

ÂNDREA RODRIGO PILAN PEREIRA

ANÁLISE OCUPACIONAL NA ATIVIDADE DE CHAPISCO EM EXTRAÇÃO DE
CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR

São Paulo
2019

ÂNDREA RODRIGO PILAN PEREIRA

ANÁLISE OCUPACIONAL NA ATIVIDADE DE CHAPISCO EM EXTRAÇÃO DE
CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Especialista
em Higiene Ocupacional.

São Paulo
2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha avó-mãe Tereza (*in memoriam*), que infelizmente não pode estar presente neste momento tão feliz da minha vida, mas que não poderia deixar de dedicar a ela, pois se hoje estou aqui, devo muitas coisas a ela e por seus ensinamentos e valores passados. Obrigada por tudo! Saudades sim, tristeza não!

Aos meus pais Joaquim (*in memoriam*) e Maria que me colocaram neste mundo e me deram esta oportunidade de celebrar a vida.

A minha esposa Camila, que foi a pessoa que esteve sempre ao meu lado, incentivando-me e dando forças para que eu acreditasse nos estudos.

Aos meus filhos Letícia, Ana Eloisa, João Pedro, Maria Luiza e Renato que a cada obstáculo que encontrei foram minhas fontes de força e superação para encarar, concretizar e encerrar mais uma etapa desta caminhada da minha vida.

Aos meus pais de criação Donizete e Maria de Lourdes que foram minha fortaleza na criação e educação.

As minhas irmãs Marcela, Larissa e Tereza por se fazer presente na minha infância e nesta vitória.

A minha querida Sonea por toda paciência e por me ajudar muitas vezes a achar soluções quando elas pareciam não existir.

Aos meus amigos, que me apoiaram e que sempre estiveram ao meu lado durante esta longa caminhada.

A Marcos Rosolen, Dr. Rubens Miranda e Ângelo Aléssio, três pessoas fundamentais em minha vida, que me ajudaram e impulsionaram no início da minha carreira estudantil e profissional.

A vocês meus familiares e amigos dedico este trabalho e todo meu carinho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado à vida, a sabedoria e permitir alcançar este sonho.

A esta instituição de ensino, seu corpo docente, coordenação, direção e administração que me proporcionou todos os recursos para que hoje eu fosse capaz de vislumbrar um horizonte superior construído no mérito e na ética.

E a todos que direta e indiretamente desempenharam um papel na minha formação, o meu muito obrigado.

EPÍGRAFE

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada.
Apenas dê o primeiro passo” (Martin Luther King).

RESUMO

O presente trabalho visa apresentar os resultados do estudo de uma atividade específica realizada no setor de extração de caldo em uma indústria do setor sucroenergético da cidade de Rio Brilhante-MS. Essa empresa possui e desenvolve atividades relacionadas à produção de etanol, açúcar e cogeração de energia, e como consequência seus trabalhadores acabam expostos a uma série de riscos ambientais. Por isso, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a exposição ocupacional dos trabalhadores que ocupam a função específica dos trabalhadores que fazem a soldagem de chapisco de moenda na atividade do setor de extração, realizando para isso uma análise qualitativa dos postos de trabalho e quantitativa da exposição. Para esta avaliação foi levado em consideração aspectos como: a utilização de equipamentos de proteção individual, a existência de medidas de controle ambiental e os resultados contidos no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA. Verificou-se que os problemas mais críticos estão relacionados à ausência de captação dos fumos metálicos gerados durante os processos de soldagem e com a especificação correta e utilização dos Equipamentos de Proteção Individual - EPI. Dessa maneira os principais riscos ambientais encontrados durante a visita foram: risco físico, químico e ergonômico. O trabalho é dividido essencialmente em duas partes, na primeira, uma revisão bibliográfica aborda os aspectos teóricos dos riscos ambientais e de soldagem. Na segunda passa-se a análise do PPRA onde está descrita o reconhecimento dos riscos ambientais, os resultados das avaliações e as medidas de controle proposta na atividade de trabalho nesta empresa. Assim, nesse trabalho teórico-prático, verifica-se a importância de se considerar as questões ambientais desde o envolvimento dos trabalhadores no cumprimento de normas de segurança, quanto à organização da empresa em fornecer uma estrutura adequada que possibilite essa prática, pois ambas impactam na melhoria da segurança do ambiente de trabalho.

Palavras-chave: soldagem de chapisco de moenda, riscos ambientais, ambiente de trabalho.

ABSTRACT

This paper deals with a study of a specific activity carried out in the juice extraction sector in a sugarcane industry in the city of Rio Brilhante-MS. This company owns and develops activities related to the production of ethanol, sugar and energy cogeneration, and as a consequence its workers end up exposed to a series of environmental risks. Therefore, this work was developed with the objective of analyzing the occupational exposure of workers who occupy the specific function of workers who mill clinker welding in the extraction sector activity, performing for this a qualitative analysis of the jobs and exposure. For this evaluation, we considered aspects such as: the use of personal protective equipment, the existence of environmental control measures and the results contained in the Environmental Risk Prevention Program - PPRA. It was found that the most critical problems are related to the absence of capture of metal fumes generated during welding processes and the correct specification and use of Personal Protective Equipment - PPE. Thus the main environmental risks encountered during the visit were: physical, chemical, and ergonomic risk. The work is essentially divided into two parts. In the first part, a literature review addresses the theoretical aspects of environmental and welding hazards. The second is the analysis of the PPRA, which describes the recognition of environmental risks, the results of the assessments and the control measures proposed in the work activity in this company. Thus, in this theoretical-practical work, it is important to consider environmental issues since the involvement of workers in compliance with safety standards, as the organization of the company to provide an appropriate structure that enables this practice, as both impact on the improved work environment safety.

