdas, vigilância médica e programas obrigatórios constantes nas Normas Regulamentadoras vigentes, que devem ser escrupulosamente seguidos por todos intervenientes dentro da organização.

Segundo Fatureto (1998), a nova forma de gestão da segurança e saúde no trabalho deve possuir os seguintes princípios: 1) definição e estabelecimento de uma política de segurança e saúde clara e compatível à escala dos riscos da organização; 2) as acções de segurança e saúde no trabalho como parte integrante do sistema produtivo; 3) sistema integrado de gestão da qualidade, meio ambiente e segurança, através dos referenciais como: ISO 9001, ISO 14000 e OHSAS 18001; 4) a direcção da empresa é impulsionadora das acções de segurança e saúde do trabalho; 5) a gestão de topo é responsável pela alocação dos recursos nas áreas; 6) os empregados devem cumprir com as suas obrigações, as normas e regras estabelecidas pela gestão de topo e têm o direito de recusa ao trabalho em condições de risco acentuado que se verifique na execução das suas tarefas e/ou actividades diárias.

Lapa (2006), na sua abordagem afirma que, normalmente as perdas que resultam dos acidentes de trabalho e doenças pesam nos custos e imagem da empresa. Custos estes, que resultam do apoio e cuidados médicos, requalificação e reabilitação das instalações, restituição de equipamentos, seguros e compensações dos danos. Desta forma, a adopção de práticas de segurança e saúde no trabalho, dentro das organizações, passa a ser tratada como uma condição para dar um suporte e retorno ao empreendimento, actualmente, o espírito prevencionista vem conquistando um espaço considerável nos planos estratégicos e táticos das organizações, refletindo-se no aumento da importância que se vem dando às certificações dos sistemas de gestão de segurança e saúde do trabalho a nível mundial.

1.1. Objectivos

1.1.1. Objectivo geral

- O presente trabalho tem como principal objectivo analisar o Plano de Segurança e Saúde da empresa Ncondezi Energy Moçambique, Limitada (NEML), com vista a garantir uma melhoria e eficácia na sua implementação e no sistema de gestão de riscos associados ao trabalho dentro do projecto.

1.1.2. Objectivos específicos

- Identificar as principais componentes do plano de segurança e saúde da empresa;
- Avaliar as componentes do plano de segurança e saúde da empresa e verificar as possíveis omissões;
- Propôr melhorias no plano de segurança e saúde, de acordo com as Normas Regulamentadoras Nacionais, Internacionais e Regras de Boas Práticas Industriais, de modo a prevenir e controlar os riscos associados ao local de trabalho.

1.2. Metodologia

A metodologia utilizada na elaboração da presente dissertação foi:

- Identificação, avaliação e selecção de bibliografias relacionadas com o tema;
- Recolha de informação no contexto da segurança e saúde na empresa em estudo;
- Análise, correlação e compilação das bibliografias seleccionadas e informação da empresa.

A primeira etapa consistiu na revisão bibliográfica do tema em estudo. Nesta fase, procurou-se identificar avaliar e seleccionar as informações mais abrangentes no que diz respeito à segurança e saúde nas operações ligadas à indústria extrativa e de transformação.

Em seguida, como segunda fase, realizou-se a recolha da informação, relativa à segurança e saúde, na futura mina e central térmica, da empresa Ncondezi Energy Moçambique, Limitada que daqui adiante será tratada por (NEML), na província de Tete no distrito de Moatize, com vista na obtenção de informação essencial para a execução do trabalho em questão.

Na terceira fase, foi feita a análise da informação recolhida na empresa, fazendo uma correlação com as Normas e Regulamentos Nacionais e Internacionais das actividades mineiras e de processos de transformação, de acordo com os objectivos previamente estabelecidos e, por fim, a confecção da dissertação e anexos.

1.3. Justificativa do tema em estudo

Desde seu aparecimento na Terra, o homem está exposto a vários riscos. Como ele não tem o controlo sobre estes riscos, ocorre sobre o mesmo todo tipo de acidente. Porém, se por um lado os progressos científicos e tecnológicos tornam os trabalhos e os processos produtivos mais fáceis, por outro trazem novos riscos, sujeitando o homem a acidentes e doenças que resultam destas actividades e processos. Para tal, é necessário que estes riscos e perigos sejam identificados e eliminados, Campos (1994). Deste modo, com o presente trabalho pretende-se identificar, avaliar e propôr medidas que visam prevenir, minimizar e/ou eliminar os riscos associados ao local de trabalho e as operações diárias a serem desenvolvidas.

1.4. Relevância do tema

A segurança e saúde são componentes essenciais para realização de qualquer actividade industrial, assim como de diferentes áreas de trabalho. E o investimento nesta área tem sido cada vez maior, visto que actualmente a exposição aos riscos diversos tendem a multiplicar-se. Assim sendo, a segurança e saúde são elementos indispensáveis para garantir o aproveitamento económico de bens minerais em condições adequadas e menos penalizadora para quem o executa, podendo ser alcançado com o bem estar dos elementos envolvidos, redução de perdas e uma boa imagem da empresa. Deste modo, este sistema deve garantir a gestão eficaz dos riscos existentes no local do trabalho.

Espera-se que o presente trabalho sirva de certa forma como uma ferramenta auxiliar no processo de gestão de riscos e em alguns casos na avaliação do desempenho, na matéria de segurança e saúde dentro do projecto.

1.5. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho apresenta a seguinte estrutura:

- O primeiro capítulo é constituído pela introdução, que contempla os objectivos, a metodologia de trabalho usada, as motivações para o desenvolvimento do tema em estudo, incluindo a própria estrutura.

- No segundo capítulo temos a caracterização da área de estudo, que inclui a localização, as características física-geográficas e geológicas.
- Como terceiro capítulo apresenta-se a fundamentação teórica que abrange o tema em estudo, incluindo os órgãos regulamentadores no âmbito da segurança e saúde no trabalho. Neste capítulo, também apresentam-se alguns conceitos relativos ao processo de gestão da segurança e saúde.
- No quarto capítulo faz-se a apresentação do caso em estudo, baseado no relatório do estudo definitivo de viabilidade, no que concerne a segurança e saúde a ser adoptada pela empresa.
- No capítulo cinco é realizada a análise e discussão do caso em estudo, onde se dá o contributo para a melhoria do plano em análise, com vista a torná-lo mais abrangente.
- O capítulo seis debruça-se acerca do conforto e stress térmico a que os trabalhadores estão expostos em ambientes industriais.
- O capítulo sete apresenta as conclusões da análise feita, as recomendações e trabalhos futuros. Por último, como capítulo oito, as bibliografias consultadas e no fim os anexos.

1.6. Informações gerais do projecto e do estudo

A Empresa é uma subsidiária detida na sua totalidade pela NEML, que é a empresa-mãe do Grupo de Empresas Ncondezi ("Ncondezi" ou "Grupo") e é uma empresa de capital aberto, cujas acções são transaccionadas no mercado de investimento alternativo (AIM) da Bolsa de Valores de Londres. O objectivo do Grupo é a exploração e desenvolvimento do Projecto de Carvão da Ncondezi, na região de Moatize.

As licenças de exploração da empresa (L804 e L805), com as coordenadas do ponto central: 15°52'0.00S de Latitude e 33°54'36.00E de Longitude estão localizadas a aproximadamente 60 km a nordeste da cidade de Tete e abrangem uma área total de 38700 hectares, divididas em sete blocos de carvão discretos, na sub-bacia Ncondezi, que faz parte da Bacia de Carvão de Zambeze, num ambiente geológico que se considera uma das maiores bacias de carvão não exploradas do mundo.

2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA-GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização da área de estudo

As licenças de prospecção e exploração de carvão, L804 e L805, do Projecto de Carvão da Ncondezi, estão localizadas na província de Tete, que se situa a noroeste da República de Moçambique. Moçambique encontra-se na costa sudeste do continente Africano e faz fronteira com a Suazilândia à Sul, a África do Sul à sudoeste, o Zimbabwe a Oeste, a Zâmbia e o Malawi à noroeste, a Tanzânia à Norte e o Oceano Índico à Leste. A cidade de Tete e o Projecto de Carvão da Ncondezi encontram-se assinaladas na Figura 1. Nesta, também está representada o actual corredor ferroviário que liga Tete ao porto da Beira e futuros corredores de transporte e ligação ao Porto de Nacala (já em construção), Chinde e outra zona portuária que poderá ser construída de raiz na província da Zambézia.

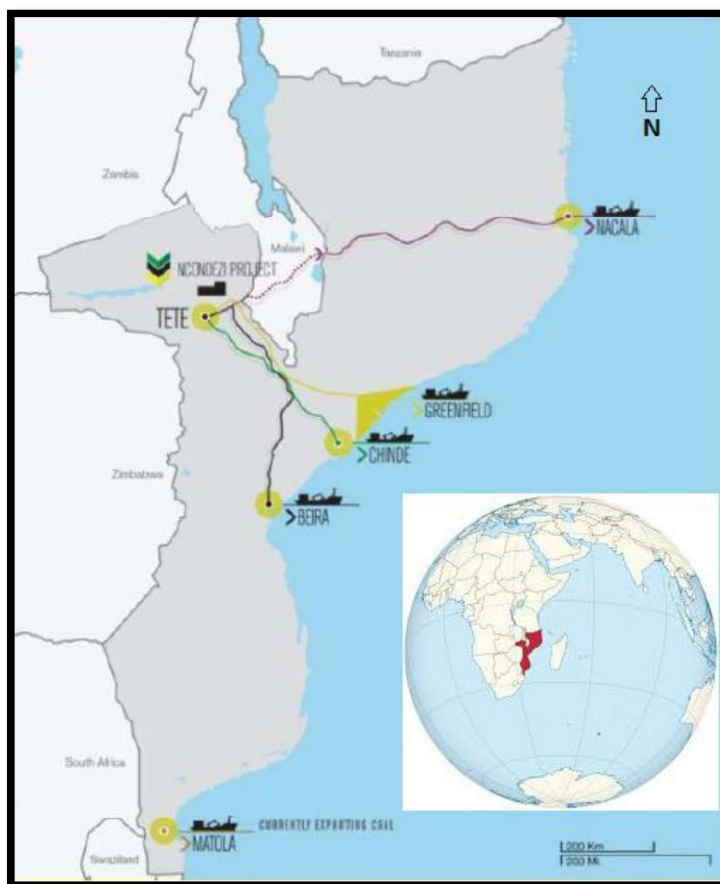


Figura 1: Localização geográfica de Moçambique e do Projecto da Ncondezi, adaptado da (NEML, 2012).

2.2. Clima, Geomorfologia e Coberto Vegetal

Segundo MAE (2005), Moatize apresenta dois tipos de climas: Seco de Estepe com inverno seco, na parte Sul do distrito e Tropical Chuvoso de Savana, no Norte do distrito. Estes climas apresentam duas estações diferentes (seca e chuvosa), a precipitação média anual é de cerca de 644 mm. A maior queda pluviométrica ocorre nos períodos que vão de Dezembro a Abril do ano seguinte, e a temperatura média situa-se na faixa dos 26,5 °C, com as médias máxima e mínima anuais na ordem dos 32,5 e 20,5 °C, respectivamente.

Quanto aos valores da humidade relativa, segundo o Projecto Integrado (1991) *apud* (Vasconcelos, 1995) varia de 29% a 77% e de acordo com Montanrheibraun (1977) *apud* (Vasconcelos, 1995) tem um valor médio anual de 80%.

No que diz respeito à geomorfologia, este distrito ocorre parcialmente no vasto complexo gnaisse-granítico do cinturão de Moçambique (*Mozambique Belt*), onde sobressaem em forma de *inselbergs* as rochas intrusivas do Pós-Karoo.

Como resultado destas geformas de terreno, surgem vários agrupamentos de solos: castanho-acinzentados, castanho-avermelhados pouco profundos sobre rochas calcárias e os derivados de rochas basálticas, estes últimos, podendo ser avermelhados, castanho-avermelhados ou pretos, de profundidade variável. Ocorrem também em pequenas manchas solos aluvionares nas margens dos rios Revúbuè e Zambeze, MAE (2005).

A vegetação é do tipo Savana, caracterizada por ser arbustiva e rasteira com árvores espalhadas do tipo: massaniqueiras, embondeiros e pau-preto (ébanos). As zonas de floresta estão ausentes nesta bacia, ocorrendo alguma flora típica de savana.

2.3. Geologia Regional

Vasconcelos (1995), afirma que as formações de Supergrupo do Karoo, no Vale do Rio Zambeze, que as de Moatize fazem parte, encontram-se em bacias tectónicas (*grabens*) dispostas ao longo deste rio. E no que diz respeito à idade, as formações do Supergrupo do Karoo em Moçambique tem início no Carbonífero Superior (Grupo do Ecca).

A fase sedimentar termina no Jurássico Superior com os arenitos e conglomerados da Formação Inferior da Lupata. A fase vulcânica inicia-se no Jurássico Inferior com a emissão de lavas basálticas e termina na transição Jurássico/Cretácico, com os riolitos de Lupata. Deste modo há uma simultaneidade na deposição de formações sedimentares e emissões vulcânicas.

Considera-se que as formações geológicas do vale do Rio Zambeze podem dividir-se em três grandes unidades estratigráficas (Projecto Integrado, 1991) *apud* (Vasconcelos, 1995):

1. Formação Pré-Karoo, de idade Precâmbrica;
2. Formação do Supergrupo do Karoo, de idade que varia entre o Carbonífero Superior e Jurássico;
3. Formação Pós-Karoo, com idades variando de Jurássico ao Quaternário.

De acordo com NEML (2012), a nível regional, o carvão encontra-se na Formação de Moatize, da idade que varia entre o Carbonífero Superior e Jurássico Superior. O carvão ocorre em zonas espessas (até 100 m), que consistem em litologias intercaladas de carvão e não carvão. A intercalação pode ter espessuras na ordem de metros ou centímetros e mais de 50% da zona pode ser composta por materiais que não são carvão.

A deposição da matéria orgânica ocorreu em condições moderadas, pós-glaciares, sobre terreno glacial, em sistemas fluviais e num ambiente de riftes activo. Este factores influenciam fortemente a natureza, distribuição e continuidade dos carvões e dos seus sedimentos hospedeiros. As zonas e estéril intermédia entre ela demonstram uma variabilidade lateral rápida, muitas vezes originando divisões ou junções,

Na Figura 2, pode-se observar as diferentes Formações Geológicas da região em estudo:

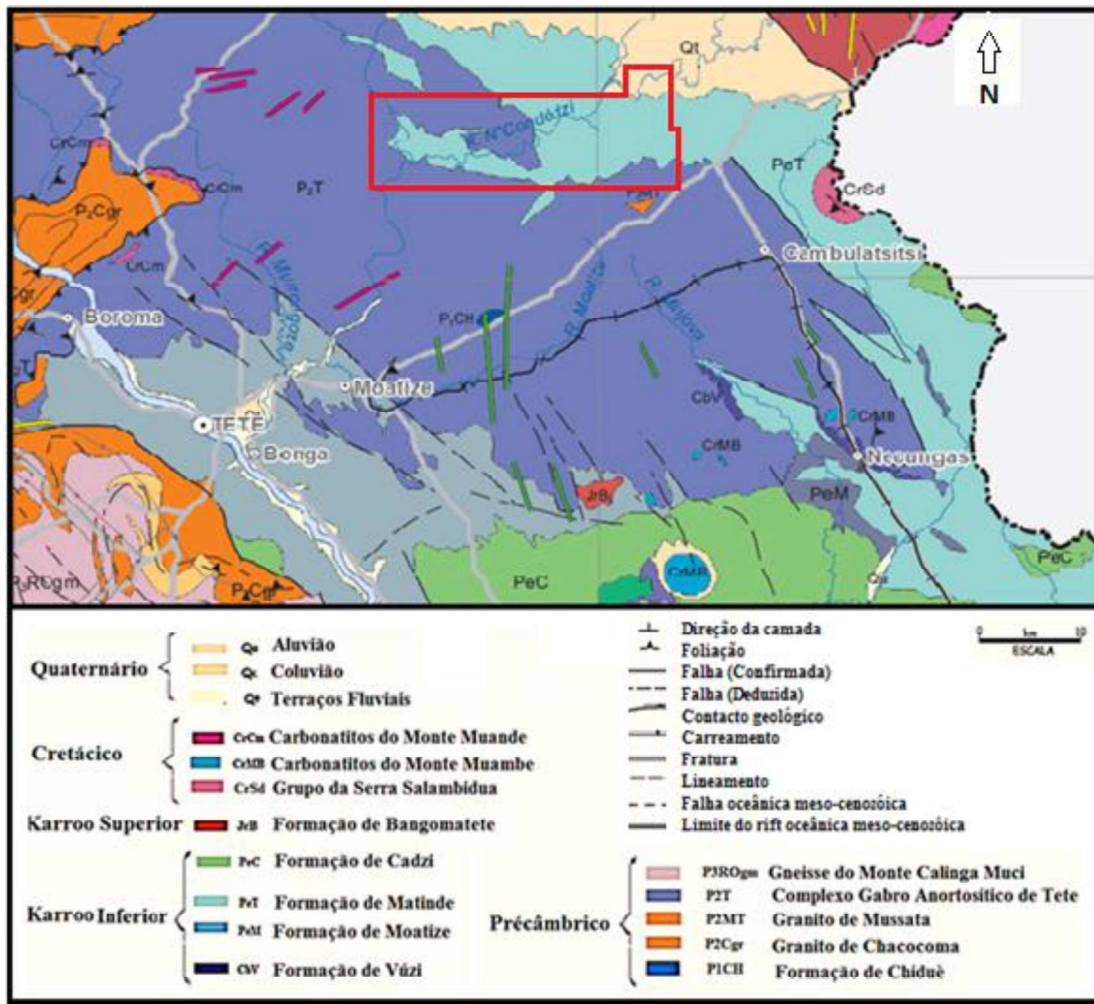


Figura 2: Geologia Regional, extrato (Carta Geológica de Moçambique, 2008).

2.3.1. Geologia da área de exploração

Para a sua exploração o projecto foi dividido em seis Blocos de Recurso (Blocos Norte, Sul, Oeste, Leste, Central e Fluvial), cada um deles representa uma bacia de depósito. O ambiente tectónico activo resultou na dissecação estrutural dos campos de carvão de Tete por meio de falhas e intrusões doleríticas na forma de diques e soleiras. A ocorrência de falhas é significativa localmente, com os deslocamentos a variarem entre poucos metros e várias centenas de metros. A ocorrência de falhas normalmente resulta na subdivisão das jazidas de carvão, situadas dentro de qualquer área do projecto e em vários blocos ou secções, NEML (2012).

2.4. Caracterização do carvão e do mercado

Para além da produção nacional de carvão térmico de 17 MJ/kg (poder calorífico) destinado ao consumo interno (Central Térmica), a Ncondezi tem a intenção de produzir carvão térmico para exportação a partir do seu Projecto de Exploração de Carvão. A Ncondezi considerou produtos de 25 MJ/kg e 26,3 MJ/kg de forma a identificar as opções de mercado possíveis.

Ambos os produtos, de 25 MJ/kg e de 26,3 MJ/kg são carvões betuminosos com um alto teor de cinza (24% a 25%) e de enxofre (1,2% a 1,65%) que se espera terem procura na China e na Índia, países que são mais tolerantes relativamente a estas qualidades devido aos teores elevados de cinza do seu carvão de produção nacional e, no caso da China, um elevado teor de enxofre.

Na Índia, o crescimento da importação de carvão tem sido impulsionado através do défice de fornecimento interno. Nos mercados finais encontram-se centrais eléctricas projectadas especificamente para operarem com carvão importado, centrais eléctricas projectadas para operarem com carvão de produção nacional, mas que recorrem ao carvão importado para colmatar qualquer défice. A Ncondezi tem o potencial para fornecer estes segmentos, com diferentes propostas de preço para cada um (atenuação de risco, qualidade e custo). A China espera-se que venha a tornar-se num mercado de importação de 1,01 mil milhões de toneladas de carvão térmico até 2030, a penalização devido ao enxofre poderá ser inferior, mas mesmo não tendo em conta uma penalização devido ao enxofre, o preço da China, calculado de forma líquida (*net-back*), é mais baixo do que o da Índia devido à maior distância de transporte.