Keyword: milling slab welding, environmental hazards, working environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aplicação de revestimento duro nas ranhuras (dentes) da moenda.....	14
Figura 2 - Região no arco da soldagem com eletrodos revestidos.....	19
Figura 3 - Equipamento para soldagem SMAW.....	20
Figura 4 – Reações do organismo ao calor.....	25
Figura 5 – Aclimação ao calor.....	30
Figura 6 – Estimativa da velocidade do ar.....	31
Figura 7 – Classificação do tipo de atividade em regime de trabalho intermitente.....	33
Figura 8 – Taxa de metabolismo por atividade.....	34
Figura 9 – Máximo Valor de IBUTG médio para cada grau do metabolismo.....	35
Figura 10 – Fórmula para média ponderada de metabolismo e IBUTG.....	35
Figura 11 – BOTSBALL ou Termômetro de Globo Úmido.....	36
Figura 12 – Limites de tolerância para trabalho em ambientes quentes.....	37
Figura 13 – Espectro Eletromagnético e os TLVs relacionados.....	38
Figura 14 – Radiação não ionizante e suas denominações em função dos parâmetros comprimento de onda e frequência.....	38
Figura 15 – Efeito da radiação UV na pele.....	43
Figura 16 – Descarga de cana-de-açúcar.....	51
Figura 17 – Moenda de extração de cana-de-açúcar.....	51
Figura 18 – Chapisco de rolo de moenda (rolo superior de entrada).....	52
Figura 19 – Chapisco de rolo de moenda (rolo superior de saída).....	52
Figura 20 – Chapisco de rolo de moenda (rolo inferior de saída).....	53
Figura 21 – Limite de tolerância para atividades com exposição ao calor com descanso no próprio local de trabalho.....	56
Figura 22 – Ingredientes presentes no revestimento do eletrodo utilizado no chapisco.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e aplicações principais do processo SMAW.....	20
Tabela 2 - Resultado avaliação de ruído.....	57
Tabela 3 - Resultado avaliação de exposição ao calor.....	58
Tabela 4 - Resultado cádmio.....	58
Tabela 5 - Resultado cromo.....	58
Tabela 6 - Resultado cobre.....	59
Tabela 7 - Resultado ferro.....	59
Tabela 8 - Resultado manganês.....	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 A MOENDA	13
2.2. HIGIENE E SEGURANÇA NA SOLDAGEM	15
2.3 RISCOS DO PROCESSO DE SOLDAGEM.....	16
2.4 DEFINIÇÃO DE SOLDAGEM.....	17
2.5 PROCESSOS DE SOLDAGEM	18
2.5.1 Processo de Soldagem por Fusão (ou por alteração)	18
2.5.2 Soldagem com eletrodos revestidos	18
2.6 RISCOS FÍSICOS	21
2.6.1 Ruído.....	21
2.6.2 Calor.....	212
2.6.2.1 Mecanismo de trocas térmicas	213
2.6.2.2 Reações do organismo ao calor	214
2.6.2.3 Golpe de calor (hipertemia ou choque térmico)	215
2.6.2.4 Síncope pelo calor (exaustão pelo calor)	216
2.6.2.5 Prostração térmica por desidratação	217
2.6.2.6 Prostração térmica pelo decréscimo do teor salino.....	217
2.6.2.7 Câibras de calor.....	217
2.6.2.8 Moléstias das glândulas sudoríparas	218
2.6.2.9 Edema pelo calor	218
2.6.2.10 Outras implicações à saúde.....	218
2.6.2.11 Aclimatização.....	219
2.6.2.12 Conforto térmico	30
2.6.2.13 Velocidade do ar	30
2.6.2.14 Umidade relativa do ar	31
2.6.2.15 Avaliação de exposição ao calor.....	32
2.6.2.16 Norma Regulamentadora Nº 15 – Anexo 3.....	33
2.6.2.17 Regime de trabalho intermitente com descanso em outro local	34
2.6.2.18 Temperatura de globo úmido (TGU)	36
2.6.2.19 Limites de tolerância para trabalho em ambientes quentes	37

2.6.3 Radiação não ionizante	37
2.6.3.1 Radiação infravermelha	39
2.6.3.2 Radiação visível	39
2.6.3.3 Radiação ultravioleta	41
2.6.4 Limites admissíveis para radiação não ionizante	43
2.6.4.1 Radiação infravermelha	43
2.6.4.2 Radiação visível	43
2.6.4.3 Radiação ultravioleta	44
2.6.5 Medidas de controle	44
2.6.5.1 Radiação infravermelha	44
2.6.5.2 Radiação visível	44
2.6.5.3 Radiação ultravioleta	44
2.7 RISCOS QUÍMICOS	45
2.8 RISCOS ERGONÔMICOS	46
3. MATERIAIS E MÉTODOS	50
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	50
3.2 RECONHECIMENTO DO AMBIENTE E PROCESSO OPERACIONAL	50
3.2.1 Recebimento de matéria prima	51
3.2.2 Processo de extração de caldo	52
3.2.3 Processo de soldagem	52
3.3 ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO	503
3.3.1 Avaliação da exposição ocupacional ao ruído	523
3.3.2 Avaliação da exposição ocupacional ao calor	524
3.3.3 Avaliação da exposição ocupacional a fumos metálicos	526
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	57
4.1 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI	60
4.2 FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO	601
4.3 MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL	602
5. CONCLUSÃO	63
6. REFERÊNCIAS	64

1. INTRODUÇÃO

A relação entre custo e progressos nos métodos de fabricação são a essência para a sobrevivência das empresas neste tempo de globalização.

No processo de extração de caldo da cana-de-açúcar por auxílio de moendas acontecem dificuldades pertinentes ao desgaste áspero do equipamento, principalmente os rolos, em desempenho das partículas recursivas das impurezas minerais, relativo ao tipo de processo de colheita.

As impurezas minerais comprimidas na matéria-prima originam evidente desgaste abrasivo que é gerado nos ternos, em emprego da pressão desempenhada entre os rolos. De tal modo as impurezas causam redução do bom emprego da extração (GODOY, 2013).

A problematização em tema acerca-se devido a necessidade da exposição ocupacional dos trabalhadores a fumos metálicos e demais agentes ambientais durante o processo de soldagem dos rolos para assegurar maior atrito superficial dentre o particulado e as superfícies dos ternos. Assim sendo, este trabalho tem a finalidade a análise dos riscos químicos ambiental aplicada à higiene ocupacional na atividade de chapisco de moenda

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a exposição ocupacional dos soldadores de chapisco de moenda de maneira a identificar os riscos ambientais existentes no recinto de trabalho, abranger a sua magnitude e as medidas de controle existentes.

1.2 JUSTIFICATIVA

A soldagem de chapisco de moenda é uma operação que proporciona grande potencial de exposição ocupacional a agentes ambientais. Apesar disso, há uma ampla deficiência por parte das empresas em gerenciar de forma apropriada no domínio da prevenção o que procede em exposição dos trabalhadores aos riscos intrínsecos do processo sem a devida proteção a sua saúde.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Essa revisão pondera o processo de extração de caldo observando a eficácia de extração deste considerando as especializações dos equipamentos, enfatizando os rolos, as impurezas contidas e suas propriedades.

À visão ambiental, a colheita mecanizada é fundamental (na qual não se tem a queima da cana-de-açúcar) e trabalhista.

Porém, Silva (2009 apud. MORAES, 1992) assinala que o índice de impureza é 2,7 vezes maior quando confrontada à colheita manual, já que a colheita mecânica aumenta a abundância de cana colhida elevando a massa de impurezas.

A fisiologia e a morfologia do solo causam uma grande intervenção quanto à qualidade de colheita. Considera-se impurezas vegetais raízes, folhas, ponteiros, dentre outras, enquanto as impurezas minerais são qualificadas por pedras, terra e eventuais matérias originárias de algum procedimento que a matéria-prima fora submetida previamente.

As colhedoras possuem um método de limpeza da cana-de-açúcar durante a colheita, porém fica uma parte dessas sujidades nas cargas. Ainda que, as regulagens dos elementos de limpeza podem causar o aumento de impurezas, vegetais e minerais, contidas na cana, bem como a perda de matéria-prima.

De tal modo, essa perda está ligada inteiramente à qualidade operacional. Na ocorrência da cana crua, em sistemas de colheita mecanizada, os altos índices de impurezas vegetais que influenciam na atuação de moendas, pois se existem o crescimento de massa vegetal a ser produzida sem haver açúcares a serem extraídos, como é o caso da palhagem (RAMOS et al., 2014).

2.1 A MOENDA

As faces dos metais, como aço-carbono e outras ligas, têm abundantes imperfeições e rugosidades superficiais, involuntariamente de quaisquer processos aos quais foram subordinadas e estas anormalidades sempre estarão presentes, ainda que macro e/ou microscopicamente.

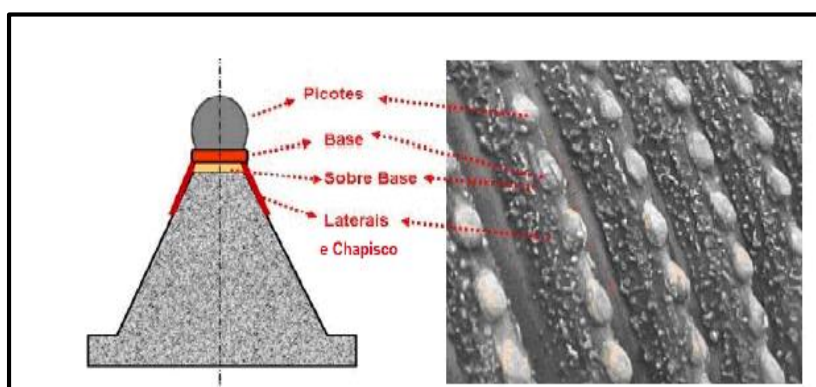
Tais irregularidades induzem inteiramente nos resultados de lubrificação e também na mecânica de contato, a qual é de substancial seriedade no processo de extração de

caldo, considerando-se que tais imperfeições superficiais são indispensáveis para o arraste e aderência do bagaço nos rolos por intermédio dos frisos (MACHADO, 2008). O dano pode ser apontado por múltiplos mecanismos que possuem propriedades caracterizadas as quais causam efeitos específicos (SUSKI, 2004).

Com o contato entre as superfícies sucedem forças tangenciais que, segundo a magnitude, as forças de fricção tendem a investir contra a superfície variando o grau de imperfeições e defeitos. O atrito pode ser seco, quando há o contato direto entre as superfícies e o atrito viscoso que, por seu lado, envolve um fluido viscoso que cria uma camada lubrificante que se movimenta em diferentes velocidades, garantindo o efeito lubrificante (MACHADO, 2008).

A moenda, um mecanismo indicado ao método de extração do caldo da cana de açúcar, subordina-se em sua operação a grandes tensões em meios agressivos. Assim sendo, nas ranhuras (dentes) da moenda (Fig. 1), é sobreposto uma camada de revestimento duro através, chamado do processo de soldagem de chapisco. De acordo com Murad (2016), o chapisco de moenda tem duas finalidades básicas. O primeiro é o abrigo da camisa da moenda quanto ao desgaste e o segundo é que ele se converte numa forma de aumentar a produção da moenda, aumentar o atrito entre a cana e o metal, harmonizando uma maior capacidade de extração mecânica do caldo de cana-de-açúcar.

Figura 1 - Aplicação de revestimento duro nas ranhuras (dentes) da moenda



Fonte: MURAD (2016)

O chapisco é sobreposto na moenda em duas etapas distintas, a primeira no preparativo da moenda para a safra, onde depois do término da safra, as moendas têm suas camisas de ferro fundido usinadas e submetidas a uma usinagem para remoção do revestimento velho e uma nova aplicação de revestimento. Este método

é feito de 3 a 5 vezes, enquanto a camisa da moenda admitir a usinagem sem, no entanto, privar-se das dimensões mínimas indispensáveis para a sua funcionalidade e resistência do material fundido. Em outra etapa, o chapisco é do mesmo modo aplicado durante toda a colheita com a moenda em operação para avaliar produtividade da moenda e proteção das camisas de moenda.

Para a bom emprego do chapisco emprega-se os métodos de soldagem por Eletrodo Revestido (SMAW - Shielded Metal Arc Welding), que é de baixo custo e versatilidade na aplicação da solda, ou o Arame Tubular (FCAW – Fluxed Cored Arc Welding) que proporciona alta produtividade. Este segundo tem sido aperfeiçoado com o objetivo de diminuição de custo e progresso na qualidade dos revestimentos, além da agilidade, tornando-se hoje em dia o preferido na indústria sucroalcooleira.

2.2. HIGIENE E SEGURANÇA NA SOLDAGEM

O transtorno dos acidentes e doenças ocupacionais não é atual, de maneira oposta, tem seguido o aumento das atividades do homem através dos séculos.

Em razão das condições sub-humanas nas quais se desenrolavam as atividades fabris até o século XVIII, os acidentes de trabalho e as doenças instigadas pelas substâncias e ambientes agressivos motivaram um grande número de doentes e mutilados.

Foi apenas doravante esse período, que com as intensas alterações tecnológicas principiadas com o aparecimento da Revolução Industrial é que principiaram a surgir às primeiras atitudes e estudos de proteção dos trabalhadores as quais restringiam a jornada de trabalho e melhorias sanitárias nas instalações.

Não obstante dessas medidas terem sua importância nos anos seguintes, a segurança no trabalho por via de regra evolucionou de maneira lenta ao longo dos tempos. Foi tão-somente após a segunda guerra mundial é que a segurança no trabalho principiou a tomar aspecto, quando se entendeu a precisão de se conservar os trabalhadores em condições ambientais adequadas, uma vez que os afastamentos e a grande rodízio dos empregados manipulavam a produção e a economia das fábricas.