Na Figura 3 está representada a planta com a localização das licenças do Grupo Ncondezi, em relação às áreas de concessão da Rio Tinto e da Vale, na província de Tete em Moçambique:

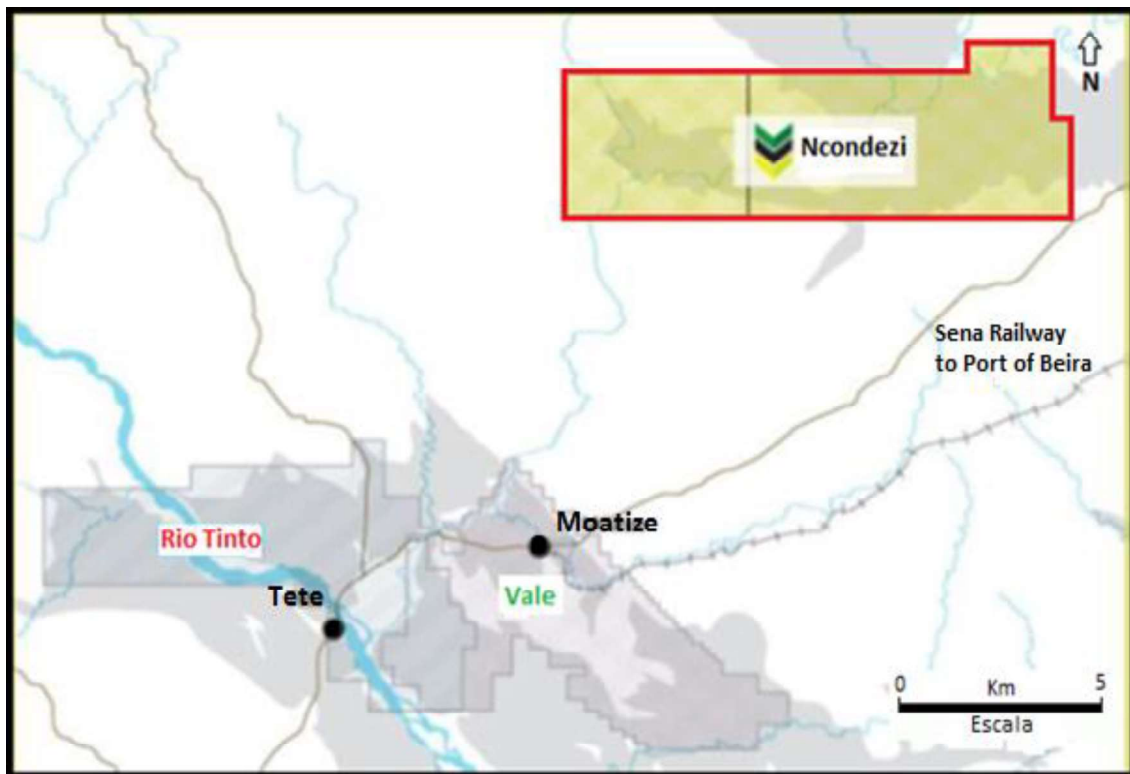


Figura 3: Localização das Licenças do Grupo Ncondezi e outras minas da região, adaptado da NEML (2012).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. A evolução temporal da engenharia de segurança e saúde no trabalho

Segundo Fudoli *et al.* (2013), desde os primórdios os homens procuraram protecção contra animais feroces na caça, queimaduras no uso do fogo, ferimentos na utilização de utensílios, quedas, afogamentos e soterramentos nas actividades diárias. A forma pela qual subsistiam e enfrentavam os perigos resultava de sua intuição, inteligência e habilidade no uso das mãos, mesmo assim estavam expostos a acidentes. Como por exemplo, a invenção do machado de pedra foi um avanço para garantir a subsistência para o indivíduo e sua família, mas dava lugar a graves acidentes devido à actos e condições inseguras no manuseio da ferramenta. E com a descoberta do fogo e das armas, o homem obteve maior protecção, porém, novos riscos foram surgindo.

As actividades laborais tiveram origem com o surgimento da humanidade e sempre houve falhas humanas e situações indesejáveis no local de trabalho que favoreceram a ocorrência dos acidentes. Portanto, o homem pré-histórico já estava constantemente exposto a perigos na vida diária, paradoxalmente na sua luta pela existência.

A problemática dos acidentes e doenças no exercício profissional sempre esteve presente no desenvolvimento das actividades humanas ao longo dos tempos. Desde actividade predatória, evoluindo para a agricultura e o pastoreio, o homem alcançou a fase de organização artesanal, uso de metais no trabalho e atingiu a era industrial, sempre acompanhado de novos e diferentes riscos que afectavam e ainda afectam sua vida e saúde.

Quando se iniciou o uso da energia hidráulica na manufactura, seguido do uso do vapor e da electricidade, ocorreu um grande progresso na invenção de novas e mais poderosas máquinas que impulsionaram a industrialização, ao mesmo tempo em que incorporaram novos riscos e tornaram os acidentes de trabalho mais graves e mais numerosos. Mesmo assim, pouco se falava em saúde ocupacional, (Fudoli *et al.*, 2013).

Ansell & Wharton (1992), afirmam que o risco é uma característica inevitável da existência humana. Nem o homem, nem as organizações e a sociedade às quais ele pertence podem evitar permanentemente a ocorrência de actividades e situações perigosas que originam os riscos.

Com a posterior evolução industrial proporcionada pelo desenvolvimento tecnológico e o domínio sobre forças cada vez mais amplas, possibilitando a construção de variadas e

complexas máquinas, surgiram novos riscos e acidentes graves para a classe laboral como: engrenagens perigosas, produtos químicos e tóxicos, ruídos, vibrações, radiações e outros; tornando-se numa ameaça ao ser humano de forma que o obrigam a agir com elevada precaução no trabalho, visto que está suscetível, a qualquer momento, de sofrer uma lesão irreparável ou até mesmo a morte. Em virtude destes acontecimentos, as pessoas e as empresas passaram progressivamente a ter maior preocupação com o elevado índice de acidentes ocorridos.

Actualmente, algumas das grandes preocupações no âmbito laboral, a nível mundial são a saúde e a protecção do trabalhador no desempenho de suas actividades. Todos os esforços são canalizados para este campo, com o intuito de reduzir o número de acidentes e à efectiva protecção do acidentado e seus dependentes, procurando evitar os acidentes que o ferem, matam, destroem equipamentos e ainda prejudicam o andamento do processo produtivo organizacional.

De acordo com (Fudoli *et al.*, 2013), actualmente, esta área evolui e muda de conceitos, tornando maior a sua abordagem. As técnicas tradicionais de análise e avaliação de segurança, baseadas em trabalhos estatísticos servem para determinar o impacto do trabalho no ser humano, através de um enfoque meramente descritivo, realçando as atitudes concretas face ao alto índice de acidentes, dá lugar a novas abordagens segundo as quais os acidentes deixam de ser eventos inevitáveis, incontrolláveis e aleatórios; cujas causas podem ser conhecidas, evitadas e controladas. O conhecimento e controlo das causas de acidentes e doenças profissionais são instrumentos de extrema importância, e torna-se imperativo buscar eficazmente não apenas a correcção, mas a prevenção dos acidentes.

Com vista ao desenvolvimento social e económico de uma nação, é imprescindível que os órgãos governamentais e privados vejam sua maior riqueza no ser humano e compreendam que investir na segurança e saúde dos trabalhadores é um excelente investimento para o alcance dos resultados.

3.2. Segurança e Saúde do Trabalho no Âmbito da Revolução Industrial na Europa e nos Estados Unidos

Fudoli *et al.* (2013), na sua abordagem salienta que, o aparecimento da primeira máquina de fiar, no contexto da Revolução Industrial Inglesa entre 1760 e 1830 mudou profundamente toda a história humana. A invenção das máquinas que fiavam em ritmo

muito superior ao mais hábil engenho, a improvisação das fábricas e a mão de obra destreinada, constituída principalmente por mulheres e crianças, deu origem a problemas ocupacionais extremamente sérios. Os acidentes e doenças resultantes do trabalho passaram a ser numerosos, quer pelo perigo inerente às próprias máquinas, assim como pela falta de treinamento para sua operação, por longas jornadas de trabalho, pelo ruído das máquinas ou pelas más condições e ambiente de trabalho. Com a criação e abertura de novas fábricas, iniciavam-se novas actividades industriais, o número de doenças e acidentes de ordem ocupacional foi aumentando.

Perante as circunstâncias apresentadas e a pressão da opinião pública, criou-se no Parlamento Britânico uma comissão de inquérito para tratar da situação. Em 1802, conseguiu-se a aprovação da primeira lei de protecção aos trabalhadores, a "*Lei de Saúde e Moral dos Aprendizes*", que instaurava uma jornada de doze horas de trabalho, proibia trabalho nocturno, obrigava os empregadores a lavarem as paredes das fábricas duas vezes por ano e tornava obrigatório o arejamento do ambiente através da ventilação. Esta lei foi seguida de diversas outras complementares mas mesmo assim, uma parte mínima dos problemas foram resolvidos, pois a legislação tornou-se pouco eficiente em consequência da forte oposição dos empregadores.

Por volta de 1830, os proprietários de indústrias inglesas, insatisfeitos com as condições de trabalho a que os seus trabalhadores estavam submetidos, solicitou o médico inglês Robert Baker, que mais tarde foi nomeado pelo parlamento britânico como Inspector Médico de Fábrica, para auxiliá-los quanto à melhor forma de proteger a saúde de seus operários. Baker, conhecedor da obra do Ramazzini e estando há bastante tempo estudando o problema de saúde dos trabalhadores, aconselhou-os a contratar médicos para visitar diariamente os locais e estudar o impacto do trabalho sobre a saúde dos operários, que deveriam ser afastados de suas actividades quando se verificasse que estas estivessem prejudicando-lhes a saúde ou tivessem o potencial para o efeito. Assim deu-se origem ao surgimento do primeiro serviço médico industrial em todo o mundo, (Fudoli *et al.*, 2013).

E o trabalho de Baker teve o seu fim em 1831 com um relatório da Comissão Parlamentar de Inquérito, sob a chefia de Michael Saddler, que terminava com a seguinte afirmação:

“Diante desta comissão desfilou longa procissão de trabalhadores - homens e mulheres, meninos e meninas. Abobalhados, doentes, deformados, degradados na sua qualidade humana, cada um deles era clara evidência de uma vida arruinada, um quadro vivo da crueldade do homem para

com o homem, uma impiedosa condenação daqueles legisladores, que quando em suas mãos detinham poder imenso, abandonaram os fracos à capacidade dos fortes. (Morgado, 2012)”.

Com o impacto deste relatório sobre a opinião pública, em 1833 foi criado o "*Factory Act, 1833*", a Lei das Fábricas, a primeira legislação adequada à protecção do trabalhador e com a pressão da opinião pública, levou os proprietários industriais britânicos a seguirem as orientações de Baker. No mesmo ano, a Alemanha aprovava a Lei Operária. Deste modo, fizeram-se os primeiros esforços no mundo industrial, para o reconhecimento e respeito da necessidade de protecção da classe operária.

Em 1842, na Escócia, surgiram contratações de médicos trabalhistas, cujas obrigações iam desde a realização dos exames admissionais e periódicos até a orientação para a prevenção de doenças ocupacionais como não ocupacionais. Deste modo, passaram a existir as funções específicas de médicos em diversas fábricas.

No campo do elevado desenvolvimento industrial da Grã-Bretanha, várias medidas e normas passaram a ser estabelecidas de modo a preservar a segurança e a saúde do trabalhador. Com a expansão da Revolução Industrial em diversos outros países da Europa, houve o aparecimento progressivo dos serviços médicos nas indústrias, sendo que, em alguns países, como na Grã-Bretanha do Reino Unido sua existência passou de voluntária a obrigatória.

Apesar do elevado índice de industrialização observado nos Estados Unidos à partir da metade do século XIX, os serviços médicos e os problemas de saúde dos trabalhadores não tiveram uma especial abordagem até o início do século XX, quando surgiram os médicos nas indústrias. Onde o principal objectivo dos empregadores era reduzir os custos com os de reparos e compensações, sendo que, por volta de 1950, houve uma ampliação de programas neste âmbito. E que os serviços médicos passaram a existir não apenas nas indústrias cujo risco ocupacional fosse elevado, mas também naquelas com baixo risco. Porém, excelentes resultados foram obtidos neste país, passando os serviços médicos industriais a serem voluntariamente instalados nas indústrias, (Fudoli *et al.*, 2013).

Em 1954, foram instaurados pelo *Council of Industrial Health* da *American Medical Association* e revistos em 1960 pelo *Council on Occupational Health* da mesma organização os princípios básicos para orientar o funcionamento dos serviços médicos das fábricas.

A pressão da opinião pública e os movimentos ao nível mundial em relação à segurança e saúde do trabalhador suscitou um elevado interesse à Organização Internacional do Trabalho (OIT) e à Organização Mundial da Saúde (OMS). Contudo, em 1950, a Comissão conjunta OIT-OMS sobre Saúde Ocupacional, estudou e estabeleceu de forma abrangente os objectivos da segurança e saúde ocupacional. Na época, este tema foi assunto de várias Conferências Internacionais do Trabalho, onde, em Junho de 1953, o órgão adoptou alguns princípios, elaborando a Recomendação 97 sobre a Protecção à Saúde dos Trabalhadores em Locais de Trabalho. Em Junho de 1959, a mesma comissão estabeleceu a Recomendação 112 com o nome "Recomendação para os Serviços de Saúde Ocupacional, 1959".

A OIT considera o serviço de saúde ocupacional como um serviço médico instalado e operacionalizado no local de trabalho, com os objectivos de:

- Proteger os trabalhadores contra qualquer risco à saúde que possa surgir no trabalho, dos meios e/ou condições em que este é realizado;
- Contribuir para o ajustamento físico e mental do trabalhador, obtido especialmente pela adaptação do trabalho aos trabalhadores e pela alocação em actividades profissionais para as quais tenham formação e competências;
- Contribuir para o estabelecimento, manutenção e controlo do mais alto grau possível de bem-estar físico, psicológico e social dos trabalhadores.

3.3. Principais conceitos

a) Segurança e Saúde no Trabalho (SST)

São condições e factores que afectam, ou podem afectar, o bem-estar dos funcionários, trabalhadores temporários, subcontratados, visitantes e qualquer outra pessoa que se encontre no local de trabalho, (Martins, 2006). A Saúde, Higiene e Segurança no trabalho é uma disciplina que visa manter a integridade física e mental dos trabalhadores, prevenindo os acidentes de trabalho e as doenças profissionais. Em suma, o objectivo da segurança é a identificação e controlo (eliminar/minimizar) dos riscos associados ao local de trabalho e ao processo de produção, equanto que a saúde visa controlar o equilíbrio bio-psico-sociológico dos trabalhadores, através do acompanhamento médico e do controlo dos elementos físicos e mentais que possam afectar a saúde em geral.

b) Plano de Segurança e Saúde (PSS)

Segundo (Amorim, 2001) o PSS é o documento que reúne todas as informações e indicações relevantes na matéria de segurança e saúde que se mostrem necessárias para prevenir os riscos de acidentes de trabalho e para a protecção da saúde dos trabalhadores no decurso da actividade laboral.

O Plano de Segurança e Saúde (PSS) tem como objectivo estabelecer os pontos de incidência para a gestão da segurança e saúde dos trabalhos existentes, de acordo com a especificidade da mesma, de forma a garantir as condições de segurança e saúde exigidas na execução dos trabalhos, aumentando a eficiência da produção. Tendo em conta a legislação vigente, e nunca deverão substituir Normas e prescrições mais exigentes. Deve, por isso, existir uma Política de Segurança e Saúde Ocupacional, definida e aprovada pela gestão de topo da organização, que estabeleça claramente os objectivos globais da segurança e saúde e o comprometimento para o melhoramento do desempenho do SGSST. Martins (2006), afirma que é necessário estabelecer e fixar uma cultura positiva de segurança e saúde no trabalho, que promova o envolvimento de todos colaboradores nos compromissos assumidos nesta área.

Ainda de acordo com a (OHSAS 18001:2007/NP 4397:2008), A alta administração, é responsável pela definição da Política de Segurança e Saúde da organização, bem como pela sua difusão interna, externa e garantia do seu cumprimento. E a política deve:

- Ser adequada à natureza de todos os trabalhos a serem levados a cabo e à escala dos riscos para SST da organização;
- Comprometer-se para melhoria contínua;
- Incluir um compromisso para, no mínimo, cumprir a legislação aplicável sobre SST e outros requisitos que a organização subscreva;
- Ser documentada, aplicada e actualizada;
- Ser difundida a todos trabalhadores com vista à conscientizá-los das suas obrigações e responsabilidades individuais em materia de SST;
- Estar disponível para as partes interessadas; e
- Ser periodicamente revista para garantir que continua a ser relevante e adequada para a organização.

3.3.1. Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho

Percebe-se como o subconjunto do processo de gestão da organização que gere os riscos ocupacionais da sua actividade. O sistema inclui a estrutura organizativa, o planeamento das actividades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, objectivar, rever e manter a Política de Segurança e Saúde no Trabalho da organização. Em suma, trata-se dum subsistema, da gestão global da organização, que possibilita a gestão dos riscos ocupacionais relacionados com a actividade da organização, (OHSAS 18001, 2007/NP 4397, 2008).



Figura 4: Modelo de Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, adaptado (OHSAS 18001: 2007, NP 4397:2008).

3.3.2. Parâmetros a ter em conta no âmbito da Segurança e Saúde no Trabalho

Nos últimos tempos, as organizações passaram a ser cada vez mais cobradas socialmente quanto aos impactes relacionados às suas actividades, os itens relacionados à segurança industrial passaram a se tornar obrigatórios, particularmente no que tange à saúde ocupacional e questões ambientais, tornando-se de grande importância a gestão de riscos a eles associados em várias fases do processo de produção da organização, (Heleodoro, 2011).

A análise de riscos e o estabelecimento de programas de gestão de riscos nas indústrias tornaram-se ferramentas indispensáveis para prevenção de acidentes e doenças profissionais, fazendo com que muitas organizações passassem a adoptar uma postura proactiva, através da gestão de seu risco industrial, Seiffert (2008). Segundo Benite (2004) *apud* Seiffert (2008) é impossível que um acidente ocorra sem a presença de um perigo,

deste modo as empresas são obrigadas a buscar o conhecimento geral dos perigos e riscos existentes em seus ambientes de trabalho, estabelecendo uma sistemática gestão activa, permitindo a criação de um inventário dos perigos existentes e contemplando a avaliação dos riscos envolvidos em todas as fases do processo. Silva (2004) *apud* Seiffert (2008) considera que a noção de risco está ligada à idéia de ameaça, onde um evento indesejável e com potencial para gerar danos venha a se desencadear com determinada probabilidade, quanto ao perigo, ele é a ameaça em si, ainda não mensurável e não totalmente evidente, onde a ameaça não tem uma probabilidade definida, porém sabe-se que ela existe.

A Norma (OHSAS 18001:2007/NP 4397:2008) apresenta alguns conceitos no âmbito da Segurança e Saúde no Trabalho:

a) Risco

O termo “risco” é definido como sendo a “combinação entre a probabilidade e a consequência de ocorrer um evento perigoso”. Assim, o termo “risco” torna-se um adjectivo que caracteriza os perigos, ou seja, um perigo pode ter um risco alto ou baixo.

$$\text{Risco} = \text{Frequência} * \text{Gravidade} \quad (1)$$

b) Perigo

O “perigo” é a fonte ou situação com potencial de provocar lesões pessoais, problemas de saúde, danos à propriedade, ao ambiente, ou uma combinação desses factores. Assim é possível identificar que o conceito de perigo é igual à soma dos actos inseguros, condições inseguras e factores pessoais.

c) Identificação de perigos

Processo que permite reconhecer a existência dos perigos e definir as suas características.

d) Avaliação de riscos

A avaliação do risco é definida como o processo de estimativa da amplitude do risco, relacionado com determinado evento, tendo em consideração a adequação de quaisquer contolo já existentes e de decisão sobre ele, se é ou não aceitável. Segundo Batalha (2012), a avaliação de riscos tem como objectivo colocar em prática de uma maneira eficaz as medidas essenciais para a protecção da segurança e saúde dos trabalhadores. E para uma

correcta avaliação deve-se ter em consideração os factores sociais, económicos e ambientais.

e) Análise de risco

É o conjunto de procedimentos que envolvem a identificação de perigos, a avaliação e o controlo de riscos.

f) Prevenção

É o conjunto de políticas e programas, disposições e medidas tomadas nas fases de licenciamento e de exploração da actividade da empresa, estabelecimento ou serviço que visam eliminar, ou diminuir, os riscos profissionais a que os trabalhadores estão potencialmente expostos, (Freitas & Cordeiro, 2013).

g) Acidente de Trabalho

Evento inesperado e indesejável que se verifique no local e no tempo de trabalho e que produza directa ou indirectamente lesão corporal, perturbação funcional ou doença de que resulte redução na capacidade de trabalho ou a morte. Freitas & Cordeiro (2013), também consideram acidente de trabalho como o ocorrido:

- No trajecto, normalmente utilizado e durante o período ininterrupto habitualmente gasto, de ida e de regresso entre:
 - a) O local de residência e o local de trabalho;
 - b) O local de trabalho e o de refeição;
 - c) O local onde, por determinação da entidade empregadora, o trabalhador presta qualquer serviço relacionado com o seu trabalho e as instalações que constituem o seu local de trabalho habitual;
 - d) Quando o trajecto normal tenha sofrido interrupções ou desvios determinados pela satisfação de necessidades atendíveis do trabalhador, bem como por motivo de força maior;
 - e) No local de trabalho, quando no exercício do direito de reunião ou de actividade de representação dos trabalhadores;
- Fora do local ou tempo de trabalho, na execução de serviços determinados ou consentidos pela entidade empregadora;

- Na execução de serviços espontaneamente prestados e de que possa resultar proveito económico para a entidade empregadora;
- No local de trabalho, quando em frequência de curso de formação profissional ou, fora, quando exista autorização da entidade empregadora.

3.4. Processo de Gestão do Risco

Segundo Farber (1991) a gestão de riscos é o processo de identificação, avaliação e controlo de riscos. Portanto, define-se “gestão de riscos” como a criação e a implementação de medidas, regras e procedimentos, técnicos e administrativos, cujo objectivo revê-se na prevenção, controlo e redução dos riscos. Para Barbosa Filho (2001) a busca do objectivo geral de integridade, segurança e saúde, estão relacionadas ao papel de cada um dos colaboradores dentro da organização. Assim sendo, a participação, conscientização e criação de hábitos na matéria de SST, na política organizacional da empresa são fundamentais para o propósito de gestão de riscos. Com vista à minimização de ocorrências de perdas, torna-se necessário uma boa estruturação do plano de gestão de riscos, bem como uma melhor qualificação e aptidão das pessoas da organização.

Farber (1991), ressalta que a redução do risco está relacionada à frequência de ocorrência dos possíveis eventos indesejados e dos danos causados por estes eventos, desta forma a redução dos riscos em uma actividade perigosa pode ser conseguida por meio de implementação de medidas que reduzam as frequências de ocorrência dos acidentes.

O gestor deve ser o mentor no processo da identificação dos riscos, análise e avaliação com o intuito de propôr meios e medidas de tratamento para a prevenção, protecção e controlo. Barbosa Filho (2001)

O maior objectivo da gestão de risco consiste em minimizar a probabilidade de um perigo vir a dar origem a uma situação indesejável e garantir a redução das consequências (humanas, materiais, de imagem, e outras), resultantes da ocorrência de um acidente. De acordo com a Figura 5, para uma gestão eficaz dos riscos existem três fases principais a ter em consideração:

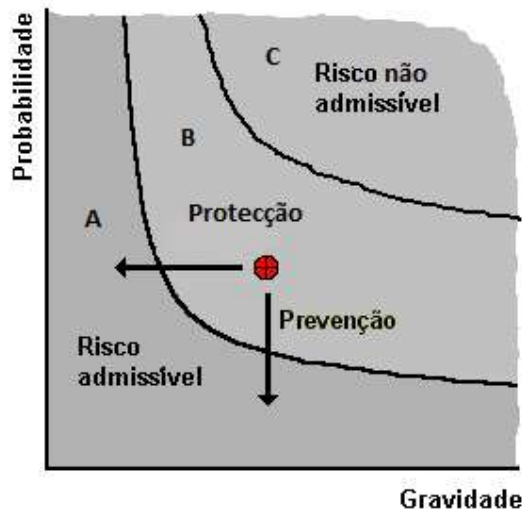


Figura 5: Gestão de Riscos, Adaptado (Ferreira, 2008).

O processo de gestão do risco pode ser representado graficamente, tendo a Probabilidade da ocorrência dos eventos no eixo y e a Gravidade no eixo x, conforme ilustra a Figura 5. Nela observa-se três Zonas, a Zona A onde a probabilidade e a gravidade da ocorrência de eventos indesejados é bastante reduzida e o risco é assumido pela organização, sendo considerado (risco admissível), na Zona B é possível actuar através de medidas de prevenção e protecção para reduzir a probabilidade e a gravidade, de modo que este possa ser tolerado. Na Zona C, o risco é suficientemente elevado para não ser assumido (risco não admissível).

4. APRESENTAÇÃO DO CASO EM ESTUDO

De acordo com o capítulo 10 (Plano de Segurança e Saúde) do Estudo Definitivo de Viabilidade (2012), da empresa NEML é possível identificar várias abordagens relacionadas com a segurança e saúde que esta se predispõe a estabelecer e implementar dentro do projecto do grupo. Assim sendo, apresentam-se neste capítulo as principais linhas de orientação do plano:

4.1. Introdução

O planeamento de gestão da segurança e saúde na Ncondezi apresenta uma abordagem sistemática e estruturada para a prevenção e controlo dos perigos para a segurança e a saúde. Deste modo, serão identificados os perigos de segurança e saúde comunitária e de trabalho, com base numa análise dos perigos e riscos. Esta abordagem foi adoptada pelo grupo na fase de prospecção e exploração e será alargada conforme o desenvolvimento do projecto durante o ciclo completo de exploração mineira prevista.

O plano de segurança e saúde da Ncondezi foi concebido para assegurar o cumprimento (sempre que aplicável) dos seguintes requisitos estatutários:

- A Lei de Minas de Moçambique;
- O Decreto do Conselho de Ministros Nº 61/2006 de Dezembro 2006;
- As Normas de segurança e saúde da OIT (Organização Internacional do Trabalho);
- Os requisitos corporativos da Ncondezi Energy Moçambique, Limitada; e
- As Normas de Indústria e das Boas Práticas Internacionais.

Estabelecendo um ambiente de trabalho seguro e saudável, tendo em conta os riscos inerentes de cada sector em particular e definindo as classes de risco específicas nas áreas de trabalho, que incluem perigos físicos, químicos, biológicos e radiológicos e perigos específicos para as mulheres, a NEML irá tomar medidas de prevenção de acidentes, ferimentos e doenças que sucedam durante a execução do trabalho, através da minimização das causas dos perigos, dentro do exequível, de uma forma consistente.

A NEML irá abordar as seguintes áreas:

1. Identificação de potenciais riscos para os trabalhadores, em particular aqueles que ponham a vida dos trabalhadores em causa;
2. Criação de medidas preventivas e de protecção, incluindo a modificação, substituição e eliminação de condições ou substâncias perigosas.

3. Formação dos trabalhadores;
4. Registo e relato de acidentes de trabalho, doenças e incidentes; e
5. Prevenção de emergências, prontidão e medidas de reacção.

4.2. Estratégia de Segurança e Saúde no Trabalho

Para a empresa será necessário que a definição de uma estratégia eficaz da gestão da segurança e saúde para o Projecto Ncondezi cumpra os seguintes critérios:

1. Evitar as consequências humanas, políticas e económicas derivadas da aplicação insatisfatória de normas de segurança e saúde;
2. Cumprir as leis e regulamentos de Moçambique;
3. Controlar os riscos;
4. Cumprir as normas de segurança e saúde adicionais que possam ser identificadas como relevantes para o Projecto; e
5. Motivar os intervenientes de forma a encararem a segurança e saúde no trabalho de uma forma positiva e pró-activa.

A estratégia destina-se à gestão de riscos, isto é, à identificação e eliminação de riscos de forma sistemática. Reconhece-se que este tipo de abordagem contribui para o desempenho do negócio, salvaguardando os recursos físicos e humanos de forma rentável e reduzindo, consequentemente as perdas.

O grupo entende que a gestão eficaz dos riscos durante a vigência do empreendimento é essencial, e que o processo de gestão de segurança e saúde no trabalho comece o mais cedo possível na implantação e que incluíra todas as fases do projecto. O controlo dos riscos de segurança e saúde no trabalho continuaria então a ter um papel preponderante durante toda a criação e comissionamento do projecto. Os elementos principais que levariam à gestão bem sucedida da segurança e saúde durante a vigência do projecto são os seguintes:

- Política;
- Organização;
- Planeamento e implementação;
- Avaliação do desempenho;
- Análise do desempenho;
- Auditorias.

4.3. Política de Segurança e Saúde

Será implementado um sistema para melhorar continuamente todos os aspectos do seu desempenho, como a utilização eficiente dos recursos naturais e ambiciona não ser responsável por qualquer tipo de prejuízo para as pessoas ou o meio ambiente. De forma a assegurar que todos voltem para as suas famílias em boas condições físicas e de saúde, no fim de cada dia de trabalho.

No decurso da implementação desta política, o Grupo Ncondezi está empenhado em:

1. Cumprir os requisitos legais e regulamentares relevantes aplicáveis, enquanto se esforça por atingir os níveis das normas das boas práticas internacionais.
2. Minimizar os riscos de danos aos empregados, através da identificação, análise e gestão dos riscos associados ao envolvimento com os empregados, contratantes e as comunidades nas envolventes do projecto;
3. Desenvolver procedimentos e directrizes eficazes de Segurança e Saúde no Trabalho;
4. Assegurar que todos os incidentes/acidentes são identificados, registados e investigados;
5. Fornecer os recursos adequados para os programas de Segurança e Saúde de forma a atingir as metas estabelecidas;
6. Educar, formar e desenvolver os nossos empregados para assegurar que são capazes de aplicar as suas competências específicas de forma a garantir um ambiente de trabalho saudável e seguro;
7. Assegurar a tempo inteiro que os contratantes e visitantes estão cientes dos aspectos ambientais, sociais, da segurança e saúde nas actividades;
8. Estabelecer e rever metas e objectivos com regularidade, de forma a obter um desempenho melhorado referente à Segurança e Saúde.

4.4. Filosofia de Segura e Saúde Ocupacional e Comunitária

Uma demonstração do entendimento dos princípios orientadores relativos à Segurança e Saúde Ocupacional da empresa, está descrita na seguinte declaração:

“Na Ncondezi Coal Company percebemos que os nossos empregados são o nosso recurso mais valioso e todos os esforços serão feitos para garantir a sua segurança. É fundamental para o nosso sucesso a criação de um local de trabalho que proteja a Segurança e saúde de todos os

nossos Empregados, Contratantes e Visitantes e como tal, isso está enraizado nos nossos Valores Corporativos.” NEML (2012).

Os Princípios Orientadores que fundamentam esta filosofia são:

1. Todos os acidentes são evitáveis, através da minimização dos riscos no local de trabalho e da protecção das áreas de exposição.
2. É esperado que a direcção e os empregados assumam as suas responsabilidades, de forma a garantir a segurança dos seus colegas, dos contratantes e visitantes.
3. O cumprimento das normas de segurança é uma condição de emprego.
4. A competência atinge-se através da formação contínua dos empregados.
5. O reconhecimento do cumprimento, a todos os níveis, dos objectivos de segurança, promove uma atitude melhorada com respeito à manutenção de um ambiente de trabalho seguro e saudável.

A filosofia subjacente para a NEML é a de que todos os empregados e contratantes do local da mina da Ncondezi voltem para casa saudáveis, e que o equipamento e ambiente se mantenham livres de danos. O atingir deste objectivo baseia-se na implementação bem sucedida do Plano e Sistema da Gestão de Segurança e na gestão e monitorização do sistema de desempenho.

No que concerne à filosofia da segurança e saúde comunitária, é reconhecido que as actividades, equipamento e infraestruturas do projecto têm o potencial para aumentar a exposição da comunidade a riscos e impactos. Assim sendo, esta irá procurar cumprir os requisitos das Normas, no que respeita a Segurança e Saúde Comunitária. Reconhecendo o papel das autoridades públicas na promoção da segurança e saúde das populações. Relativamente ao pressuposto, os princípios orientadores que serão seguidos são:

- Prever e evitar os efeitos adversos - sobre a segurança e saúde das comunidades afectadas durante a vigência do projecto - derivados de circunstâncias rotineiras e não rotineiras.
- De forma a assegurar isto, a salvaguarda de pessoal e propriedade é efectuada de acordo com os princípios dos direitos humanos e de uma forma que evita e minimiza os riscos para as comunidades afectadas.

4.5. Plano de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional

O objectivo principal da NEML é de conduzir todas as actividades na mina de Ncondezi de acordo com os requisitos legislativos e o Plano de Gestão da Segurança e Saúde (PGSS). O essencial neste objectivo principal é o compromisso de educar todos os empregados, contratantes e visitantes sobre as suas responsabilidades e obrigações. Espera-se que através da formação e envolvimento se obtenham os seguintes resultados na implementação do PGSS:

1. Uma abordagem planeada e consistente, com base na identificação de perigos e gestão de riscos;
2. Locais e disposições de áreas de trabalho melhoradas;
3. Equipamentos escolhidos de acordo com as necessidades do projecto e mantidos de forma a funcionarem eficazmente.
4. Empregados e contratantes formados para trabalhar de forma segura e competente para efectuar as suas obrigações de segurança e saúde.
5. Procedimentos claramente definidos e práticas laborais positivamente reforçadas através da supervisão;
6. Comunicação e envolvimento aberto no que respeita ao cumprimento das normas de segurança e saúde do projecto; e
7. Instrumentos de reacção de emergência eficazes para lidar com acontecimentos ou incidentes inesperados.

O PGSS e um Estudo de Identificação de Perigos estarão concluídos durante a fase de projecto de execução, de forma a analisar os perigos criados durante a criação e funcionamento do projecto. O PGSS será implementado no arranque da produção, devendo incluir a nomeação de pessoal, a definição de procedimentos de emergência, a organização de programas de formação e a afinação geral do esboço do PGSS.

4.6. Plano de Gestão de Segurança e Saúde Comunitária

Estará previsto um Plano de Acção de Segurança e Saúde Comunitário como parte integrante do Sistema de Gestão Ambiental e Social (SGAS) do Projecto. Este plano de acção será da responsabilidade do Gabinete Comunitário e será definido de acordo com as Normas Nacionais.

O plano de acção será definido em conjunto com o Grupo de Trabalho de Saúde, Ambiente, Segurança e Comunitário. Durante a definição deste plano de trabalho, o

Projecto irá estabelecer critérios para a gestão dos riscos de segurança principais, referidos a seguir:

a) Segurança de Infra-estruturas e Equipamentos

Nos locais onde as infra-estruturas ou equipamento da mina se encontrarem próximos ou em locais de fácil acesso das comunidades locais, deverão ser tomadas as medidas adequadas para prevenir quaisquer ferimentos ou acidentes a membros da comunidade.

b) Segurança de Manuseamento de Materiais, Transporte, Armazenamento e Eliminação de Resíduos.

O armazenamento, gestão e eliminação de resíduos serão efectuados de forma a evitar a contaminação dos recursos comunitários e a exposição da comunidade a materiais tóxicos e perigos físicos.

c) Segurança de Trânsito e Transporte

Onde venham a ser construídas vias de transporte no âmbito do Projecto, serão tomadas medidas para assegurar a circulação do trânsito local comunitário e pedestre. Serão adoptadas medidas equivalentes onde se utilizarem estradas públicas durante todas as fases de vida da mina.

Dependendo da localização da exploração e da natureza das actividades de construção a serem empreendidas, existem uma série de considerações relativas à gestão de trânsito que poderão precisar ser identificadas e contempladas futuramente.

d) Segurança Ferroviária

Na construção de ferrovias no âmbito do Projecto, serão tomadas medidas para garantir a segurança comunitária no que respeita a:

- Segurança operacional geral;
- Passagens de nível; e
- Segurança pedestre.

e) Segurança relativa ao Desmonte

Serão definidos planos e mecanismos de gestão para assegurar que as comunidades locais não serão afectadas por qualquer tipo de desmonte, no que respeita ao seguinte:

- Vibrações sobre estruturas e pessoas;
- A projecção de rochas;

- A exposição a poeiras e gases;
- A contaminação de água devido aos explosivos.

f) Ocorrências Não-Rotineiras/de Emergência

No Projecto serão definidos mecanismos para evitar que a comunidade seja exposta aos riscos inerentes a ocorrências não rotineiras ou de emergência.

g) Transmissão de Doenças Contagiosas

Serão definidas no Projecto, medidas para reduzir as incidências e a transmissão de doenças contagiosas causadas pelo afluxo de trabalhadores migrantes e outros trabalhadores no local.

h) Saneamento Comunitário

Com a geração dos esgotos e águas residuais no âmbito do Projecto, serão tomadas medidas para assegurar a saúde do pessoal envolvido e a comunidade, no que respeita a:

1. Recolha e eliminação eficaz de resíduos;
2. Prevenção da exposição da comunidade aos resíduos;
3. Prevenção de doenças;
4. Prevenção de invasão de propriedade.

4.7. Atribuição de Responsabilidades de Segurança e Saúde Ocupacional

4.7.1. Responsabilidades Essenciais do Dono do Projecto

A responsabilidade organizacional para atingir os objectivos de saúde, segurança, ambientais e comunitários está sob jurisdição do conselho da Ncondezi. No entanto, esta responsabilidade é delegada sucessivamente aos directores de projecto e de campo e aos empregados em geral. A todo o pessoal é exigido que funcionem em constante comunicação uns com os outros, dentro do âmbito completo da sua autoridade e que identifiquem, analisem e controlem proactivamente os riscos associados às actividades do trabalho de campo.

A gestão do Projecto será responsável pela definição dos planos específicos de saúde, segurança, ambiente e comunitário de acordo com as políticas, princípios e práticas da NEML.

O Director da Empresa no País, através do seu Director de Operações, será o principal responsável pela implementação dos requisitos de segurança e saúde no local da mina

Ncondezi. Deve assegurar que são disponibilizados recursos necessários e suficientes no local da exploração, para garantir uma gestão de segurança bem sucedida no local.

Enquanto as tarefas e responsabilidades de outros directores e supervisores se encontram definidas no Plano de Segurança e Saúde, o envolvimento individual na gestão executiva de segurança e saúde baseia-se no princípio de responsabilidade executiva de segurança e saúde partilhada entre empregador/empregado. O envolvimento individual é fomentado e encorajado através das seguintes acções:

1. A comunicação aberta e honesta a todos os níveis da organização;
2. A criação de comissões executivas de segurança e saúde nos locais de trabalho;
3. A participação em palestras de iniciação, de supervisão e outras reuniões executivas de segurança e saúde;
4. Participação em observação de trabalho seguro;
5. Cumprimento dos requisitos ao abrigo das leis e regulamentos locais relevantes;
6. Atenção e respeito pelos requisitos de segurança e saúde dos próprios e dos colegas no local de trabalho;
7. Assegurar que as salvaguardas e a gestão de riscos e controlo estão implementadas e são eficazes;
8. Agir prontamente e de forma eficaz de forma a controlar quaisquer incidentes que possam ter um impacto nas pessoas e/ou equipamentos;
9. Encorajar práticas seguras de trabalho, através do cumprimento dos controlos e procedimentos especificados nos Procedimentos Operacionais Padrão;
10. Abordar de forma precavida todas as actividades que possam ter um potencial impacto sobre o pessoal, propriedade e/ou equipamentos;
11. A identificação, controlo e informação de todos os incidentes reais e potenciais contra a segurança;
12. Participação no funcionamento do Plano de Gestão de Segurança, através das seguintes actividades: Reuniões de Segurança pré-turno, inspecções do local de trabalho e equipamentos, identificação de perigos, análise de riscos/auditorias de segurança, comissões de segurança e saúde, investigação de incidentes e acidentes, concepção e aplicação de procedimentos operacionais padrão, avaliação e formação, treino e simulações de primeiros socorros em minas.