Nesse interim aparecem também as primeiras leis de amparo ao trabalhador e o Seguro social, com o objetivo de compensar os prejuízos sofridos por estes no trabalho (FANTAZZINI, 1997).

2.3 RISCOS DO PROCESSO DE SOLDAGEM

No método de soldagem destaca-se que, os riscos físicos e químicos estão presentes com maior intensidade, pelas características do próprio processo. O soldador está submetido a radiações não-ionizantes e ruídos (riscos físicos), fumos e gases (riscos químicos). Os outros riscos também podem ser deparados, estando sujeito das condições do local de trabalho para a execução do processo (SESI, 2005).

Segundo a Portaria N°. 3214, do Ministério do Trabalho do Brasil de 1978, os riscos no ambiente laboral são classificados em cinco grupos distintos, sendo eles: Riscos Físicos, Riscos Químicos, Riscos Biológicos, Riscos Ergonômicos e Riscos de Acidente. Esta portaria contém uma série de normas regulamentadoras que consolidam a legislação trabalhista, relativas à segurança e medicina do trabalho.

Os fumos metálicos são partículas sólidas de óxidos de metais muito finas, constituídas pelo processo de soldagem, caracterizando-se como uma das temeridades químicas envolvidas na função do soldador. São formadas sobretudo pelo produto da vaporização, oxidação e condensação dos artefatos presentes nos consumíveis utilizados (MURAD, 2016).

Conquanto os fumos e gases originários de um processo de soldagem ou corte a arco não se classifica desse modo. A composição e quantidade desses fumos e gases estão sujeitos a vários fatores como:

- a composição do metal base;
- do processo e consumível utilizado;
- do tipo de revestimento que o material possui (pintura, galvanização, etc); contaminantes atmosféricos (resíduos de produtos químicos que eventualmente possam ter sido utilizado na limpeza previa dos materiais a serem soldados); e outros fatores.

Em razão a todas essas variantes envolvidas é provável que se ache uma composição talvez diferente daquela do eletrodo empregados. É corriqueiro em fumos metálicos produto como monóxido de carbono, dióxido de carbono, fluoretos, óxidos de nitrogênio e ozônio (AWS WELDING HANDBOOK, 1997).

Do mesmo modo algumas atitudes são aceitas para tornar mínimo os efeitos dos fumos ao trabalhador como (PARANHOS, 2004; AWS WELDING HANDBOOK, 1997):

- Posição do soldador: habilitar e classificar o soldador para o seu correto posicionamento durante a soldagem, demonstrando a necessidade de se manter numa direção oposta aos fumos originários da solda;
- Ventilação: um dos princípios que tem maior alcance no quantitativo de fumos na área de trabalho, a ventilação depende de inúmeras variantes, contudo, deve ser cogitada de modo a conservar a região de trabalho com teores dentro do limite permitido;
- Número de soldadores: buscar quando plausível manter um princípio de rodízio por parte dos soldadores no desempenho de um determinado serviço;
- Utilização dos EPI: uma apropriada seleção dos equipamentos de proteção individual enfraquecerá a quantidade de compostos químicos aspirados pelo soldador, indo desde um filtro apropriado até uma máscara com design facilitador de escoamento do fumo.

2.4 DEFINIÇÃO DE SOLDAGEM

Existem diversos processos empregados na fabricação e recuperação de peças. Estes equipamentos e estruturas são compreendidos pelo termo soldagem.

A soldagem é avaliada como um método de união, mas, muitos processos de soldagem ou variante destes são empregados para a deposição de um material sobre uma superfície, ter em vista a recuperação de peças desgastadas ou para a formação de um revestimento com características especiais.

Algumas significações de soldagem são:

- Processo de ligamento de metais por fusão. (Destaca-se que não só metais são soldáveis e que é aceitável soldar metais sem fusão);

- Operação que propõe obter a união de uma ou mais peças, garantindo, na junta soldada, a continuidade de propriedades físicas, químicas e metalúrgicas;
- Técnica que aponta a coalescência situada causada pelo aquecimento até uma temperatura adequada, ou seja, sem a aplicação de pressão e de metal de adição.
- Processo de aderência de elementos baseados no estabelecimento, na região de contato entre as substâncias sendo unidas, de forças de ligação química de natureza similar às atuantes no interior dos próprios materiais.

2.5 PROCESSOS DE SOLDAGEM

Tem uma infinidade de técnica por fusão que podem ser destacados em subgrupos tendo como exemplo a fonte de energia empregada para fundir as peças. Entrementes, o processo de soldagem a arco (fonte de energia: arco elétrico) é o de maior importância na solda industrial na época presente. Devido à disposição do material fundido com os gases da atmosfera, a multiplicidade dos processos de soldagem por fusão emprega algum meio de proteção para tornar mínimo as reações.

2.5.1 Processo de Soldagem por Fusão (ou por alteração)

O grupo inicial compreende os processos de soldagem por ultrassom, por fricção, por forjamento, por resistência elétrica, por difusão, por explosão, entre outros. Vários destes processos, como exemplar, os métodos de soldagem por resistência, exibem atributos mediadores entre os processos de soldagem por fusão e por deformação. Para efeitos de classificação, estes processos estão contidos neste grupo.

2.5.2 Soldagem com eletrodos revestidos

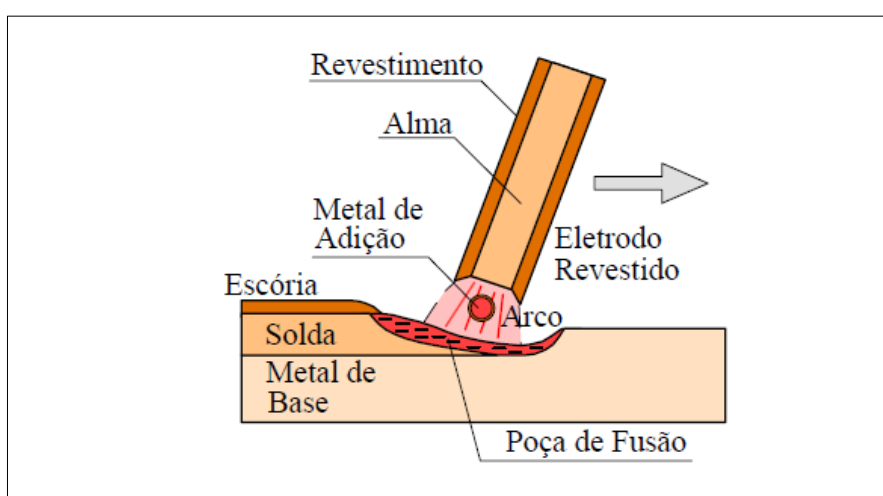
A soldagem a arco com Eletrodos Revestidos (Shielded Metal Arc Welding – SMAW) é um método no qual a coalescência (união) dos metais é alcançada pelo aquecimento destes com um arco formado entre um eletrodo especial revestido e a peça.

O eletrodo é constituído por um núcleo metálico ('alma'), com 250 a 500mm de comprimento, coberto por uma camada de minerais (argila, carbonetos, fluoretos, etc),

e/ou outros materiais (celulose, ferro ligas, etc), com um diâmetro total característico entre 2 e 8mm.

A alma do eletrodo transporta a corrente elétrica e se enquadra como metal de adição. A carapaça origina resquício e gases que resguardam da atmosfera a região que está sendo soldada e firmam o arco. O revestimento pode ainda abranger elementos que são coligados à solda, induzindo a sua composição química e qualidades metalúrgicas. A figura 2 ilustra o processo.

Figura 2 - Região no arco da soldagem com eletrodos revestidos



Fonte: MURAD (2016)

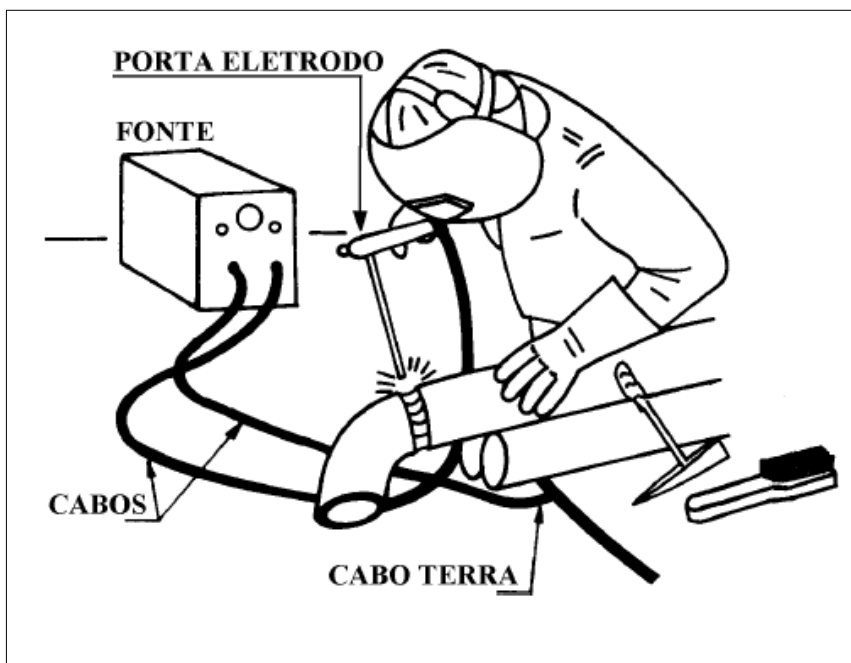
O equipamento padrão versa de fonte de energia (ou máquina de soldagem), porta eletrodos e cabos, afora os equipamentos de segurança para o soldador (máscaras, luvas, avental de raspa, etc.) e para a limpeza do cordão e remoção de escória (picadeira e escova de aço).

Para soldagem, a parte não coberta do eletrodo é anexa no portal e o arco é principiado aproximando-se em passo acelerado a ponta do eletrodo na peça (que estão conectados, por cabos, aos terminais da máquina de soldagem). O calor do arco derrete a ponta do eletrodo e um acanhado volume de metal de base compondo a poça de fusão.

A soldagem é concretizada manualmente, com o soldador dominando o comprimento do arco e a poça de fusão e arrastando o eletrodo ao longo da junta. Quando o eletrodo é quase todo consumido, o método é obstruído para a troca de eletrodo e retirada da escória da região onde a soldagem será persistida. A figura x explica o aparelhamento

e o processo de soldagem e a tabela x exibe as suas vantagens, limitações e aplicações principais.

Figura 3 - Equipamento para soldagem SMAW



Fonte: MURAD (2016)

Tabela 1 - Vantagens e aplicações principais do processo SMAW

Vantagens e limitações	Aplicações
• Equipamento simples, portátil e barato. • Não necessita fluxos ou gases externos. • Pouco sensível à presença de correntes de ar (trabalho no campo). • Processo muito versátil em t, limitações ermos de materiais soldáveis. • Facilidade para atingir áreas de acesso restrito. • Aplicação difícil para materiais reativos. • Produtividade relativamente baixa. • Exige limpeza após cada passe.	• Soldagem de produção, manutenção e em montagens no campo; • Soldagem de aços carbono e ligado; • Soldagem de ferro fundido; • Soldagem de alumínio, níquel e suas ligas.

Fonte: Brasil, 1978. Adaptado

2.6 RISCOS FÍSICOS

Riscos físicos abrangem ruído, campos magnéticos, radiações ionizantes e não ionizantes, estresse por calor ou por frio, pressões, vibrações e umidade (USP, 2018).

O ruído é um dos reveses mais graves em teor de saúde ocupacional.

A exposição permanente a fontes de ruído no lugar de trabalho, haverá dificuldades para a concentração nas atividades, do mesmo modo sofrer perdas irreversíveis a saúde: aumento do ritmo cardíaco, constrição (fechamento) dos vasos sanguíneos periféricos, aceleração do ritmo respiratório, cansaço, irritação, insônia, dor de cabeça, diminuição da audição (surdez temporária, surdez definitiva e trauma acústico) (PARANHOS, 2004).

No método de soldagem o ruído é causado principalmente pelas fontes de soldagem e ainda durante a execução do processo (execução da solda).

2.6.1 Ruído

O ruído é um agente físico que existe em quase todas as ocupações industriais, nos trabalhos de soldagem dos chapiscos de moendas não é diferente.

Intervenções dessa natureza produzem ruídos que se originam nos mais diferentes lugares, essas fontes são da operação de saída de caldo, de energia acústicas procedentes da moenda, de outros equipamentos industriais ou ainda da atividade com os materiais a serem soldados, na maioria das vezes metálicos ao se tocarem ou baterem podem produzir uma amplitude elevada de ruído (PARANHOS, 2004).

Compreende-se que a exposição demasiada acarreta danos à saúde dos trabalhadores como prejuízo de audição, produtividade, irritação. O MTE por meio de suas normas regulamentadoras institui os limites de tolerância e tempo de exposição ao qual pode estar subordinado um trabalhador durante sua atividade de trabalho.