4.7.2. Responsabilidades Essenciais dos Contratantes

Será esperado dos contratantes nomeados para trabalhar no Projecto que cumpram as normas da NEML e que demonstrem competências satisfatórias com respeito às seguintes disciplinas essenciais:

Critério essencial 1: Organização de política de segurança e saúde

Critério essencial 2: Acordos de política de segurança e saúde

Critério essencial 3: Conselhos competentes de segurança e saúde

Critério essencial 4: Formação e informação sobre segurança e saúde

Critério essencial 5: Competências e qualificações individuais

Critério essencial 6: Monitorização, auditoria e revisão de segurança e saúde

Critério essencial 7: Envolvimento da força de trabalho e provisão de assistência social

Critério essencial 8: Acções de aplicação e relato de acidentes

Critério essencial 9: Procedimentos de consultoria/subcontratantes

Critério essencial 10: Eliminação de perigos e controlo de riscos

Critério essencial 11: Análise de riscos que resulte num sistema de trabalho mais seguro

Critério essencial 12: Cooperação com outros e coordenação do trabalho com outros contratantes.

4.8. Gestão de Riscos de Segurança e Saúde Ocupacional

A responsabilidade sobre a identificação, análise e avaliação de perigos e riscos está entregue a todos os níveis de direcção e aos empregados, de forma geral.

A filosofia de gestão de riscos baseia-se no princípio de reduzir o risco a um nível que seja "tão baixo quanto razoavelmente possível" (*ALARP - As Low As Reasonably Practicable*) e é determinado por comparação com os seguintes indicadores, e tendo em consideração o mesmo:

1. Requisitos estatutários;
2. Especificações de projecto;

3. Normas reconhecidas;
4. Boas práticas da indústria;
5. Conhecimentos (lições aprendidas);
6. Códigos de práticas.

A gestão do projecto adoptará uma abordagem de ciclo de vida. Esta abordagem estruturada identifica, analisa e gere as áreas de risco ou perigo. Para, além disso, podem ser utilizadas outras avaliações de risco específicas para analisar certas áreas de risco ou perigo.

A NEML tem o compromisso de atingir o mais elevado nível de identificação de riscos e perigos possível. Em linha com este compromisso, esta irá esforçar-se para ultrapassar as normas mínimas exigidas pela legislação local, normas e códigos de práticas. De acordo com este compromisso, a NEML irá avaliar actividades, tais como a análise de risco de construção, manuseamento, ruído, segurança da central, estudos de montagem, trabalhos em altura e entradas em espaços confinados.

Esta também irá efectuar auditorias regulares aos locais de trabalho existentes, com vista a identificar perigos, avaliar riscos e fomentar medidas de controlo apropriadas. A monitorização e revisão constante destes procedimentos mantêm o processo a funcionar de forma eficaz, os riscos geridos e as medidas de controlo implementadas.

É necessário a adopção de uma série de processos formais, consoante o andamento do projecto para identificar perigos e gerir riscos. Estes processos encontram-se definidos no Esboço do Plano de Gestão da Segurança e Saúde, do NEML (2012).

4.9. Normas e Procedimentos de Segurança e Saúde Ocupacional

A empresa definiu POPs (Procedimentos Operacionais Padrão) e Regras de Segurança e Saúde que são apropriados às fases das operações mineiras. É esperado que estes sejam alargados para se adequarem aos requisitos do projecto, consoante o seu desenvolvimento ao longo da vida útil.

4.10. Competências e Formação

A NEML irá assegurar que o pessoal contratado tem a experiência e formação adequadas aos seus postos. Onde necessário, esta irá formalmente iniciar um programa de formação para trabalhadores individuais de forma a estabelecer as competências e habilidades necessárias para cumprir ou ultrapassar os níveis elevados do SGSST da NEML.

4.11. Equipa de Resposta à Emergências

No que diz respeito às equipas de resposta à emergências na NEML será constituída por um paramédico de suporte avançado de vida e socorristas treinados. Serão seleccionados e receberão formação sobre as técnicas de resgate, recuperação e resposta, membros adicionais para a equipa de resposta à emergências, conforme a necessidade surgir e de acordo com as fases operacionais do projecto.

A formação continua é considerada essencial e será investido tempo e disponibilizados recursos para assegurar a prontidão a qualquer altura.

4.12. Gestão de Contratantes

Todas as pessoas que não sejam funcionários da empresa, mas que trabalham nas suas instalações deverão cumprir:

1. As regras de segurança estatutárias e da empresa, bem como as instruções dadas por pessoas a aplicar às políticas de segurança da Ncondezi;
2. Disponibilizar avaliações de risco e sistemas de trabalho seguro apropriados;
3. Não iniciar trabalhos nas instalações, sem antes ler e compreender as regras de segurança relevantes;
4. Não trabalhar nas instalações sem ter um seguro contra riscos adequado;
5. Disponibilizar a supervisão adequada, de forma a assegurar que todos os empregados cumprem as políticas de segurança e sistemas de trabalho seguro da empresa.
6. Não executar trabalhos para os quais não estão habilitados ou não têm a experiência necessária; e
7. Assegurar que todo o equipamento levado e usado nas instalações da empresa é apropriado, está bem mantido e é sujeito a testes e inspecções estatutárias, se necessário.

Com os pressupostos acima apresentados, a empresa pretende garantir a segurança e saúde dos trabalhadores, visitantes, comunidade das áreas contíguas do projecto e todas as partes envolvidas, durante o processo do aproveitamento do jazigo e actividades afins. Contudo, perante as linhas de orientação do Plano de Segurança e Saúde da empresa NEML é de salientar que esta abordagem foi adoptada pelo grupo na fase de prospecção e exploração mineira e será alargada conforme o desenvolvimento do projecto durante o ciclo completo de exploração.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DO CASO EM ESTUDO

No que concerne ao Plano de Gestão da Segurança e Saúde do projecto de carvão da Ncondezi, é de realçar que este foi concebido para assegurar o cumprimento dos requisitos da Lei de Minas e seu Regulamento, bem como a Regulamentação de Segurança Técnica e Saúde nas Actividades Geológica e Mineira, a vigorar em Moçambique. As Normas Internacionais e de Boas Práticas Industriais, serão contempladas no projecto, durante o processo de implantação e operação mineira.

A partir dos requisitos estatutários e abordagens ao longo do Plano de Segurança e Saúde proposto pela Ncondezi, é possível identificar os principais campos de acção que esta pretende levar a cabo dentro do projecto. Sendo que, este em algum momento deixa de enquadrar e não faz a menção daquilo que será o plano nas actividades subsequentes de beneficiamento e produção de energia, como parte integrante do projecto, no seu todo. Visto que nestas actividades os trabalhadores e as comunidades na envolvente do projecto encontram-se expostos a perigos e riscos diversos, no que concerne à sua segurança e saúde. Contudo, pretende-se de seguida estabelecer alguns Princípios de Boas Práticas Industriais e Normas de modo à enquadrar no Plano de Gestão da Segurança e Saúde da empresa em questão, como forma de torná-lo mais abrangente, incluindo a parte referente à exploração mineira, do processamento mineral, produção da energia a partir da central e alguns aspectos que não tenham sido abrangidos no plano. Assim sendo, estabelece-se:

5.1. Exploração Mineira e os Processos de Transformação do Minério

Existem vários riscos associados às actividades mineiras em geral, principalmente os que se associam a operação de perfuração, desmonte de rocha a frio ou com uso de explosivos, carga e transporte, assim como nas fases da transformação do minério (processamento mineral e produção de energia). Porém, torna-se necessário estabelecer algumas medidas que visam garantir a segurança e saúde dos trabalhadores no que diz respeito ao ruído, vibrações, projecção de rochas, partículas sólidas em suspensão e estabilidade do maciço remanescente. Tendo em conta que as principais medidas de prevenção e protecção são abordadas e levadas em consideração pela empresa através do Regulamento de Segurança Técnica e de Saúde nas Actividades Geológico-Mineiras em uso no país.

5.1.1. Ruído

A propagação de ondas de choque através da atmosfera gera um som desagradável (ruído) proveniente da libertação de gases a altas pressões e pela colisão e fragmentação de blocos

projectados entre si, dando origem às vibrações aerotrasportadas, conhecidas por onda aérea ou sopro, (Guerreiro, 2013). Podendo também ser gerado durante a perfuração e no funcionamento de diversos equipamentos que farão parte do circuito geral de operação do projecto.

Este fenómeno dá lugar a conflitos ao nível da saúde dos trabalhadores directamente envolvidos no processo, assim como os não envolvidos e a população na área envolvente, dando origem a alterações no sistema nervoso e traumatismos auditivos causados pelos sons irritantes e desagradáveis.

O Anexo A, do presente trabalho estabelece algumas Normas conducentes à monitorização e controlo de exposição ao ruído no local de trabalho e nas áreas envolventes donde estes são gerados.

5.1.2. Vibrações

Bernardo (2013), no contexto do desmonte, descreve a vibração como uma resposta elástica do terreno, constituído por solos e/ou rochas, durante a passagem de uma onda de tensão, gerada directa ou indirectamente numa solicitação dinâmica, de origem natural ou artificial.

Com efeito, as vibrações causam incómodos às pessoas, doenças, danos a infra-estruturas e equipamentos mais sensíveis. Para tal, um conjunto de medidas de controlo e monitorização são estabelecidas nas Normas referenciadas no Anexo A.

5.1.3. Projecção de Rochas

Entende-se como projecção de rocha, ao movimento ou deslocamento do material rochoso, normalmente em altas velocidades e a distâncias superiores que são previamente estabelecidas e desejáveis, durante a acção do desmonte, que podem originar acidentes e danos à infra-estruturas e equipamentos. O Anexo B apresenta algumas Normas que estabelecem as medidas de prevenção e monitorização para estas ocorrências.

5.1.4. Partículas Sólidas em Suspensão

Segundo Guerreiro (2013), nas pedreiras e obras de escavação, os poluentes atmosféricos que mais se destacam são as partículas sólidas em suspensão (poeiras). Nestas, as de menor diâmetro (inferior a 10 µm), são as que maior risco acarretam, por causar danos avultados à saúde. Em matéria da qualidade do ar ambiente o Anexo B faz referências às Normas e as possíveis medidas de prevenção, protecção e monitorização neste âmbito.

5.1.5. Estabilização do maciço rochoso remanescente

Este fenómeno destaca-se pela propagação radial de fracturas e a escamação periférica, tornando-se planos de fraqueza que, ao se intersectarem, podem dar origem a blocos passíveis de desmoronar, escorregar ou desabar. Estes desabamentos surgem devido às perdas de coesão do material rochoso, causadas pela circulação dos gases nas descontinuidades pré-existentes ou criadas (Bernardo, 2013).

As técnicas empregues para minimizar estes fenómenos devem ser de carácter preventivo, directamente ligadas ao uso de cargas explosivas. Com um dimensionamento racional do diagrama de fogo e a aplicação da técnica de pré-corte (*smooth blasting*) as mais adequadas para este fim. Para a monitorização, onde haja presença de instabilidades assinaláveis, estabelecem-se as seguintes medidas:

Tabela 1: Técnicas de estabilização do maciço rochoso, adaptado (CEGEO, 2000 *apud* Bernardo, 2013).

Escavação	Tipo de Instabilidade	Pregagem	Ancoragem	Redes metálicas	Betão projectado	Outras medidas
A céu aberto	Instabilidade de grandes massas	✓ (com cabos)	✓ (com cabos)	x	x	Entulha- mento
	Escorregamentos de blocos ou de zonas de alteração	✓	✓	✓	✓ (Se a área for reduzida)	x

5.2. Processamento Mineral

Para o beneficiamento do minério destaca-se o *Capítulo X, do Regulamento de Segurança Técnica e de Saúde nas Actividades Geológico-Mineiras (Decreto nº 61/2006, de 26 de Dezembro da República de Moçambique)*, que faz referência às *Instalações, Processamentos Minerais e Anexos Industriais*. Que é a parte integrante e de extrema importância do projecto em estudo. Neste capítulo, citam-se os seguintes artigos e secções relevantes:

Art. 245 (Exploração e Características das Instalações)

Art. 246 (Protecção das Partes Móveis)

Art. 247 (Trabalhos em Altura)

Secção I - Instalações de Britagem e Moagem

Art. 248 (Alimentação das Instalações)

Art. 249 (Britagem e Moagem)

Art. 250 (Equipamentos de Crivagem)

Art. 251 e 252 (Tapetes Transportadores e Transportadores por Tubagem)

Secção II- Instalações de Concentração

Art. 253 e 254 (Concentração Hidrogravítica e Concentração por Flutuação)

Art. 257 (Ventilação e Iluminação)

Secção III- Anexos Industriais

Art. 258 e 259 (Aterros Mineiros e Bacias de Lamas)

Art. 260 (Estações de Bombagem e Tratamento de Águas) e

Art. 261 (Protecção dos Sistemas de Bombagem).

5.3. Central Termoeléctrica e Processamento mineral

5.3.1. Visão geral das centrais termoeléctricas

Segundo (Calado, 2012), as centrais termoeléctricas são unidades industriais de produção de energia eléctrica com base no aproveitamento da energia térmica, obtida a partir da queima de combustíveis fósseis, combustíveis de origem vegetal ou por cisão nuclear de átomos de alguns elementos.

As que queimam combustíveis de modo a gerarem vapor de água destinado a ser utilizado como força motriz de turbinas a vapor, chamam-se centrais clássicas, enquanto que as que obtêm a energia a partir da cisão de átomos dizem-se nucleares.

Relativamente às centrais clássicas importa distingui-las de acordo com os tipos de combustível que utilizam, podendo ser o carvão mineral, gás natural ou óleos pesados.

Antigamente usava-se a madeira e depois o carvão mineral britado como combustíveis, com queima sobre grelhas. A queima de madeira foi totalmente abandonada, sendo actualmente o carvão queimado na forma de pó, pulverizado por meio de uma forte corrente de ar para o interior da câmara de combustão do gerador de vapor.

A partir da energia obtida por queima dos combustíveis fósseis (carvão mineral) em caldeiras é produzido vapor de água a pressão elevada, o qual é sobreaquecido e depois expandido em grupos de turbinas a vapor que rodam solidárias com um alternador, produzindo deste modo à energia eléctrica, como é previsto pela empresa NEML.

5.3.2. Procedimentos e Regras de Protecção

5.3.2.1. Procedimentos

A segurança aplicada aos equipamentos é indispensável, pois os acidentes industriais envolvem sempre riscos de lesões muito graves e mortes. Para além dos custos associados à estes e outros danos, verifica-se também paragem na produção e todos os restantes prejuízos directos e indirectos.

Para Calado (2012), de modo reduzir estes problemas tem de se actuar em duas frentes:

1. Procedimentos e regras operatórias
2. Segurança integrada nos próprios equipamentos

Como primeira medida a ser tomada será, obviamente, colocar em prática todos os procedimentos que deverão prevenir os acidentes e doenças profissionais, os quais são formados por diversos conjuntos de métodos de trabalho, que deverão ser sempre integral e afincadamente respeitados. Destas regras, podem-se salientar as seguintes:

- I. Todos trabalhadores e o pessoal envolvido no processo devem usar os EPI indicados para as tarefas que executam e para os locais onde necessitam de estar e se deslocar;
- II. Outra regra fundamental, de âmbito geral, consiste na adopção de Procedimentos Operacionais Padrão nas actividades a serem desenvolvidas, que garanta a segurança dos trabalhadores. Estes procedimentos passam pela preparação dos trabalhadores e dos locais, devendo os respectivos serviços, departamento ou

secção, emitir documentos onde estão especificadas de forma detalhada todas as operações e manobras necessárias, de modo a garantir um intervencionamento em condições de segurança, sem que os trabalhadores corram risco de arranque inesperado de máquinas ou equipamentos, colocação em tensão inadvertidamente, passagem inesperada de fluídos quentes, corrosivos, pressurizados ou tóxicos. Sendo estes trabalhos acompanhados das respectivas sinalizações do estado em que se encontram e depois da sua execução deve-se colocar os equipamentos, máquinas e a área isolada em serviço, com toda a segurança necessária.

De seguida, Calado (2012) na sua abordagem sobre a segurança operacional em centrais termoelétricas, faz referência a alguns equipamentos e riscos mais frequentes, realçando, no entanto, que é provável encontrarem-se outras soluções em função do fabricante, tipo e da idade das máquinas/equipamentos a serem utilizados.

5.3.2.2. Protecções

A) Caldeiras

A.1) Pressão do vapor

O excesso de pressão do vapor das caldeiras pode dar origem ao seu rebentamento, deste modo, deve-se ter a devida cautela, através de diversos sistemas dedicados de controlo. Assim, além de alarmes de pressão de valores elevados, chamado de alarme de pressão muito alta o qual, normalmente tem a função de cortar totalmente o combustível, de modo a evitar o acidente. Para além destes princípios de segurança, existem ainda equipamentos mecânicos destinados a aliviar o excesso de pressão para a atmosfera, denominado “válvulas de segurança”, que devem abrir automaticamente assim que o valor da pressão na parte do recipiente onde estiver instalada tome o valor para qual está calibrada.

A.2) Nível de Água

Nas caldeiras, o controlo do nível de água destina-se a evitar que a temperatura do metal do recipiente aumente tanto que a sua resistência mecânica se reduza a ponto de criar pontos de fragilidade, a partir dos quais podem originar rebentamento, mesmo que a pressão interna tenha o valor nominal. Também o nível elevado é perigoso, pois a água da caldeira pode vir a ser arrastada, juntamente com o vapor, provocando choques violentos nas condutas, e todos os acessórios nelas instalados, bem como nas máquinas onde o vapor será usado, como turbinas a vapor e permutadores de calor.

O método de controlo do nível da água nas caldeiras amplamente utilizado, assim como o nível de quaisquer outros recipientes onde é importante manter certa quantidade de líquido no seu interior, é o controlo visual, utilizando vidros ou visores de nível, adequados às condições de pressão, temperatura e da qualidade dos líquidos a visualizar. Em certos casos, este tipo de controlo mostra-se ineficiente, pelo que devem ser usados sistemas automáticos que, quando os níveis alcançam valores perigosos, quer por baixarem, quer por ultrapassarem a altura recomendável, o detector de nível emita um sinal de alarme. No caso do nível continuar a evoluir no sentido de aumentar o risco deve-se actuar fazendo com que o equipamento seja desligado, antes do acidente ocorrer.

A.3) Pressão da câmara de combustão

As câmaras de combustão das caldeiras podem ser muito grandes, dependendo das dimensões da caldeira e, por esta razão, as suas paredes têm áreas bastante grandes. Como se sabe, a pressão é a grandeza que indica a força exercida por unidade de área, normalmente a pressão na câmara atinge valores extremamente elevados e, por isso, torna-se evidente e absolutamente necessário proteger a caldeira contra os excessos de pressão na fornalha. Com este objectivo, deve-se instalar sensores de pressão na câmara de combustão que darão ordem de paragem aos ventiladores de insuflação de ar, assim que a pressão na fornalha aumentar à um valor que se considera perigoso.

A.4) Temperaturas do metal

Ainda no contexto das paredes das câmaras de combustão das caldeiras, constituídas por feixes tubulares, por serem as delimitadoras das fornalhas, recebem enorme quantidade de energia sob forma de calor, a qual deverá ser dissipada para o fluído que circula no interior dos seus tubos. Quando os tubos entopem ou se a circulação não se efectua na velocidade adequada, não se transmite energia ao fluído, isto é, não há dissipação, pelo que o material dos tubos pode aquecer alcançando temperaturas elevadas e, por redução das qualidades mecânicas, pode provocar a roptura do metal.

Quando é verificada a elevada temperatura do metal e existe uma diferença de temperatura para o fluído insuficiente, deve ser accionado um sinal de alarme; se a situação evoluir negativamente deverá de imediato ser gerado um sinal de disparo à instalação.