Segundo Fantazzini (1997) cita-se algumas medidas para tentar atender tais limites:

- Consecutivamente agir na fonte causadora do ruído (isolamento, manutenção e projeto da fonte causadora);
- Instituir barreiras entre a fonte do ruído e os trabalhadores (enclausuramento parcial);
- Domínio do ruído no trabalhador com o emprego dos protetores auriculares, diminuição do tempo de exposição, e, compreensão dos trabalhadores

- Radiações não-ionizantes via de regra geram riscos de queimadura, em maior ou menor grau, e de lesões oculares distintas (conjuntivite, inflamação na córnea e catarata). São protótipos de exposição a radiações não-ionizantes: processos de soldagem, trabalhos com radiofrequência e micro-ondas, trabalhos com laser na medicina e em telecomunicações (FANTAZZINI, 1997).
- A pluralidade dos processos de soldagem utiliza um arco elétrico como fonte de calor para alcançar o aquecimento dos materiais. Com este arco aberto uma massa de energia é desprendida durante o processo na forma de ondas eletromagnéticas. Essas ondas conduzem diversos tipos de radiações libertados pelo arco, como ultravioleta, infravermelho, etc. Essas radiações provocam danos à saúde do soldador como queimaduras na pele e nos olhos, caso este colaborador não esteja devidamente protegido. Os sintomas na maioria das vezes se exibem com efeito retardado sendo assim registrados apenas depois de algumas horas após a exposição (FANTAZZINI, 1997).

Algumas precauções para atenuar riscos provocados pela radiação ao qual estão expostos os soldadores, algumas são descritas a abaixo (AWS WELDING HANDBOOK, 1997):

- Uso de lentes (filtros) apropriadas, selecionados conforme a necessidade de cada processo utilizado;
- Roupas de proteção (luvas, perneiras, macacão, etc. de raspa de couro);
- Divisórias em áreas de soldagem (separação dos demais setores);
- Uso de materiais não refletivos;
- Uso de protetor solar.

2.6.2 Calor

Uma maioria de ambientes de trabalho proporcionam condições favoráveis para a sobrecarga térmica, que pode gerar reações fisiológicas como: sudorese intensa, aumento da frequência das pulsações e o aumento da temperatura interna do corpo, posto que, provocam no trabalhador fadiga, diminuição da percepção e do raciocínio e perturbações psicológicas que o levam ao esgotamento. Esta sobrecarga térmica

com o tempo provoca danos à saúde do trabalhador, com reflexos no sistema circulatório e endócrino (USP, 2018).

Os métodos de trabalho como siderurgia, metalurgia, fundições, vidraria e outros aliados a acomodação física deficiente, pé direito muito baixo e ausência de elementos para a ventilação natural ou artificial, convertem os ambientes de trabalho impróprios sob o ponto de vista de calor, tornando necessária a adoção de medidas de controle, algumas bastante simples outras mais complexas, que determinam o conhecimento das características do ambiente de trabalho para a sua execução.

Com a intenção de se definir os limites aceitáveis dessas exposições, utilizam-se múltiplos índices de sobrecarga térmica e dentre eles, o mais utilizado é o IBUTG (Índice bulbo úmido termômetro de globo), que por sua simplicidade, foi seguido pela nossa legislação (USP, 2018).

2.6.1.1 Mecanismos de trocas térmicas

O excesso térmico no organismo humano, é decorrente de dois tipos de carga térmica: uma carga externa (ambiental) e outra interna (metabólica). A carga externa é resultante de trocas por Condução/Convecção e Radiação e a carga metabólica é resultante do metabolismo basal e da atividade física (USP, 2018).

CONDUÇÃO: Troca térmica entre dois corpos em contato, em regra sólida. No organismo essas permutas são muito pequenas, comumente por contato com o corpo, com ferramentas e superfícies.

CONVECÇÃO: Troca térmica efetivada entre dois fluidos por diferença de densidade provocada pelo aumento da temperatura. Na maioria das vezes utiliza-se a expressão condução/ convecção para esse tipo de troca.

RADIAÇÃO: Por meio da emissão de radiação infravermelha, os corpos de maior temperatura inclinam-se a perder calor para corpos de menor temperatura num ensaio de equilíbrio. As trocas por radiação, obedecem a 60% das trocas totais.

EVAPORAÇÃO: É a troca de calor causada pela evaporação do suor, através da pele. Quando um líquido passa para o estado gasoso, aufere energia interna (a entalpia de vaporização da água é de 590 Cal/grama), por conseguinte, aspira o calor da pele resfriando-a. Essa troca térmica é ainda simplificada pois nesse momento, está acontecendo a vasodilatação periférica.

A estrutura da evaporação é o exclusivo meio de perda de calor para o ambiente, quando a temperatura está mais alta que a temperatura do corpo, pois diante disso, o corpo ganharia calor por condução/convecção e por radiação.

Pelo mecanismo de trocas térmicas, o corpo ganha ou perde calor para o meio ambiente segundo a equação do equilíbrio térmico:

$$M \pm C \pm R - E = S$$

Em que:

M - Calor produzido pelo metabolismo, sendo um calor sempre ganho (+)

C - Calor ganho ou perdido por condução/convecção

R - Calor ganho ou perdido por radiação (+/-)

E - Calor sempre perdido por evaporação (-)

S - Calor acumulado no organismo (sobrecarga)

$S > 0$ hipertermia

$S < 0$ hipotermia.