B) Turbinas

B.1) Aumento da velocidade ou embalamento

Um dos principais riscos das máquinas rotativas é adquirirem velocidades de rotação superiores às dos valores máximos estabelecidos e para as quais foram projectadas, devido ao aumento de forças centrífugas e de possíveis vibrações daí decorrentes.

O termo “embalamento” refere-se ao aumento de velocidade acima dos valores tolerados.

Nas centrais, as turbinas devem rodar a velocidade constante, em função da frequência da rede e do número de pares de polos dos alternadores que movimentam. Em centrais térmicas, a velocidade das turbinas situa-se na ordem de 3000 r.p.m (rotações por minuto), porque os alternadores usados nessas centrais possuem apenas um par de pólos.

A expressão seguinte relaciona estas grandezas:

$$Velocidade (r.p.m) = \frac{(Frequência da rede (Hz)*60)}{Número de pares de pólos do alternador} \quad (2)$$

É evidente que, para as máquinas de maior rotação o embalamento constitui um risco grave e por isso deve possuir sistemas que controlem essa possibilidade. Para o efeito, possuem sensores de velocidade que devem comandam as válvulas de admissão de vapor à turbina, dando-lhes de fechar sempre que a velocidade tenha tendência a aumentar e ordem de abrir, quando a velocidade esteja a diminuir.

No caso da falha destes dispositivos, existem sistemas mecânicos que darão ordem de fecho rápido às válvulas de isolamento, logo que o número de rotações do grupo turbo-alternador exceda o número de rotações permitido.

B.2) Vibrações

As anomalias nas vibrações podem ocorrer por excesso de velocidade. Porém, existem outras causas que poderão originar vibrações excessivas, como o desaperto de alguns componentes em movimento, a incoerência do maciço de apoio do corpo da turbina, o desalinhamento do veio, ou até a destruição parcial de alguma pá móvel da turbina, com perda de massa e conseqüente desequilíbrio do rotor.

Com vista a evitar a destruição completa da máquina, na possibilidade de ocorrência de algumas das anomalias citadas, existem detectores de vibrações, electromagnéticos ou

electrónicos, que devem ser instalados nos corpos das turbinas, que actuam de modo a dar disparo ao grupo, se o valor das vibrações alcançarem níveis elevados, para além do valor a que tenha sido projectada para o seu funcionamento.

B.3) Dilatações

As dilatações nas turbinas, isto é, nas turbinas a vapor, são de extrema importância e por isso deverão ser escrupulosamente controladas.

Quando se abre vapor à turbina, este envolve todo o rotor, aquecendo-o muito rapidamente. Como é sabido, as dilatações obrigam ao aumento das dimensões dos materiais em função da temperatura a que se encontram; percebe-se então que o rotor vai dilatar rapidamente, quando aquecer rapidamente. As folgas internas entre as pás do rotor e as do estator são tão pequenas quanto o possível, de modo a reduzir as perdas por contornamento do vapor. Dado que o estator, pela sua condição de massa e de ser exterior, irá aquecer mais lentamente e assim, dilatar também mais lentamente.

O seu controlo é de extrema importância, pois poderão estar na origem de choques entre as pás fixas e móveis, levando à destruição do interior da turbina. Em virtude destas situações, tanto as dilatações do rotor, como as do estator deverão ser monitorizadas e continuamente calculadas.

B.4) Perda de vácuo

O condensador é responsável pela evacuação do vapor das turbinas. Com o objectivo de aumentar o rendimento da instalação, por redução da pressão na saída, no corpo de baixa pressão e conseqüente temperatura de saturação, o que permite extrair mais energia do vapor, obriga-se a que a pressão na saída da turbina ou na entrada do condensador seja inferior à pressão atmosférica, isto é, deverá funcionar em vácuo.

O aumento desta pressão, aproximando-se da pressão atmosférica, denomina-se “perda de vácuo” e tem como consequência, de acordo com a curva de saturação da água, a prematura condensação do vapor, isto é, transformar-se-á em gotas de água enquanto estiver a circular no interior da turbina; estas gotas chocarão violentamente com as superfícies das pás, tanto do estator como do rotor, resultando das colisões fortes pancadas que geram enormes vibrações localizadas. Devido a estes riscos, torna-se necessário proteger o grupo da perda de vácuo, o que se faz recorrendo a um detector de pressão de

alta precisão, que emite um alerta para a perda parcial de vácuo e ordenação do disparo do grupo, quando for alcançado o valor de maior risco.

C) Alternadores

As medidas de segurança instaladas nos alternadores dependem muito do seu tipo e dimensão. Assim sendo, todos deverão possuir equipamentos destinados à segurança eléctrica, e os de grande potência, utilizados na maior parte das centrais termoeléctricas, possuem também outras protecções muito específicas, dependendo das soluções técnicas adoptadas na sua projecção.

C.1) Sobreintensidade nos circuitos

“Sobreintensidade” é o valor de intensidade da corrente eléctrica que percorre um determinado circuito e que é superior a intensidade máxima admissível neste circuito. No caso deste valor ser ultrapassado, pode-se correr o risco de queimar o circuito, devido ao aquecimento provocado pela passagem da corrente eléctrica.

As protecções de excesso de tensão asseguram que os valores das tensões não ultrapassem os valores máximos admissíveis, de modo a evitar riscos de ruptura dos isolamentos e a ocorrência de descargas e curto-circuitos, através de sistema de alarmes e disparos, que deverão ser incorporados nos circuitos em caso destes alcançarem valores elevados.

C.2) Desequilíbrio de fases

Podem surgir assimetrias nas cargas que circulam em cada uma das fases do sistema trifásico. Quando o desequilíbrio alcança valores inaceitáveis, esta protecção deve actuar, ordenando o disparo do alternador.

D) Riscos Eléctricos

A electricidade é a forma de energia amplamente utilizada pela nossa sociedade, basicamente, devido à facilidade no seu manuseamento.

Várias regras e normas, nas instalações propriamente ditas, ou para os equipamentos empregues na sua produção, armazenamento e transponte, poderão se forem cumpridas, minimizar os riscos eléctricos, embora não sejam suficientes para eliminá-lo na totalidade. Este continuará a existir, pois os perigos da electricidade são cruciais. Um só erro, ou um instante de desatenção, para destruir uma vida ou, ainda, a vida de terceiros que, sem qualquer responsabilidade directa, seriam afectados pelo acto, (Freitas & Cordeiro, 2013).

Os riscos associados à utilização da corrente eléctrica pode afectar pessoas, assim como provocar a destruição de bens materiais, pelo que, nas actividades industriais que envolvam a produção e o contacto com a corrente eléctrica não deverão ser ignorados, mas sim, rigidamente controlados,

Dos principais riscos associados à corrente eléctrica salientam-se:

- Contacto directo e indirecto com a corrente eléctrica (electrização e electrocussão);
- Explosão;
- Incêndio.

Com vista a minimizar ou eliminar estes riscos, é necessário:

1. Certificar que apenas trabalhadores tecnicamente habilitados podem realizar trabalhos em/com instalações sob tensão;
2. Garantir o planeamento e controlo de todas as operações de manutenção que impliquem o contacto com a energia eléctrica;
3. Realizar a avaliação dos riscos de contacto com a energia eléctrica e implementar as necessárias medidas de prevenção e de protecção dos trabalhadores, instalações e equipamentos;
4. Assegurar que os equipamentos de trabalho que funcionam na base da energia eléctrica são adequados ou adaptados ao trabalho a efectuar e que garantam a segurança dos trabalhadores durante a sua utilização;
5. A inspecção, manutenção e conservação de todas as instalações alimentadas por energia eléctrica e dos equipamentos de trabalho, deve ser assegurada durante ao seu período de utilização;
6. Verificar o estado de tensão das instalações, antes do início dos trabalhos e suspender os trabalhos em caso de condições climatéricas inapropriadas. (Vide no Anexo C, as Normas para controlo de riscos associados à electricidade).

Segundo Calado (2012), “a competência pessoal, atenção e prudência, constituem uma trilogia de princípios de prevenção contra acidentes por acção da corrente eléctrica”.

A Tabela 2 apresenta uma estimativa do efeito da corrente no organismo humano sem levar em conta o tempo da exposição ao choque eléctrico.

Tabela 2: Estimativa do efeito da corrente no corpo humano (Calado, 2012).

I (mA)		Reacção Fisiológica	Consequência	Salvamento	Resultado final mais provável
c.a	c.c				
Até 25	Até 80	1 mA c.a- Limiar de sensação; formigueiro	Se a corrente for próxima de 25 mA e consequente morte aparente	Respiração artificial	Restabeleci- mento
De 25 a 80	De 80 a 100	Sensação insuportável Contracções violentas Asfixia	Morte aparente	Respiração artificial Massagem cardíaca	Caso receba desfibrilação >Restabeleci- mento
Corrente da ordem de ampéres		Queimaduras (efeito térmico) Necrose de tecidos Fibrilação ventricular Asfixia imediata	Morte aparente Dependendo da extensão das queimaduras > sequelas ou morte	Respiração artificial Massagem cardíaca Tratamento hospitalar	Hospital Desfibrilação

E) Riscos de Incêndio e Explosão

A protecção contra incêndio e explosão é de extrema importância, no que tange à segurança em diferentes campos de acção e locais de trabalho, dado que estes fenómenos colocam em perigo a vida e saúde dos trabalhadores, podendo em muitos casos provocar avultados danos materiais, ambientais e de natureza social no local ou em áreas contíguas, onde os mesmos desencadeiam-se.

Freitas & Cordeiro (2013), afirmam que dentre um vasto conjunto de causas de incêndios e explosões, as mais comuns em contexto profissional são:

Utilização incorrecta de Equipamentos: Alimentados a combustível e a corrente eléctrica;

Causas de natureza eléctrica: Cargas eléctricas estáticas, sobreaquecimento de circuitos, de circuitos e de instalações, curto-circuitos, faíscas provocadas por interruptores;

Causas de natureza variada: Falta de formação e informação dos trabalhadores na matéria de prevenção contra incêndio e explosão, armazenamento de produtos incompatíveis, armazenamento ou manipulação de substâncias perigosas em locais com deficiente ventilação, fugas em circuitos de combustível e utilização indevida de fontes de chamamadas.

Principalmente, o risco de incêndio e explosão depende:

1. Condições de prevenção e de protecção das instalações (medidas aplicadas).
2. Da quantidade e qualidade do tipo de combustível (carga de incêndio);

De modo a garantir prevenção e protecção contra a ocorrência de um incêndio e de uma explosão, Freitas & Cordeiro (2013), citam que o empregador deve aplicar um conjunto de medidas preventivas estabelecidas pelas normas e regras de boas práticas. Que podem ser:

E.1) Medidas gerais:

- Garantir o cumprimento da legislação aplicável no âmbito da segurança contra incêndio e da segurança (Vide o Anexo C);
- Programa de prevenção, protecção e gestão da segurança contra incêndio e explosão;
- Organização da resposta face às emergências que possam surgir;
- Instalação de meios necessários para 1ª intervenção (extintores, Boca-de-incêndio do tipo carretel, recipientes com areia e pá, mantas ignífugas);
- Instalação dos necessários sistemas de detecção, alarmes e alertas de incêndio;
- Implantação de sinalização de segurança adequada (obrigação, proibição e perigo);
- Avaliar e controlar a concentração de substâncias perigosas no ar (atmosferas explosivas e inflamáveis).

E.2) Actuação sobre as estruturas

- Conservação, salubridade e limpeza das instalações e de todas as superfícies de trabalho;

As instalações devem ser projectadas tendo em consideração:

- A redução à exposição do risco de explosão e de incêndio;
- A natureza das actividades nos processos e os equipamentos envolvidos;
- A perigosidade das substâncias utilizadas nos processos.

E.3) Actuar sobre os processos e sobre os equipamentos de trabalho

- Procedimentos Específicos de Segurança (PES ou POP), elaborados, divulgados, testados e aplicados;
- Procedimentos de segurança para actividades que envolvam risco de explosão e/ou incêndio;
- Procedimentos de emergência para cenários de: Explosão e Combate a incêndio.

F) Radiações

As radiações são uma forma de energia transmitida através do espaço. Segundo a sua capacidade de interagir com a matéria, podem ser Radiações Ionizantes e Não Ionizantes.

Nos últimos tempos, apesar da perigosidade associada, a radiação ionizante é a técnica fundamental de um vasto conjunto de técnicas médicas de diagnóstico e tratamento de várias enfermidades. Por outro lado, as radiações não ionizantes estão presentes em muitas das nossas acções diárias. Fundamentalmente, para além das suas aplicações em vários domínios, o que distingue as radiações ionizantes das não ionizantes é a superior capacidade destrutiva, Freitas & Cordeiro (2013).

Erisko (2007) descreve as radiações ionizantes e não ionizantes à que os trabalhadores estão expostos em ambientes industriais:

F.1) Radiações Ionizantes

Os átomos no seu estado neutro na matéria apresentam a carga inicial nula. Quando ionizados, apresentam uma carga eléctrica positiva ou negativa. As radiações ao interagirem com a matéria podem ter como efeito a criação de uma carga eléctrica, o que altera o seu estado inicial de equilíbrio.

Como principais consequências das radiações ionizantes, verificam-se as alterações da estrutura molecular das células, alterando a composição dos genes ou rompendo os cromossomas e provocando a desintegração das células vivas. Os órgãos mais sensíveis às radiações ionizantes são a pele, intestino delgado, medula óssea, tiróide, testículo, ovário e cristalino. No âmbito geral, nenhuma pessoa com idade inferior a 18 anos e mulheres em fase de gestação ou em período de lactação devem exercer funções que as exponham profissionalmente às radiações ionizantes.

As radiações ionizantes são cumulativas e não existe um nível de exposição que não representa um perigo. Quanto maior for a exposição, maiores serão as alterações biológicas e rapidamente se manifestarão na saúde da pessoa exposta.

Os trabalhos expostos a radiações ionizantes deverão ter formação contínua específica, de forma a cumprirem criteriosamente com todos os procedimentos de segurança; os trabalhadores deverão ainda ser informados dos níveis de radiação a que se encontram sujeitos, realizar periodicamente os exames de vigilância de saúde, que são fundamentais para os trabalhadores expostos, sendo os registos clínicos mantidos.

F.2) Radiações Não Ionizantes

Normalmente as ondas electromagnéticas têm uma origem comum - a movimentação das cargas eléctricas. Elas variam em frequência, comprimento de onda e nível energético, produzindo assim diferentes efeitos físicos e biológicos.

As radiações não ionizantes comumente verificadas são: Radiação Ultravioleta, Radiação Infravermelha e Laser.

A Tabela seguinte apresenta a caracterização destes dois tipos de radiações segundo a sua energia e exemplos mais conhecidos de cada tipo.

Tabela 3: Caracterização das radiações, adaptado (Eurisko, 2007).

Caracterização das radiações			
Forma de radiação	Energia	Exemplos	
Radiações Ionizantes	As que possuem energia suficiente para ionizar os átomos e moléculas com as quais interagem	Radiações Electromagnéticas	<ul style="list-style-type: none"> • Raios X • Raios Gama
		Radiações Corpusculares	<ul style="list-style-type: none"> • Raios Alfa • Raios Beta • Neutrões • Protões
Radiações Não Ionizantes	As que não possuem energia suficiente para ionizar os átomos e as moléculas com as quais interagem	<ul style="list-style-type: none"> • Luz visível • Infravermelhos • Ultravioletas • Microondas de aquecimento • Microondas de radiotelecomunicação. 	

F.3) Medidas de controlo de riscos de exposição às radiações

As medidas de prevenção e protecção assim como de segurança estão extritamente ligadas à duração da exposição, comprimento de onda, potência do pico, frequência de repetição e também de acordo com o grau de riscos e do tipo de radiações. No Anexo D são apresentadas as Normas conducentes à prevenção, protecção e controlo da exposição dos trabalhadores às radiações ionizantes e não ionizantes.

Como exemplo, sugerem-se as medidas preconizadas na Tabela seguinte:

Tabela 4: Medidas de controlo das radiações (Eurisko, 2007).

Medidas Gerais de Controlo
Radiações Ionizantes e Não Ionizantes
<ul style="list-style-type: none">• Desenho adequado das instalações;• Projectar as instalações para protecção contra radiações;• Delimitação das zonas/fontes de radiação;• Redução do tempo de exposição, duração e o número dos trabalhadores expostos: rotatividade dos trabalhadores e redução do tempo de execução de tarefas;• Utilização de barreiras de protecção entre o indivíduo e a fonte com materiais absorventes das radiações ionizantes;• Estabelecer medidas para o controlo regular de todos os dispositivos e aparelhos de protecção, com o fim de verificar se o seu estado, localização e funcionamento são satisfatórios;• Formação e Informação dos trabalhadores sobre os riscos de exposição e a sua gravidade para a segurança e saúde;• Sinalização de segurança adequada, indicativa do tipo de área e natureza das fontes de radiação presentes;• Utilização de EPI apropriados;• Organização da vigilância física e médica periódica e registos adequados para detecção precoce de alterações nos órgãos alvos.

No capítulo 6 que se segue, faz-se uma abordagem ao conforto e *stress* térmico, associando-os às operações que serão desenvolvidas em ambientes com sobrecarga térmica. Este capítulo merece uma especial atenção, visto que, a variação da temperatura corporal e do meio dá origem ao decréscimo do rendimento físico e intelectual do trabalhador, reduzindo a capacidade de produção, aumentando a tendência para a ocorrência de acidentes e doenças no local de trabalho.

6. CONFORTO TÉRMICO

Segundo ASHRAE (2010), o conforto térmico entende-se como “a condição da mente que expressa a satisfação com o ambiente térmico”. Lamberts *et al.* (2013) descrevem que o conforto térmico, tomado como uma sensação humana depende de factores físicos, fisiológicos e psicológicos.

Os factores físicos determinam as trocas de calor do corpo com o meio envolvente; os factores fisiológicos relacionam-se com as alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica; e por último os factores psicológicos, são os que indicam as diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais, frutos de sensações passadas e da expectativa pessoal.

Os estudos do conforto térmico têm como principal objectivo analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico eficaz às actividades desenvolvidas e ocupação humana, assim como estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise térmica de um determinado meio. A importância destes estudos é baseada em três factores principais:

- a) A **satisfação** do homem ou seu bem-estar em se sentir confortável termicamente;
- b) A **productividade humana**, os estudos mostram uma clara tendência que o desconforto causado por calor ou frio reduz a produtividade humana. As actividades intelectuais, manuais e perceptivas, geralmente apresentam um melhor rendimento quando realizadas em conforto térmico.
- c) A **conservação de energia**, as pessoas passam grande parte do seu tempo em ambientes condicionados artificialmente. Conhecendo as condições e os parâmetros relativos ao conforto térmico dos ocupantes em seus ambientes e locais de trabalho, evitam-se perdas desnecessárias com a climatização do meio.

Torna-se necessário realçar que, é impossível satisfazer termicamente todos ocupantes dum determinado meio devido à variação dos factores biológicos, físicos, fisiológicos e psicológicos entre as pessoas. Contudo, procuram-se sempre condições de conforto para um número representativo, nas quais a maior percentagem das pessoas sintam-se em conforto térmico. Os locais de trabalho devem dispôr de ar renovado, em quantidade e qualidade suficiente, de acordo com a natureza das tarefas a executar e ao esforço físico exigido.

6.1. Efeitos na saúde

Conforme Eurisko (2007), um ambiente térmico saudável é o resultado do controlo simultâneo da temperatura, humidade e renovação do ar num determinado meio. A temperatura e renovação do ar estão directamente relacionadas entre si, dado que uma influencia a outra, através do processo da ventilação.

É evidente e irrefutável, que temperaturas inadequadas podem provocar perturbações físicas e psicológicas, e que temperaturas extremas constituem um factor de “*stress*” para o organismo humano. E como consequência, o conforto e a produtividade ficam condicionados.

Em casos de exposições extremas ao calor, pode ocorrer, a desidratação e/ou subida da temperatura do corpo susceptíveis de alterar o comportamento do indivíduo e em casos graves, resultar em desmaio e morte. Por seu turno, o frio pode reduzir o tempo de reacção, aumentar a tensão ocular, diminuir a sensibilidade, causar distúrbios do ritmo cardíaco, hipotermia e o congelamento, em casos de ambientes com temperaturas extremamente baixas.

O nível de risco depende do tipo de trabalho executado nas instalações da empresa e o tempo de exposição. Os trabalhos mais pesados requerem uma temperatura mais baixa e uma ventilação adequada em relação aos trabalhos ligeiros e menos pesados.

6.2. Regulação térmica e balanço de calor no corpo

O corpo humano pode ser considerado como uma “máquina térmica”, visto que necessita de certa quantidade de energia para o seu funcionamento e que dispõe de um mecanismo termorregulador que controla as variações térmicas do organismo. Sendo o organismo humano homeotérmico, isto é, sua temperatura deve permanecer praticamente constante.

Dias (2013), salienta que a temperatura do corpo humano é um importante indicador da condição de conforto ou de *stress* a que um indivíduo se encontra. E a manutenção da temperatura interna do corpo, a homeotermia ou equilíbrio térmico é a condição para um bom funcionamento do organismo e em específico do sistema nervoso central, que é assegurado quando o fluxo de calor produzido pelo corpo é igual ao fluxo de calor cedido ao ambiente.

Lamberts *et al.* (2013), afirmam que, o bom funcionamento do organismo humano é a condição em que o mesmo se encontra apto a desempenhar suas actividades, que podem

ser subdivididas em duas categorias: *Actividades basais internas*, que são independentes da nossa vontade e suficientes para fazer com que os órgãos do nosso corpo funcionem de forma adequada, e as *Actividades externas*, que são realizadas conscientemente pelo homem através do seu trabalho ou actividade desempenhada. O calor produzido pelo organismo pode variar de 100 W/h a 1000 W/h. Uma parte deste calor gerado é necessário, como já foi anteriormente dito, para o funcionamento fisiológico do organismo e outra parte é gerada devido ao desempenho das actividades externas, sendo que essa geração deve ser dissipada para que não haja um sobreaquecimento do corpo, visto que o mesmo é homeotérmico. A temperatura do corpo humano é praticamente constante, variando aproximadamente de 35 a 37°C. E para que um indivíduo se encontre em conforto térmico no desempenho das suas actividades, admitem-se ligeiras variações nesta temperatura interna, sendo que em situações mais extremas admitem-se variações um pouco maiores, de modo a evitar o *stress* térmico.

De acordo com este autor, para que o corpo se mantenha em equilíbrio térmico é necessário que haja a dissipação ao ambiente, do calor gerado, de modo que, não deia lugar a um aumento exagerado da temperatura interna. Esta dissipação dá-se através de mecanismos de trocas térmicas, que podem ser observados na Figura 6.

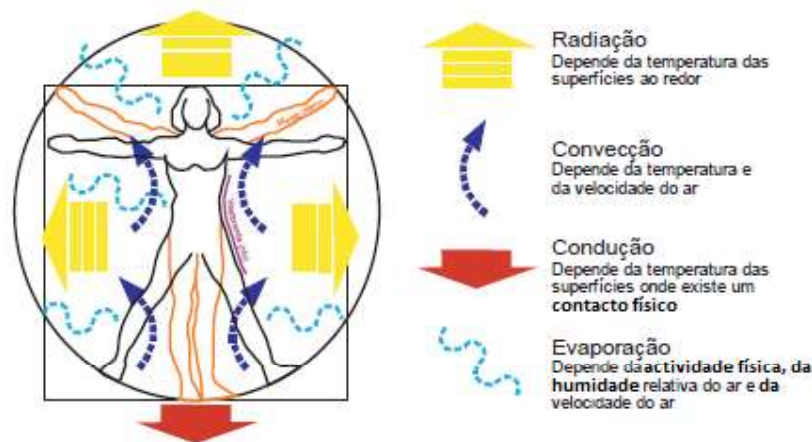


Figura 6: Representação esquemática da fisiologia humana e das trocas térmicas (Lamberts *et al.*, 2013).

As trocas térmicas ocorrem:

Através da pele: Perda sensível de calor, por convecção e radiação (**C** e **R**); Perda latente de calor, por evaporação do suor e por dissipação da humidade da pele (E_{sw} e E_{dif}).

Através da respiração: Perda sensível de calor- convecção (C_{res}); Perda latente de calor-avaporação (E_{res}).

A termoregulação do organismo tem como objectivo a manutenção da temperatura do corpo, mantendo-a constante. Sendo assim, a teoria assume que um organismo exposto por longo tempo a um determinado ambiente térmico constante, moderado, tenderá a um equilíbrio térmico de acordo com esse ambiente, isto significa que, a produção de calor pelo organismo através do seu metabolismo, será igual à perda de calor do mesmo para o ambiente, através de diversas formas de transferência de calor.

Maior parte dos modelos de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, bem como as medições de sensações térmicas, está directamente relacionados à teoria clássica de transferência de calor, introduzindo equações empíricas que descrevem os efeitos de conhecidos controlos reguladores fisiológicos.

Fanger (1970) desenvolveu o modelo para avaliação do ambiente térmico para o “estado estacionário” ou “permanente”, que tem sido usado na elaboração de Normas Internacionais, o qual leva em conta que o corpo em determinado ambiente, encontra-se em estado de equilíbrio não ocorrendo, portanto, acúmulo de calor no seu interior. O corpo assim modelado encontra-se próximo à condição de neutralidade térmica.

O incremento de calor no corpo dá-se através de produção de calor pelo metabolismo, e as perdas ocorrem através da respiração e através da pele. As perdas de calor, de maneira sensível e latente através da pele e pela respiração, são expressas em termos de factores ambientais. As expressões levam em conta as variáveis ambientais, como a temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade e humidade do ar tanto como variáveis pessoais: actividade desempenhada e o isolamento térmico são contempladas ao modelo.

A expressão do balanço de energia entre o corpo e o ambiente, pode ser descrita da seguinte maneira, (Lamberts *et al.*, 2013):

$$M - W = Q_{SK} + Q_{RES} \quad (3)$$

Onde:

M- Taxa metabólica de produção de calor (W/m^2), $1 \text{ kcal/h} = 0,65 \text{ W/m}^2$, $\text{met} = 58,2 \text{ W/m}^2$;

W- Trabalho mecânico desenvolvido pelo corpo (W/m^2), sendo que para maior parte de actividades humanas este trabalho é nulo;

Q_{SK} - Taxa total de perda de calor pela pele (W/m^2). Igual à perda de calor pela evaporação através da pele e a condução de calor da pele até a superfície externa das roupas, podendo ser escrita como: $Q_{SK} = E_{SK} + K_{Cl}$;

Q_{RES} - Taxa total de perda de calor pela respiração (W/m^2);

Perdas de calor através da pele (Q_{SK}) e a respiração (Q_{RES}) também são expressas em forma de mecanismos de perda de calor como convecção, radiação e evaporação, e assim determina-se a expressão dupla que representa o balanço de calor para um corpo em estado estacionário ou permanente:

$$M - W = Q_{SK} + Q_{RES} = (C + R + E_{SK}) + (C_{RES} + E_{RES}) \quad (4)$$

Temos:

C+R- Perda de calor sensível pela pele (W/m^2)- convecção e radiação. Seu valor é igual à perda de calor por condução até a superfície externa das roupas;

E_{SK} - Perda de calor latente pela pele, através da evaporação (W/m^2);

C_{RES} - Perda de calor sensível pela respiração, por convecção (W/m^2);

E_{RES} - Perda de calor latente pela respiração, por evaporação (W/m^2);

K_{cl} - Condução de calor da pele até a superfície externa das roupas.

Deste modo, a expressão do balanço térmico pode ser reescrita a partir da Equação 4:

$$(M - W) - C_{RES} - E_{SK} - E_{RES} = K_{CL} = C + R \quad (5)$$

Todos os termos da equação anterior são dados em forma de energia por unidade de área, e os mesmos referem-se à área da superfície do corpo despido. A expressão convencional para o seu cálculo é dada através da expressão da área de DuBois (A_{DU}).

$$A_{DU} = 0,202 * m^{0,45} * l^{0,725} \quad (6)$$

Onde:

A_{DU} = Área superficial do corpo, ou área de DuBois (m^2);

m = massa do corpo (kg);

l = altura do corpo (m).

6.3. Zonas de respostas fisiológicas e comportamentais

Os seres humanos apresentam zonas de respostas fisiológicas e comportamentais de acordo com as condições que forem submetidas, a actividade que estiverem a desenvolver e o vestuário utilizado. Pode-se deste modo apresentar duas zonas de conforto, para pessoas despidas e pessoas vestidas, tendo em conta a temperatura do ar:

Pessoas despidas- Zona de conforto para manter o equilíbrio térmico situa-se entre 29°C e 31°C;

Pessoas vestidas com vestuário normal de trabalho (Isolamento = 0,6 clo)- Zona de conforto para manter o equilíbrio térmico situa-se entre 23°C e 27°C.

A temperatura corporal neutra que cada pessoa possui é vista como aquela em que o mesmo não prefira sentir mais frio e nem mais calor no ambiente, isto é, encontra-se em “neutralidade térmica”, sem precisar utilizar seu mecanismo de termorregulação. Ao compararmos a temperatura interna corporal com essa temperatura neutra, podem-se apresentar as seguintes zonas de respostas fisiológicas e comportamentais dos indivíduos expostos:

Tabela 5: Zonas de respostas fisiológicas e comportamentais, adaptado (Lamberts *et al.*, 2013).

$t_{corpo} < t_{neutra}$	Neste caso ocorre o mecanismo de vaso constrição.
$t_{corpo} < 35^{\circ}C$	Ocorre a perda de eficiência
$t_{corpo} < 31^{\circ}C$	Situação de temperatura corporal que é letal.
Da mesma forma:	
$t_{corpo} > t_{neutra}$	Ocorre o mecanismo de vaso dilatação
$t_{corpo} > 37^{\circ}C$	Inicia-se a produção do suor

$t_{corpo} > 39^{\circ}C$	Ocorre a perda de eficiência
$t_{corpo} > 43^{\circ}C$	Situação de temperatura corporal que é letal

6.4. Condições para o Conforto Térmico

A neutralidade térmica é a condição necessária, mas não suficiente para que uma pessoa esteja em conforto térmico. Uma pessoa pode encontrar-se em neutralidade térmica e estar sujeita a algum tipo de desconforto localizado, isto é, sujeita a alguma assimetria de radiação significativa, alguma corrente de ar localizada, ou ainda estar sobre algum tipo de piso frio ou aquecido. Assim sendo, esta não estará em condições de conforto térmico.

Para além do que foi mencionado, segundo estudos empíricos desenvolvidos por Fanger (1970), a actividade desempenhada pela pessoa regula a temperatura da sua pele, bem como a sua taxa de exsudação. O que significa que: se uma pessoa estiver a desenvolver determinada actividade e estiver exsudando muito acima do que os estudos realizados mostraram que deveria estar, ou a temperatura da sua pele estiver acima ou abaixo de valores que estes mesmos estudos demonstraram, a pessoa não estará certamente em conforto térmico, mesmo que ela esteja em neutralidade térmica, e não esteja sujeita a algum tipo de desconforto localizado. Estes estudos mostraram que:

$$a < t_{skm} < b \quad (7)$$

$$c < E_{sw} < d$$

Temos:

t_{skm} - temperatura da pele, em ($^{\circ}C$)

E_{sw} - taxa de evaporação da exsudação, em (W/m^2)

a, b, c, d - parâmetros empíricos extraídos em função da actividade da pessoa.

A ASHRAE Fundamentals (2004) dá conta que as correlações estatísticas utilizadas numa população amostrada de aproximadamente 1600 estudantes, apresentam expressões para t_{skm} e E_{sw} , em função da actividade, que forneciam conforto térmico, quando as outras condições estivessem estabelecidas, que são apresentadas nas seguintes equações:

$$t_{skm} = 35,7 - 0,0275 * M \quad (8)$$

$$E_{sw} = 0,42 * (M - 58,15) \quad (9)$$

Pode-se então, afirmar que existem três condições para que se possa estar em conforto térmico:

1. Que a pessoa se encontre em neutralidade térmica;
2. Que a temperatura da pele e sua taxa de exsudação estejam dentro de certos limites compatíveis com a actividade metabólica;
3. Que a pessoa não esteja sujeita a desconforto localizado.

6.4.1. Parâmetros que determinam o conforto térmico

Estudos realizados para os cálculos analíticos de conforto térmico apresentam seis parâmetros que o influenciam, a saber:

1. Actividade desenvolvidas, M (W/m^2);
2. Isolamento térmico das roupas utilizadas, I_{cl} (clo);
3. Temperatura do ar ($^{\circ}C$);
4. Temperatura radiante média, t_{mr} ($^{\circ}C$);
5. Velocidade do ar, V_{as} (m/s);
6. Pressão parcial do vapor de água no ar ambiente, P_{ar} (kPa).

Os primeiros dois são designados parâmetros *pessoais ou subjectivos*, por não dependerem do ambiente, enquanto que os outros são chamados de parâmetros “*ambientais*”. Sendo que as caracterizações das variáveis ambientais, métodos e instrumentos de medição, são apresentados na ISO/DIS 7726/98 (Vide as Normas do Anexo F). As actividades desenvolvidas pela pessoa determinam a quantidade de calor a ser gerado pelo organismo. Encontram-se na ISO 7730/2005; ASHRAE Fundamentals (2005); ISO 8996/2004 e ISO 9920/2007 as tabelas de taxas metabólicas em função da actividade e do isolamento das roupas, Lamberts *et al.* (2013).

Além destes parâmetros, segundo Dias (2013), existem outros que podem ser considerados durante a avaliação do conforto térmico, como: o processo de climatização e adaptação, o sexo e a idade dos ocupantes no meio a ser avaliado.

A Tabela 6 apresenta os valores ideais dos parâmetros que determinam o conforto térmico, (Dias, 2013):

Tipo de Actividades desenvolvidas	Temperatura Ambiente (°C)			Humidade Relativa (%)			Velocidade do ar (m/s)
	Min.	Ideal	Max	Min.	Ideal	Max	Max.
Administrativa	18	21	24	40	50	70	0,1
Trabalho manual ligeiro, sentado	18	20	24	40	50	70	0,1
Trabalho ligeiro de pé	17	18	22	40	50	70	0,2
Trabalho pesado	15	17	21	30	50	70	0,4
Trabalho muito pesado	14	16	20	30	50	70	0,5
Trabalho ao calor radiante	12	15	18	20	50	70	1,0 -1,5

Para o caso da empresa em estudo (Indústria Extrativa e Transformadora) consideram-se as actividades desenvolvidas variando de trabalho pesado a trabalho ao calor radiante, e são estabelecidos na Tabela 6 os valores ideais para temperatura ambiente, humidade relativa e velocidade do ar.

6.4.2. Determinação do PMV

O conforto térmico é medido através dos índices PMV e PPD (*“Predicted Mean Vote e Predicted Percentage Dissatisfied”*). Qualquer um destes índices é calculado com base em medições de temperatura, humidade relativa, velocidade do ar, calor radiante e dados sobre o vestuário dos trabalhadores presentes no local e na sua actividade, (ISO 7730/94).

Para Lamberts *et al.* (2013), a equação do conforto térmico engloba uma gama de sensações térmicas, através de análises estatísticas de acordo com resultados obtidos por Fanger (1970) nos estudos na Dinamarca em câmaras climatizadas, onde as pessoas davam a conhecer os seus votos sobre a escala das sensações da ASHRAE, que vai desde muito frio à muito quente. A sensação real sentida pela pessoa é representada pela equação do voto médio estimado (PMV), representado da seguinte maneira:

$$PMV = (0,303 * e^{-0,036M} + 0,028) * L \quad (10)$$

Temos:

PMV- Voto de sensação de conforto térmico ou voto médio estimado;

M- Taxa metabólica de produção de calor (W/m²);

L- Carga Térmica que actua sobre o corpo (diferença entre o calor gerado pelo corpo e o trocado com o meio ambiente) (W/m²).

A escala de sete pontos da ASHRAE, utilizada nos estudos de Fanger (1970) e usada actualmente na determinação real das sensações térmicas das pessoas é representada da seguinte maneira:

Tabela 7: Escala de sensação térmica, adaptado (ASHRAE, 2004).

Valor	Descrição
+3	Muito Quente
+2	Quente
+1	Ligeiramente Quente
0	Neutro
-1	Ligeiramente Frio
-2	Frio
-3	Muito Frio

É recomendado o uso do índice PMV apenas para valores entre +2 e -2. Também se recomenda que se use apenas o índice do PMV, quando:

- $M = 46 \text{ W/m}^2$ a 232 W/m^2 (0,8 met a 4 met)
- $I_{cl} = 0 \text{ clo}$ a 2 clo
- $t_{ar} = 10$ a 30°C
- $t_r = 10$ a 40°C
- $v_{ar} = 0 \text{ m/s}$ a 1 m/s
- $p_a = 0 \text{ Pa}$ a 2700 Pa

Deste modo, o PMV pode ser determinado:

- a) Utilizando a equação (10)
- b) Utilizando as tabelas constantes do anexo C da Norma (ISO 7730/2005), em função de diferentes combinações de actividade, vestuário, velocidade relativa do ar e “temperatura operativa”, que é a temperatura uniforme de um ambiente radiante negro hipotético, onde um ocupante poderia trocar a mesma quantidade calor por radiação e convecção que no ambiente real.

$$T_o = A * t_{ar} + (1 - A) * tr \quad (11)$$

Sendo:

$A = 0,5$ para $v_{ar} < 0,2 \text{ m/s}$

$A = 0,6$ para v_{ar} de $0,2 \text{ m/s}$ a $0,6 \text{ m/s}$

$A = 0,7$ v_{ar} de $0,6 \text{ m/s}$ a $1,0 \text{ m/s}$.

A temperatura operativa pode ser calculada com suficiente aproximação como sendo o valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média.

- c) Directamente pelo equipamento com sensor integrado.

O cálculo do PMV visa essencialmente verificar as condições de aceitabilidade térmica num determinado meio, estabelecer maiores limites de aceitabilidade térmica, fixando o $PMV = 0$ a partir de melhores combinações das variáveis que dão a sensação de neutralidade térmica.

6.4.3. Determinação de PPD

Segundo a ISO 7730/94, o *Predicted Percentage Dissatisfied* é o índice que estabelece a quantidade estimada de pessoas insatisfeitas com a sensação térmica do meio. Este baseia-se na percentagem de um grupo de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio, na escala das sensações (Tabela 7). O PPD máximo ideal para um determinado meio é de 5%, tendo em conta que o $PMV=0$. O mesmo pode ser determinado analiticamente conforme a equação que se segue ou a partir do gráfico seguinte, conhecendo o PMV:

$$PPD = 100 - 95 * e^{-(0,03353*PMV^4+0,2179*PMV^2)} \quad (11)$$

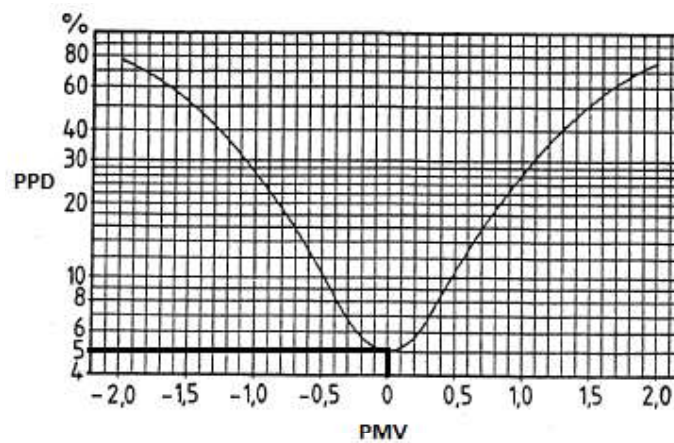


Figura 7: Determinação do PPD em função do PMV, adaptado (ISO 7730/94).

6.4.4. Desconforto Parcial

Os factores que podem causar o desconforto localizado em indivíduos, no exercício das suas actividades são vários. Factores estes, como diz o nome, não atingem todas as partes do corpo, embora a pessoa se sinta satisfeita com a temperatura do corpo no geral, normalmente esta sente-se incomodada, não estando desta forma em conforto. As normas de conforto térmico (ISO 7730/2005 e ASHRAE 55/2010) apresentam uma secção relacionada a este tema, e entre vários factores que causam o desconforto localizado, no ambiente industrial, citam-se os quatro mais comuns:

1. Diferenças de temperatura no sentido vertical (entre os pés e a cabeça);
2. Campo assimétrico radiante;
3. Arrefecimento convectivo local (*draft* ou correntes frias de ar) e
4. Contacto com pisos frios ou quentes.