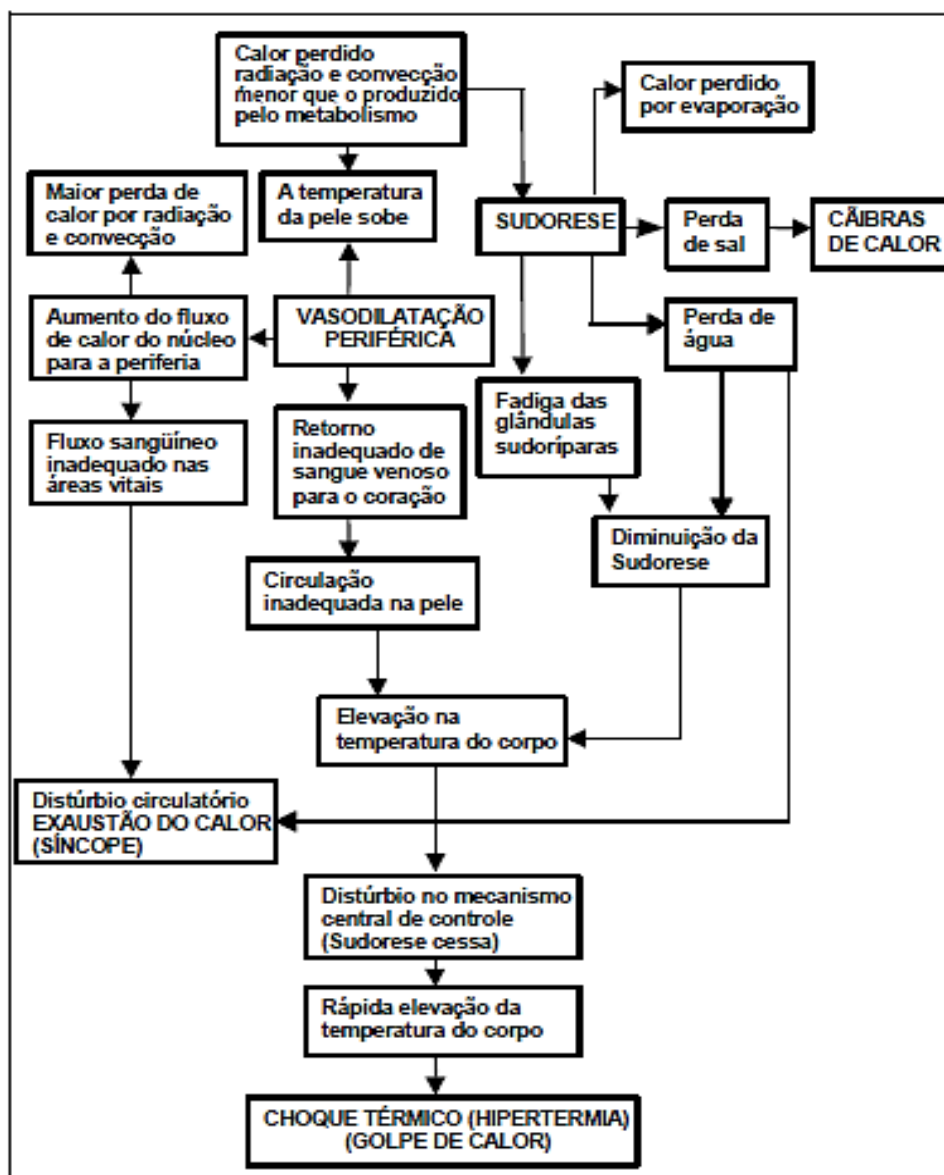
2.6.2.2 Reações do organismo ao calor

À proporção que o calor ambiente expande, o organismo dispara certos mecanismos de troca térmica para conservar a temperatura interna contínua, sendo os fundamentais mecanismos de defesa contra a sobrecarga térmica: a Vasodilatação Periférica e a Sudorese (USP, 2018).

PERIFÉRICA: A vasodilatação periférica consente o aumento de circulação de sangue na superfície do corpo, acrescentando a quantidade de calor, aceitando uma troca mais rápida para o meio ambiente. O fluxo sanguíneo conduz calor do núcleo do corpo para a periferia. Como o fluxo sanguíneo fica maior na periferia, em certas situações pode haver agravo em alguns órgãos internos por deficiência de irrigação sanguínea.

SUDORESE: A sudorese admite a perda de calor por meio da evaporação do suor. O número de glândulas acionadas pelo mecanismo termorregulador, é ajustada ao desequilíbrio térmico existente. A quantidade de suor gerado pode em alguns instantes alcançar o valor de dois litros por hora. A evaporação de um litro por hora comporta uma perda de 590 kcal para o meio ambiente.

Figura 4 – Reações do organismo ao calor



Fonte: USP (2018)

2.6.2.3 Golpe de calor (hipertermia ou choque térmico)

Na ocasião em que o sistema termorregulador é acometido pela sobrecarga térmica, a temperatura interna acresce ininterruptamente, causando alteração da função cerebral, com perturbação do mecanismo de desaparecimento do calor, cessando a sudorese. Como os danos às células nervosas são inconvertíveis, é importante que os outros operários distingam prontamente os sinais e sintomas do golpe de calor, para que o tratamento seja feito em seguida (USP, 2018).

O golpe de calor causa indícios como: colapsos, convulsões, delírios, alucinações e coma, sem aviso prévio, sendo parecido com convulsões epiléticas.

Os sintomas externos do golpe de calor são: pele quente, seca e arroxeadada. A temperatura interna sobe a 40,5°C ou mais, atingindo 42 a 45°C no caso de convulsões ou coma. O golpe de calor é comumente fatal e no caso de sobrevivência sobram sequelas devido aos danos causados ao cérebro, rins e outros órgãos. Quando a fonte de calor for o sol, os sintomas e efeitos auferem o nome de insolação. O golpe de calor acontece no decorrer da realização de empreitadas físicas pesadas, em circunstâncias de calor extremo, quando não há aclimatização e sempre que existirem enfermidades como o diabetes mellitus, enfermidades cardiovasculares e cutânea ou obesidade.

O clínico deve ser chamado em ato contínuo e enquanto não chega, o corpo do trabalhador deve ser resfriado em imersão em água com gelo e massagem da pele resfriada para avivar a circulação ou enrolando-o em uma toalha molhada com água ou com álcool e com sopro forte de um ventilador, seguido de massagem da pele resfriada. A fase de resfriamento deve ser parada quando a temperatura corpórea atingir 39°C (USP, 2018)

2.6.2.4 Síncope pelo calor (exaustão pelo calor)

O desfalecimento pelo calor deriva da tensão excessiva do sistema circulatório, com sintomas como: enjoo, palidez, pele coberta pelo suor e dores de cabeça (USP, 2018). Quando a temperatura corpórea tem tendência a subir, o organismo padece uma vasodilatação periférica no esforço de aumentar a quantidade de sangue nas áreas de troca, conseqüentemente há uma diminuição de fluxo sanguíneo nos órgãos vitais, ocorrendo uma deficiência de oxigênio nessas áreas, comprometendo individualmente o cérebro e o coração.

Essa ocorrência agrava-se quando há a precisão de um fluxo maior de sangue nos músculos devido ao trabalho físico profundo (USP, 2018).

A recuperação é acelerada e ocorre facilmente se o trabalhador se deitar durante a crise ou sentar-se com a cabeça baixa. A recuperação total é concluída por repouso em ambiente frio (USP, 2018).

2.6.2.5 Prostração térmica por desidratação

A desidratação acontece quando a quantidade de água engolida é escassa para compensar a perda pela urina, sudação ou pelo ar exalado.

Com a perda de 5 a 8% do peso corpóreo, sobrevém a diminuição da eficácia do trabalho, sinais de desconforto, sede, irritabilidade e sonolência, além de pulso acelerado e temperatura elevada (USP, 2018).