É importante referir que estas situações indesejáveis poder-se-ão observar em diversas fazes ou actividades do projecto, com maior enfoque no processo de tratamento do minério e na produção de energia através da central térmica.

6.4.4.1. Assimetria da temperatura do ar no sentido vertical

As variações da sensação térmica nas situações onde a temperatura do ar no nível da cabeça é maior em relação ao nível do tornozelo pode gerar desconforto térmico localizado. A Figura 8 ilustra a percentagem de pessoas insatisfeitas, geralmente pela diferença de temperatura no sentido vertical, onde o nível da cabeça é mais quente que o nível do tornozelo.

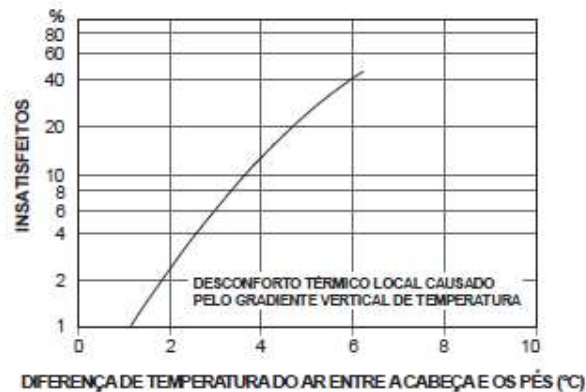


Figura 8: Percentagem de pessoas insatisfeitas pela diferença de temperatura entre a cabeça e os pés (ASHRAE 55/2010)

A ASHRAE 55/2010 estabelece que a diferença de temperatura permitida entre a altura da cabeça e dos pés deve ser inferior a 3°C.

6.4.4.2. Desigualdade de radiação térmica

A radiação térmica sobre o corpo pode não ser uniforme devido às superfícies quentes, frias e à luz solar. Esta desigualdade pode causar desconforto térmico local e reduzir a aceitabilidade térmica do espaço. A mesma radiação não uniforme pode ser causada por compartimentos abertos, superfícies não isoladas, bocas de fornos, calor gerado por máquinas, trabalhos a quente, entre outros. A pessoa quando exposta a algumas destas condições, pode ter uma parte do seu corpo atingida por radiação diferenciada das demais, e assim quanto maior for esta diferença, mais desconfortável com o fenómeno ficará a pessoa.

Vários estudos realizados neste âmbito tiveram a preocupação de fazer com que as pessoas se mantivessem em neutralidade térmica, de modo a analisar apenas o fenómeno em questão e constatou-se que quanto mais acentuada era a diferença, mais as pessoas encontravam-se insatisfeitas com o ambiente, conforme pode-se observar na Figura 9.

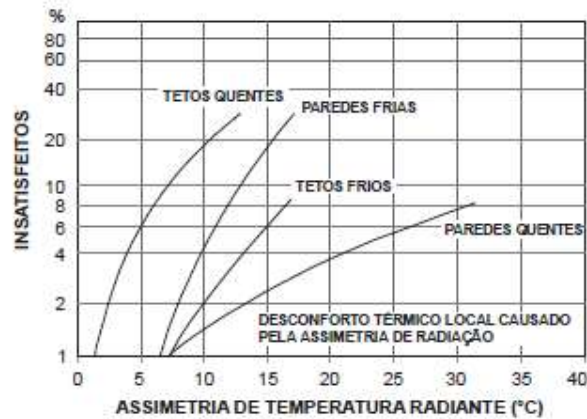


Figura 9: Percentagem de pessoas insatisfeitas pela assimetria de radiação (ASHRAE 55/2010).

6.4.4.3. Correntes de ar

A corrente de ar dá origem ao arrefecimento ou aquecimento localizado em alguma parte do corpo humano e interfere no conforto térmico das pessoas devido a sua influência nos processos de troca de calor do corpo com o meio. Esta influência pode ser benéfica, quando o aumento da velocidade do ar provoca uma desejável aceleração nos processos de perda de calor do corpo; ou prejudicial, quando a perda de calor é indesejável e provoca o arrefecimento excessivo do corpo no geral, ou de uma das suas partes, efeito internacionalmente conhecido como *draught*. O desconforto causado por estas correntes de ar indejesáveis, predominam quando o voto de sensação térmica acontece abaixo ou acima do neutro, sendo um problema bastante comum de se verificar.

Pode-se deste modo afirmar que sensação térmica é bastante influenciada pela intensidade da ventilação, particularmente em climas húmidos, onde a ventilação representa um factor necessário para diminuir o desconforto causado pelo calor através do processo evaporação do suor. Esta contribuição da ventilação na remoção de calor varia de acordo com a temperatura do ar e também com a humidade relativa deste.

Velocidade do ar esta grandeza é definida por sua magnitude e direcção. No caso de ambientes térmicos, considera-se a velocidade efectiva do ar. A velocidade do ar (V_a) para qualquer ponto no espaço varia com o tempo e estas variações devem ser registadas.

A intensidade da turbulência do fluxo de ar (T_u) é dada pelo quociente entre o desvio padrão (SD) das velocidades instantâneas e a velocidade média (V_a), expressa geralmente em percentagem:

$$T_U = \frac{SD}{v_a} * 100 \quad (12)$$

Constatou-se em estudos reais, que as pessoas suportam estas agressões de maneira diferenciada, conforme a temperatura do meio a que se encontra. Os limites de velocidade do ar são descritos na ASHRAE 55/2010 e na ISO 7730/2005 é apresentada uma equação para o cálculo do desconforto localizado em percentagem DR (%).

Para avaliar o risco de desconforto causado pelas correntes de ar, Fanger (1970), desenvolveu um modelo mais comum com base em experiências laboratoriais. Este modelo agrupa três parâmetros físicos: temperatura do ar, velocidade média do ar e intensidade de turbulência do ar, que é utilizado para determinar a percentagem de pessoas insatisfeitas com as correntes ar.

$$DR = (34 - t_a) * (v_m - 0,05)^{0,62} * (0,37 * v_m * t_u + 3,14) \quad (\%) \quad (13)$$

Temos:

DR - Percentagem de pessoas insatisfeitas com movimentação do ar;

v_m – Velocidade média do ar (m/s);

t_a - Temperatura do ar (°C);

t_u - Intensidade de turbulência do ar (%).

Os valores da velocidade do ar considerados aceitáveis para um ambiente confortável, no desenvolvimento de diferentes actividades variam de 0,1 a 1,5 m/s, de acordo com vários autores. Contudo, várias constatações sugerem que a movimentação do ar é desejada quando a temperatura é tida como elevada.

Segundo Lamberts *et al.* (2013), para se obter ambientes climatizados de forma vantajosa, é necessário aumentar a velocidade do ar ao invés de reduzir a temperatura e a humidade relativa, alcançando equivalentes níveis de conforto. Este aumento da velocidade do ar poderá ser uma eficiente solução, desde que a montante sejam verificadas e analisadas todas as condicionantes que podem influenciar a medida, de forma que seus efeitos sejam

acrescidos. Nestas condicionantes destacam-se: o clima, as necessidades, a finalidade dos edifícios e outras.

6.4.4.4. Superfícies/pisos aquecidas ou arrefecidas

O desconforto local nos pés e outras partes do corpo podem ser verificados quando a superfície/piso estiver aquecida ou arrefecida, normalmente pelo contacto directo. A temperatura do piso influencia de certa forma na construção de edifícios (isolamento do piso e camada de contrapiso). Olesen (1982), em alguns estudos realizados, referentes à resposta das pessoas em relação à temperatura do piso, constatou que quando as pessoas encontram-se calçadas normalmente, o material de acabamento do piso não é importante, mas em locais onde normalmente as pessoas encontram-se descalças, este pormenor é fundamental.

A Figura 10 ilustra a percentagem prevista de pessoas insatisfeitas, em relação a temperatura do piso. Estes valores são aplicáveis às pessoas que calçam sapatos, não sendo aplicável às pessoas descalças e nem para situações onde as pessoas estão sentadas no piso.

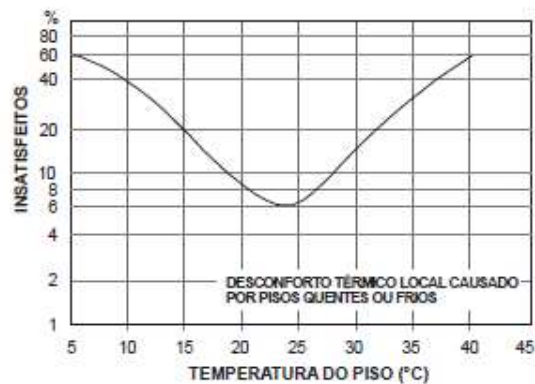


Figura 10: Percentagem de pessoas insatisfeitas com superfícies/pisos frias ou quentes (ASHRAE 55/2010)

Segundo (ASHRAE 55/2010) a faixa de temperatura permitida nas superfícies e pisos é de: 19 a 29 °C

6.5. Stress térmico

O *stress* térmico pode ser considerado como estado psicofisiológico a que uma pessoa é submetida, quando exposta a situações ambientais extremas de frio ou calor, que causam

reações típicas do organismo, tais como síndrome de alerta e de adaptação. Lamberts *et al.* (2013).

Os trabalhadores quando submetido às condições de stress, no desempenho das suas actividades, têm entre vários sintomas, a debilitação do estado da saúde, alterações das reações psicológicas, sensoriais e a redução da capacidade de produção. Contudo, é extremamente importante conhecer as condições ambientais que possam levar a este estado, bem como se observar o tipo de trabalho e o tempo de exposição a tal situação.

Os ambientes térmicos podem ser classificados em três tipos: Quentes, Frios ou Neutros, (Miguel, 2010).

6.5.1. Ambiente térmico quente

Estes ambientes são caracterizados por condições do meio que levam a ocorrência de *stress* por calor. Várias pesquisas têm sido feitas com vista a estudar estas condições, bem como para fixar um índice aceitável que caracterize estes ambientes de trabalho ou situações particulares. Existem vários índices para esta caracterização, dos quais dois merecem estudos mais aprofundados, pois são referências normativas para a avaliação e determinação do stress térmico:

1. Índice de Bolbo Húmido e Temperatura de Globo (IBHTG em português ou WBGT- *Wet Bulb and Globe Temperature*, em inglês) e;
2. Índice de Stress Térmico, actualmente mais conhecido como Taxa Requerida de Exsudação (SW_{req}).

Para além destes índices, o estado de stress ou tensão térmica também pode ser determinado por medições fisiológicas do corpo humano.

6.5.1.1. Ambiente térmico quente – Estimativa do stress por calor sobre o trabalhador, baseado no IBHTG

O presente método foi desenvolvido por Minard e Yaglou (1957) e aplica-se na avaliação do efeito do calor sobre o trabalhador durante um período representativo no desempenho da sua actividade, porém não se aplica na avaliação do *stress* por calor ocorrido durante períodos muito curtos, nem na avaliação próximo à zona de conforto.

I. Princípios gerais:

Conforme Lamberts *et al.* (2013) o *stress* por calor depende da produção interna de calor do corpo pela actividade física e das características ambientais do local de trabalho que permitam a troca de calor entre o corpo e o meio. Desta forma, o *stress* térmico depende: da carga térmica interna do organismo e as características ambientais.

A carga térmica interna do organismo resulta da produção da energia metabólica causada pela actividade. As características ambientais são referentes à temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade e a humidade relativa do ar.

O IBHTG determina-se pelo conhecimento de dois parâmetros ambientais derivados, a temperatura do bolbo húmido ventilado naturalmente (t_{bn}), que é a temperatura fornecida por um sensor de temperatura coberto por um pavio molhado e ventilado naturalmente. É, neste caso, diferente da temperatura termodinâmica ou de bolbo húmido (t_{bu}) determinada com psicrómetro, utilizada para a obtenção da humidade do ar. E a temperatura do globo (t_g), obtida por um sensor de temperatura localizada no centro de um globo.

Em certas avaliações onde se tenha a presença da radiação solar (caso da Indústria Extrativa) torna-se necessário conhecer a temperatura do ar (t_{bs} ou t_a). Assim sendo, o índice IBHTG pode ser calculado através das expressões:

- Ambientes internos ou externos sem radiação solar directa:

$$IBHTG = 0,7t_{bn} + 0,3t_g \quad (14)$$

- Ambientes externos com radiação solar directa:

$$IBHTG = 0,7t_{bn} + 0,2t_g + 0,1t_a \quad (15)$$

Os cálculos para a determinação dos valores médios levam em conta as variações espaciais e temporais dos parâmetros considerados. Os dados recolhidos e calculados são comparados com valores de referência existentes (Tabela A.1 da ISO 7243/89) e quando necessário, caso os valores encontrados não estejam nos limites aceitáveis, deve-se:

- Reduzir directamente o índice no local de trabalho através de técnicas e métodos adequados para o efeito;
- Realizar análises mais detalhadas de *stress* térmico utilizando outros métodos mais elaborados e de fácil aplicação prática.

II. Valores de Referência das Classes de Taxas Metabólicas e o IBHTG

Os valores apresentados na Tabela 8 leva em conta um indivíduo vestido normalmente ($I_{cl} = 0,6 \text{ Clo}$), saudável e em condições para o desempenho das suas actividades. Estes valores de referência podem ser alterados de acordo com os tipos, as propriedades do vestuário e do ambiente em análise. E para situações em que não é possível determinar a actividade de uma forma precisa, recomenda-se a utilização de taxa metabólica mais alta (de Classe 4).

Tabela 8: Valores de Referência das Classes de Taxas Metabólicas e o IBHTG, adaptado (ISO 7243/89).

Classe de Taxa Metabólica	Taxa Metabólica		Valores de Referência de IBHTG			
	Relativa à unidade de área (W/m^2)	Taxa Total (W)	Pessoas aclimatizadas expostas ao calor ($^{\circ}\text{C}$)		Pessoas não aclimatizadas expostas ao calor ($^{\circ}\text{C}$)	
(0) Descanso	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
(1) T.M Baixa	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
(2) T.M Moderada	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
(3) T.M Alta	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	Sem mov. de ar: 25	Com mov. d e ar: 26	Sem mov. de ar: 22	Com mov. de ar: 23
(4) T.M Muito Alta	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

Os valores de referência representam os níveis de exposição através dos quais, em determinadas condições específicas e normatizadas, qualquer pessoa possa ficar exposta sem quaisquer riscos à sua saúde. Estes níveis devem respeitar e levar em consideração outros limites que possam ser fixados por outros motivos importantes, como as alterações psicológicas e sensoriais, que podem originar acidentes de trabalho.

Para o caso dos trabalhos na Indústria Extrativa e de Transformação as classes de Taxas Metabólicas situam-se entre Moderada a Muita Alta, respectivamente. Tendo em conta o tipo de actividades desenvolvidas e o valor médio das taxas metabólicas tabeladas.

6.5.1.2. Ambiente térmico quente - Determinação e interpretação do stress térmico, através do cálculo da Taxa Requerida de Exsudação (SWreq)

De acordo com a ISO 7933/2004, este índice especifica um método de avaliação analítica e interpretação do *stress* térmico de um trabalhador num ambiente quente. O mesmo descreve o método de cálculo de equilíbrio de calor, quanto à taxa de exsudação que o corpo humano deveria produzir (requerida), para manter este equilíbrio.

Hackenberg (2000) salienta que esta norma determina os parâmetros que devem ser modificados para reduzir o risco de carga fisiológica e o tempo máximo de exposição admissível. Avalia o ambiente, isolamento do vestuário, taxa metabólica das pessoas expostas ao ambiente quente, utilizados no cálculo da troca de calor entre as pessoas e o ambiente. E estabelece os valores limites, risco da carga de calor e perda máxima de água permitida, de modo a manter o equilíbrio de água e minerais do corpo.

O Anexo F apresenta algumas Normas conducentes à determinação, interpretação e controlo do *stress* térmico, através do IBHTG, Taxa Requerida de Exsudação (SWreq), entre outras. No Anexo G são apresentados alguns cálculos para a demonstração na determinação e variação de alguns parâmetros no estudo do conforto e *stress* térmico.

6.5.2. Ambiente térmico frio

Os ambientes térmicos frios são caracterizados por condições ambientais que levam a situações de *stress* por frio. Mesmo sendo em número mais reduzido que no caso de ambientes quentes, estes ambientes e seus efeitos sobre o homem também foram objecto de vários estudos. Sendo que os principais índices para determinar a situação de *stress* térmico por frio conhecidos por “Índice de Isolamento Requerido do Vestuário (IREQ)”, desenvolvido por Holmer em 1984 e o Índice de Vento Frio- CWI, Lamberts *et al.* (2013).

6.5.3. Ambiente térmico neutro

Conforme Miguel (2010), o ambiente térmico neutro é caracterizado por uma produção de calor metabólico equilibrado pelos desperdícios de calor sensível, por perdas pela respiração insensível, ou seja, o balanço térmico é igual à zero.

7. CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

7.1. Conclusões

Com o desenvolvimento do presente trabalho, cujo objectivo principal era analisar e propôr melhorias ao plano de segurança e saúde da empresa NCCM/ZEC, chegou-se às seguintes conclusões:

A empresa NCCM/ZEC apresenta um PSS que foi concebido para assegurar o cumprimento dos requisitos da Lei de Minas (nº 14/2002 de 26 de Junho) e a Regulamento (Decreto nº 62/2006 de 26 de Dezembro) de Moçambique, assim como vários ítems que fazem parte do Regulamento de Segurança Técnica e de Saúde nas Actividades Geológico-Mineiras (Decreto nº 61/2006 de 26 de Dezembro), os Requisitos Corporativos da Empresa e Normas Industriais de Boas Práticas Internacionais, no que diz respeito às fases da prospecção e o ciclo completo da exploração mineira.

A mesma aborda no seu plano, estratégias para a gestão de segurança e saúde focada na gestão de riscos, prevenção e controlo dos perigos durante o andamento do projecto, como forma de garantir a preservação dos recursos humanos, financeiros e materiais, através de uma boa articulação (estabelecimento, implementação e acompanhamento), reduzindo significativamente as perdas que possam surgir.

Uma gestão eficaz e à altura das exigências, com vista a responder às emergências, primeiros socorros, riscos ambientais e comunitários será definida e estabelecida no projecto do grupo, com o envolvimento de todas as pessoas afectadas.

Serão desenvolvidos e estabelecidos na construção e operação do projecto procedimentos operacionais padrão e planos que visam formar e informar as partes envolvidas no processo, garantindo a sua inclusão e participação nas mais diversificadas vertentes de prevenção dos riscos, assim como todos ítems imprescindíveis para uma resposta eficaz aos perigos a saúde e segurança no projecto.

Em suma, para as fases iniciais do projecto (prospecção e exploração mineira), o plano apresentado pelo grupo apresenta uma abordagem clara e devidamente estruturada, visto que os pontos a serem tomados em consideração vão ao alcance de um sistema integrado de gestão da segurança e saúde. Porém, não se encontram definidas as Normas e procedimentos a serem estabelecidas e implementadas na matéria da segurança e saúde para as fases subsequentes do projecto.

A eficiência, o rendimento intelectual e físico do ser humano são fortemente influenciadas pelo conforto térmico. De uma forma geral, o conforto térmico depende de factores, ambientais (temperatura do ar, velocidade relativa do ar, humidade relativa e a temperatura média radiante) e pessoais (taxa metabólica produzida pelo indivíduo e o isolamento térmico do vestuário). Existem vários índices para a avaliação do conforto térmico que visam estabelecer condições ambientais adequadas à execução de diferentes actividades.

7.2. Recomendações

Que a empresa aplique e use como referência as Normas Nacionais, Internacionais e de Boas Práticas Industriais em vigor, algumas delas referenciadas no presente trabalho que se enquadram no processo produtivo desde a implantação até a fase final do projecto. Tendo em conta o recurso humano como um bem precioso e indispensável para o alcance dos seus objectivos, indo ao encontro das suas estratégias de segurança e saúde.

A incorporação de um sistema de gestão de riscos, prevenção e/ou protecção de danos, segurança dos trabalhadores e do empreendimento, nas fases do beneficiamento do minério e na produção da energia eléctrica no seu PSS conforme alguns princípios apresentados no presente trabalho.

A monitorização regular do meio, o controlo do conforto e *stress* térmico utilizando questionários de pesquisa instantâneos em diversos locais de trabalho e áreas com potencialidades para originar doenças e acidentes de trabalho durante a vigência do projecto; como um método de identificação, avaliação e controlo dos riscos.

A elaboração e divulgação de mapas que apresentam os diferentes riscos em áreas de trabalho, com afixação destes em locais de maior concentração da massa laboral e de fácil visualização do público envolvido nas actividades da empresa.

Que o grupo aplique a metodologia dos quatro ciclos, PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) nas suas mais diversificadas actividades como um sistema adequado da gestão de risco, através do: Planeamento (P) - Estabelecer objectivos e processos para o seu alcance; Fazer (D) – Implementar/Executar, isto é, colocando-os em prática; Verificar (C) – Monitorar, Medir os processos e produtos/serviços, de acordo com os requisitos previamente estabelecidos; e Agir (A) – Actuar/Ações Correctivas para aprimorar os processos, visto que esta é uma ferramenta amplamente utilizada para um eficaz controlo dos processos, materiais e

métodos com vista a alcançar uma melhoria contínua na gestão da segurança e saúde no trabalho.

7.3. Perspectivas Futuras

Como perspectiva futura propõe-se uma avaliação da implementação e eficácia do plano da segurança e saúde da empresa em estudo. Para tal, esta avaliação será feita através dos Indicadores de Desempenho do SGSST. Segundo Kaoru (1993), apenas é possível gerir o que conhecemos e para conhecermos é preciso estabelecer, implementar, medir e avaliar.

Os indicadores de desempenho de segurança e saúde consistem em dar a conhecer o estágio de execução do plano e a política de segurança dentro da organização, em termos de resultados e ao mesmo tempo torna-se uma ferramenta para medição do desempenho da implementação destes processos.

Cada empresa pode optar por diferentes indicadores e seus próprios registos de acordo com a abrangência que esta pretenda alcançar e por ela achadas convenientes, de forma a dar respostas aos requisitos legais de gestão da segurança e saúde e o sistema interno da organização.

Assim sendo, a empresa deve manter o registo de todos dados e informações necessárias em termos de segurança e saúde, durante e execução do projecto, com vista a determinar os Índices de Sinistralidade. Com base nestes índices, far-se-á análises da real situação da empresa, na matéria da segurança e saúde em fóruns apropriados, de modo a dar a conhecer aos colaboradores e todos os níveis hierárquicos da organização. Procurando determinar as causas dos acidentes desencadeados e buscar soluções de modo a melhorar as técnicas e processos de gestão de riscos.

Também pode-se considerar como perspectiva para trabalhos futuros, um estudo mais aprofundado no âmbito do conforto e *stress* térmico a que os trabalhadores da Indústria Extrativa e Transformadora estão expostos em regiões de clima tropical, com vista a determinar e tabelar os limites de tolerância para estas áreas.

8. BIBLIOGRAFIA

American Society of Heating and Refrigerating and Air- Conditioning Engineers (ASHRAE) Standard 55-2004, 2010: *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*, Atlanta, USA. Disponíveis em: www.ashrae.org

Amorim, Rodrigues (2001): *Integração de sistemas de qualidade, meio ambiente e segurança*, Anais electrónicos, IETEC, Belo Horizonte, Brasil, 118p.

Ansell, Jake; Wharton, Frank (1992): *Risk- Analysis assessment and management*, Edition: John Wiley & Sons Ltd., England, 220p.

Barbosa Filho, António (2001): *Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental*, Atlas Editora, São Paulo. 158p.

Batalha, Ana (2012): *Identificação de perigos e avaliação de riscos*, Pós-Graduação em Segurança e Higiene no Trabalho, Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal, 55p.

Bernardo, Pedro (2013): *Abordagem quantitativa dos impactes ambientais de desmontes (Estabilidade do maciço remanescente, Projecções e Vibrações)*, Capítulo da 9ª Edição do Curso sobre Explosivos para Responsáveis Técnicos de Pedreiras e Obras de Escavação, Ordem dos Engenheiros da Região Centro de Portugal, Coimbra, 28p.

Calado, Vitor; coord. Delgado Alexandre (2012): *Segurança Operacional em Centrais Termoeléctricas*, 1ª Edição, Porto: SISTEMAQ, Portugal, 143p.

Campos, Falconi (1994): *Gerenciamento da rotina de trabalho do dia-a-dia*, Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 105p.

Decree nº 61/2006 of 26 December: *Technical Safety and Health Regulations for Mining and Geological Activities*, Council of Ministers, Republic of Mozambique, 180p.

Dias, Ana (2013): *Avaliação da percepção da influência do conforto térmico na produtividade*, Dissertação (Mestrado em Engenharia Humana), Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Portugal, 118p.

Eurisko, Estudos Projectos e Consultoria, S.A (2007): *Manual de Boas Práticas, Indústria da Madeira e Mobiliário, Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho*, Editora: Associação Empresarial de Portugal, 240p.

Fanger, Ole (1970): *Thermal comfort - Analysis and applications in environmental engineering*, Copenhagen, Danish Technical Press, 86p.

Farber, José (1991): *Implantação de um Programa de Prevenção e Controlo de Perdas*, Gerência de Riscos, São Paulo, 32p.

Fatureto, Agenor (1998): *Modelo de Gestão de Segurança para a sobrevivência empresarial*, CIPA, Atlas Editora, São Paulo, 160p.

Ferreira, Inês (2008): *Gestão do Risco Industrial numa Central Termoelétrica de Ciclo Combinado*, Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial), Instituto Superior Técnico, Lisboa, 97p.

Fudoli, Josevan; Sherique, Jaques e Salgado, Maria (2013): *Introdução à Engenharia de Segurança (Guia de Estudo, Parte I) – A evolução Histórica da Engenharia de Segurança no Trabalho*, Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Centro de Formação Pitágoras, Brasil, 14p.

Freitas, Luís & Cordeiro, Telma (2013): *Segurança e Saúde do Trabalho - Guia para micro, pequenas e médias empresas*, Edição: Autoridade Para as Condições de Trabalho, Lisboa, 160p.

Guerreiro, Humberto (2013): *Abordagem quantitativa dos impactos ambientais de desmontes (Onda Aérea e Partículas em Suspensão)*, Capítulo da 9ª Edição do Curso sobre Explosivos para Responsáveis Técnicos de Pedreiras e Obras de Escavação, Ordem dos Engenheiros da Região Centro de Portugal, Coimbra, 22p.

Hackenberg, Ana (2000): *Conforto e Stress Térmico em Indústrias*, Tese de Doutoramento (Engenharia Mecânica) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 270p.

Heleodoro, Anderson (2011): *Avaliação de riscos à segurança e saúde do trabalho em uma unidade de beneficiamento de carvão: Estudo de caso*, Pós-Graduação (Engenharia de Segurança do Trabalho), UNESC, Criciúma, Brasil, 46p.

ISO 7243/89: *Ambientes Quentes- Estimativa do stress por calor sobre o trabalhador, baseado no IBHTG (Bulbo Húmido e Temperatura do Globo)*, Geneva.

ISO 7730/94: *Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*, 2nd Edition, Geneva.

ISO 7730/2005: *Ergonomics of the thermal environment- Analytical determination and interpretation of the thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*, Geneva.

ISO 7933/2004: *Ambientes Quentes- Determinação analítica e interpretação do stress térmico, utilizando o cálculo da taxa requerida de suor*, Geneva.

Kaoru, Ishikawa (1993): *Controlo de qualidade total à maneira japonesa*, 2ª Edição, Editora Campus, Belo Horizonte, 220p.

Lamberts, Roberto; Xavier, António e De Vecchi, Solange (2013): *Conforto e Stress Térmico*, Laboratório de Eficiência Energética e Edificações, UFSC: Centro Tecnológico - Departamento de Engenharia Civil, Brasil, 124p.

Lapa, Reginaldo (2006): *Metodologia de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos Operacionais*, Dissertação (Mestrado em Engenharia), Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Escola Politécnica da USP, Brasil, 104p.

Martins, Catarina- Ideias Ambientais (de Silva Chambel), (2006): *Implementação de um Sistema de Gestão da Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho (SGSST): OSHAS 18001/NP 4397*, 1ª Edição – Companhia Pórpria, Formação e Consultoria, Lda, Sacavém.

Miguel, Alberto (2010): *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*, 11ª Edição, Porto Editora, Portugal, 480p.

Minard, David & Yaglou, Pulket (1957): *Control of heat casualties at military training centers. AMA Arch Ind Health*, 16, p302-316.

Ministério da Administração Estatal-MAE (2005): *Perfil do Distrito de Moatize, Província de Tete*, Série Perfis Distritais, Maputo-Moçambique, 89p.

Ministério dos Recursos Minerais- MIREM (2008): *Carta Geológica de Moçambique, Escala 1:10⁶*, folha NW, Edição: Direcção Nacional de Geologia, Maputo, Moçambique.

Morgado, Cláudia (2012): *Segurança e saúde do Trabalho*.
www.del.ufrj.br/~victor.esteves/Seguranca/SAUDE_SEGURANCA_TRABALHO.pdf

NEML (2012): *Resumo Executivo - Relatório do Estudo Definitivo de Viabilidade, Secção 0*, Documento Interno.

NEML (2012): *Segurança e saúde - Relatório do Estudo Definitivo de Viabilidade, Secção 10*, Documento Interno.

NP 4397/2008: *Requisitos do Sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho*, Instituto Português da Qualidade, 2ª Edição, Portugal.

OHSAS 18001/2007: *Série da Avaliação da Segurança e saúde do Trabalho, Sistemas de gestão da Segurança e da Saúde do Trabalho – Requisitos*, 2007.

Olesen, B.W (1982): *Thermal Comfort*, Bruel and Kjaer, Technical Review, 2nd Edition.

Seiffert, Mari (2008): *Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14001) e Segurança e saúde Ocupacional (OHSAS 18001)*, Vantagens da Implantação Integrada, Atlas Editora, São Paulo, 187p.

Vasconcelos, Lopo (1995): *Contribuição para o conhecimento dos carvões da Bacia Carbonífera de Moatize, Província de Tete, República de Moçambique*, Tese (Doutoramento em Geologia), Volume I, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto-Portugal, 243p.

Ruído	
Norma	Abordagem
Decreto-Lei n.º 9/2007 (de 17 de Janeiro)	Regulamento Geral do Ruído
Decreto-Lei n.º 182/2006 (de 06 de Setembro)	Estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde na exposição dos trabalhadores aos riscos devido ao ruído.
NP: 1730/1996	Acústica- descrição e medição do ruído: Parte I- Grandezas Fundamentais e Procedimentos; Parte II: Recolha de dados relevantes, Parte III: Aplicação dos limites do ruído.
NP: 1733/1981	Fixa a técnica para estimar exposição ao ruído no exercício de uma actividade profissional, com o objectivo de proteger a audição.

Vibrações	
Norma	Abordagem
Decreto-Lei n.º 40/2006 (de 24 de Fevereiro)	Prescrições mínimas de segurança e saúde do trabalho na exposição dos trabalhadores a vibrações.
NP: 2041/1986	Saúde e Segurança no Trabalho, limites de exposição do sistema braço-mão para às vibrações.
Portaria n.º 457/83 (de 19 de Abril), que institui a NP: 2074	Avaliação da influencia das vibrações em construções provocadas por explosões ou solicitações similares.
NP: 1673/1980	Avaliação da reacção à excitação global do corpo por vibrações mecânicas.

Projecção de Rochas	
Norma	Abordagem
Decreto-Lei N° 162/90 (de 22 de Maio)	Regulamenta a segurança industrial nas minas e pedreiras. Capítulo XII, dedicado às normas a observar no uso de explosivos e apresenta duas breves referências para o efeito das projecções de rochas (Artigo 98 e 101).

Partículas Sólidas em Suspensão	
Norma	Abordagem
Decreto – Lei N° 102/2010 (de 23 de Setembro)	Estabelece o regime de avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente e os valores limites e margens de tolerância das partículas sólidas em suspensão para as concentrações de PM ₁₀ em (µg/m ³).
NP 1796/2007	Segurança e Saúde no Trabalho – Valores limite de exposição profissional a agentes químicos.
Decreto-Lei N° 162/90 (de 22 de Maio)	Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras. Artigo 147 - Estabelece as concentrações máximas admissíveis para poeiras nos locais de trabalho em função da sílica existente.

Riscos Eléctricos	
Norma	Abordagem
Decreto-Lei n.º 517/80 (de 31 de Outubro)	Normas a observar na elaboração dos projectos das instalações eléctricas de serviço particular.
Decreto Regulamentar n.º 90/84 (de 26 de Dezembro)	Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão.
Decreto-Lei n.º 226/2005 (de 28 de Dezembro)	Regras técnicas para o estabelecimento e exploração de instalações de energia eléctrica de baixa tensão.
Decreto-Lei n.º 6/2008 (de 10 de Janeiro)	Segurança que deve ser exigida ao equipamento eléctrico destinado a ser utilizado entre certos limites de tensão.

Riscos de Incêndio e Explosão/Emergências	
Norma	Abordagem
Lei n.º 102/2009 (de 10 de Setembro)	Regime Jurídico da promoção da segurança e da saúde no trabalho
Decreto-Lei n.º 112/96 (de 5 de Agosto)	Estabelece regras de segurança e de saúde relativas aos aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas
Decreto-Lei n.º 236/2003	Prescrições mínimas de SST dos trabalhadores expostos a atmosferas

(de 30 de Setembro)	explosivas
Decreto-Lei n.º 220/2008 (de 12 de Novembro)	Regime jurídico de segurança contra incêndios em edifícios (SCIE)
Portaria n.º 1532/2008 (de 29 de Dezembro)	Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE)

ANEXO D - Riscos de Radiações e Riscos de Trabalho com Substâncias Perigosas

A4

Riscos de Radiações	
Norma	Abordagem
Decreto-Lei n.º 180/2002 (de 8 de Agosto)	Estabelece as regras relativas à protecção da saúde das pessoas contra os perigos resultantes de radiações ionizantes em exposições radiológicas médicas.
Decreto-Lei n.º 165/2002 (de 17 de Julho)	Competências dos organismos intervenientes na área da protecção contra radiações ionizantes, bem como os princípios gerais de protecção.
Decreto-Lei n.º 151-A/2000 (de 20 de Julho)	Estabelece o regime aplicável ao licenciamento de redes e estações de radiocomunicações e à fiscalização da instalação das referidas estações e da utilização do espectro radioelétrico.
Resolução da Assembleia da República n.º 53/2002	Código de conduta e boas práticas para a instalação de equipamentos que criam campos electromagnéticos.

Decreto-Lei n.º 140/2005 (de 17 de Agosto)	Estabelece os valores de dispensa de declaração do exercício de práticas que impliquem risco resultante das radiações ionizantes.
Lei n.º 25 /2010 (de 30 de Julho)	Estabelece as prescrições mínimas para protecção dos trabalhadores contra os riscos para a saúde e a segurança devidos à exposição, durante o trabalho, a radiações ópticas de fontes artificiais.

Riscos de Trabalho com Substâncias Perigosas	
Norma	Abordagem
Decreto-Lei n.º 301/2000 (de 18 de Novembro)	Protecção dos trabalhadores contra os riscos ligados à exposição a agentes cancerígenos ou mutagénicos durante o trabalho.
Decreto-Lei n.º 41-A/2010 (de 29 de Abril)	Regula o transporte terrestre, rodoviário e ferroviário, de mercadorias perigosas.
Agentes Químicos	
Decreto-Lei n.º 24/2012 (de 06 de Fevereiro)	Estabelece as prescrições mínimas em matéria de protecção dos trabalhadores contra os riscos para a segurança e a saúde devido à exposição a agentes químicos no trabalho e estabelece uma terceira lista de valores limite de exposição profissional (indicativos) a agentes químicos.
Agentes Biológicos	

Decreto-Lei n.º 84/97 (de 16 de Abril)	Protecção da segurança e saúde dos trabalhadores contra os riscos resultantes da exposição a agentes biológicos durante o trabalho.
Portaria n.º 405 / 98, de 11 de Julho, alterada pela Portaria n.º 1036/98, de 15 de Dezembro.	Aprova a lista de agentes biológicos classificados para efeitos da prevenção de riscos profissionais.

ANEXO E - Sinalização de Segurança e Primeiros Socorros

A5

Sinalização de Segurança	
Norma	Abordagem
Decreto-Lei n.º 141/95 (de 14 de Junho)	Estabelece prescrições mínimas para a sinalização de segurança e de saúde no trabalho.
Portaria n.º 1456-A/95 (de 11 de Dezembro)	Prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e saúde no trabalho.

Primeiros Socorros	
Norma	Abordagem
Lei n.º 102/2009 (de 10 de Setembro)	Regime Jurídico da promoção da segurança e da saúde no trabalho

Conforto Térmico	
Norma	Abordagem
<i>ISO 7730/2005; ISO 7730/94</i>	Normas para o conforto térmico
Anexo A (Informativo)	Exemplos de requisitos de conforto térmico para diferentes categorias de ambiente e tipos de espaço.
Anexo B (Informativo)	Taxas metabólicas para diferentes actividades. Este fornece as taxas metabólicas para algumas actividades quotidianas. Para informações mais detalhadas sobre taxas metabólicas deve-se consultar a ISO 8996/2004.
Anexo C (Informativo)	Apresenta a estimativa de isolamento térmico do vestuário, assim como os valores básicos de isolamento térmico para trajes típicos e peças de roupas.
Anexo D (Normativo)	<i>Software</i> para o cálculo do Voto Médio Estimado, PMV e Percentagem de Pessoas Insatisfeitas, PPD.
Anexo E (Normativo)	Tabelas para a determinação do PMV, para humidade relativa de 50%. Este anexo apresenta tabelas para a determinação do PMV em função do vestuário, temperatura operativa e velocidade relativa do ar.
Anexo F (Informativo)	Humidade

Anexo G (Informativo)	Velocidade do ar
Anexo H (Informativo)	Avaliação do período longo das condições gerais do conforto térmico.
<i>ASHRAE Standard 55/2010</i>	Norma americana que especifica as condições ambientais térmicas aceitáveis em espaços condicionados artificialmente, espaços ventilados naturalmente e mistos.

Stress térmico	
Norma	Abordagem
<i>ISO 9886/2004</i> - Avaliação da tensão térmica, através de medições fisiológicas.	Descreve os métodos para medições e interpretações de dados fisiológicos de pessoas expostas a ambientes termicamente desconfortáveis. Os parâmetros fisiológicos a serem medidos e interpretados são: temperatura interna do corpo, temperatura da pele, taxa cardíaca e perda de massa corporal. Esta fornece também os limites aceitáveis das respectivas variáveis tanto em ambientes quentes, como nos frios.
<i>ISO 7933/2004</i> - Ambientes Quentes: Determinação analítica e interpretação do stress térmico, utilizando o cálculo da taxa requerida de suor.	Especifica um método de avaliação e interpretação do stress térmico a que um indivíduo esta sujeito, em um ambiente quente, pelo índice da taxa requerida de suor (SW_{req}). Estabelece um método para o cálculo do balanço térmico e o

	cálculo da taxa de suor requerida pelo corpo para manter-se em equilíbrio.
<i>ISO 7243/1989</i> - Ambientes Quentes: Estimativa do stress por calor em trabalhadores, baseado no IBHTG (WBGT).	Estabelece um método que pode ser facilmente utilizado em ambientes industriais e permite fazer um diagnóstico de forma rápida
<i>ISO/TR 11079/2007</i> - Avaliação de ambientes frios: Determinação do isolamento requerido dos vestuários (IREQ).	Propõe métodos e estratégias, de modo a se verificar o stress térmico associado à permanência em ambientes frios através da utilização do índice IREQ. Os métodos aplicam-se a casos de exposição ocasional, intermitente ou contínua, em ambientes externos, assim como internos.