Uma perda de 10% do peso corpóreo é inconciliável com a atividade e com 15% pode ocorrer o choque térmico ou golpe pelo calor. O tratamento incide em pôr o trabalhador em local frio, fazer a reposição hídrica e salina.

Lamentavelmente há dificuldades em compreender uma situação de desidratação, sobretudo se estivermos em um clima seco e com alta velocidade do ar onde a evaporação do suor é mais rápida não ficando facilmente percebida. Assim, a desidratação atingirá níveis que afetem o estado físico, a tolerância ao calor e a capacidade mental, causando perda da habilidade e um tempo de reação maior que o normal (USP, 2018).

2.6.2.6 Prostração térmica pelo decréscimo do teor salino

Se o sal engolido for insuficiente para equilibrar as perdas por sudorese, poderá sofrer uma prostração térmica. As pessoas mais vulneráveis são as não aclimatizadas.

O abatimento térmico é assinalado pelos sintomas: fadiga, tonturas, falta de apetite, náuseas, vômitos e câibras musculares. As dores de cabeça, a constipação e a diarreia são bastante comuns, podendo ocorrer até a inconsciência pelo calor (USP, 2018)

2.6.2.7 Câibras de calor

São formas de dores agudas nos músculos, em reservado os abdominais, coxas e aqueles sobre os quais a ação física foi clara. Elas acontecem por falta de cloreto de sódio perdido pela sudorese profunda, sem a oportuna reposição e/ou aclimatização. A terapêutica incide no descanso em local fresco, com a reposição salina através de soro fisiológico (solução a 1%).

A restituição hídrica e salina se conduz com orientação e acompanhamento médico, a fim de impedir uma presumível hipertensão por administração imprópria de cloreto de sódio. A administração de uma solução a 0,1% tem sido adotada em muitos espaços fabris com bons resultados, não se recusando o acompanhamento médico (USP, 2018).

2.6.2.8 Moléstias das glândulas sudoríparas

A submissão ao calor por um período demorado e sobretudo em clima muito úmido produz alterações das glândulas sudoríparas que deixam de gerar o suor afrontando o sistema de trocas térmicas, levando os operários a intolerância ao calor. Esses empregados precisam receber tratamento dermatológico e em determinados casos, transferidos para ocupações onde não haja a precisão de sudorese para a conservação do equilíbrio térmico (USP, 2018).

2.6.2.9 Edema pelo calor

Incide no inchaço das extremidades, precisamente, os pés e tornozelos. Advém frequentemente em pessoas não aclimatizadas, sendo muito respeitável a manutenção do equilíbrio hídrico-salino (USP, 2018).

2.6.2.10 Outras implicações à saúde

Avanço da fragilidade a outras doenças: maior susceptibilidade às dermatoses e das decorrências pela presença de outros agentes;

Redução da rentabilidade: pela sobrecarga do sistema cardiovascular, redução na agilidade cerebral e do tempo de reação;

Catarata: sujeitar-se à radiação infravermelha gera a decomposição do cristalino do olho, muito comum em pessoas idosas;

Implicações nos órgãos requeridos pela sobrecarga térmica: Cardiovascular, Respiratório e Glândulas internas (USP, 2018).

2.6.2.11 Aclimatização

A aclimatização é a adequação do organismo a um recinto quente. Quando um operário se sujeita ao calor excessivo pela primeira vez, tem sua temperatura interna expressivamente alta, com um aumento do ritmo cardíaco e baixa sudorese, causando um desconforto muito grande, com tonturas, náuseas, desmaios etc (USP, 2018).

A aclimatização sucede por meio de três fenômenos:

- Acréscimo da sudorese;
- Redução da concentração de sódio no suor (4 g/l para 1,0 g/l) e a quantidade de sódio perdido por dia passa de 15 a 25 gramas para 3 a 5 gramas;
- Redução da frequência cardíaca, através do acréscimo do volume sistólico devido ao aumento da eficácia do coração no bombeamento (USP, 2018).
- A aclimatização é obtida por meio de diferentes etapas:
- O tempo de submissão a altas temperaturas precisa ser restrito nas primeiras semanas, permanecendo, apesar disso, exposto no mínimo duas horas por dia;
- A aclimatização é principiada depois 4 a 6 dias e aceitável após 2 a 3 semanas;
- Os elementos circulatórios conexos à aclimatização são mais lentos que o aumento da sudorese e a diminuição do sódio no suor;
- A história clínica da aclimatização é feita com embasamento na temperatura retal, no grau de sudorese e na frequência cardíaca;
- À proporção que a assiduidade cardíaca vai baixando próximo aos níveis que seriam obtidos se o esforço fosse feito em um ambiente neutro, deduz-se que o método de aclimatização está sendo conseguido.
- A característica da aclimatização ao calor é uma opinião muito respeitável, pois o trabalhador estará aclimatizado para aquela responsabilidade de trabalho naquele ambiente. Mudar o ambiente ou a carga de trabalho, ocorrerá danos físicos.
- O banimento do trabalho por uma semana pode fazer com que o operário perca de 1/4 a 2/3 da aclimatização e após três semanas a perda será total (USP, 2018).

Figura 5 – Aclimação ao calor

MECANISMO		CAUSA
AUMENTO DA SUDORESE	Inicial: 1,5 l/h	Não aclimatização. Início do suor a 36°C.
	Em 10 dias: 3,0 l/h	Aclimatizados início do suor a 33°C.
	Em 6 semanas: 3,5 l/h	Aumento da sudorese mais no dorso que no peito, ativando novas glândulas.
DIMINUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SÓDIO NO SUOR	4,0 g/l $\Rightarrow$ 1,0 g/l	
	15 a 25 g/dia $\Rightarrow$ 3 a 5g/dia	Adosterona.
DIMINUIÇÃO DA FREQ. CARDÍACA DIANTE DA MESMA CARGA DE TRABALHO	Aumento do volume Sistólico.	Aumento da eficiência cardíaca.
	Temperatura sobe menos.	Aumento da sudorese.
	Aumento do Fluxo sanguíneo periférico.	Vasodilatação.
FATORES QUE DIFICULTAM A ACLIMATIZAÇÃO	SEXO FEMININO	
	OBESIDADE	
	DESNUTRIÇÃO	
	FORÇA AERÓBICA BAIXA	
	DROGAS: Atropina, Salicilatos, Anfetaminas, Meprobanato	

Fonte: USP (2018)

2.6.2.12 Conforto térmico

O conforto térmico nos recintos de trabalho decorre da Temperatura, Velocidade e Umidade Relativa do ar, afora do metabolismo das empreitadas a serem cumpridas (USP, 2018).

2.6.2.13 Velocidade do ar

A circulação do ar é muito significativa para o conforto térmico, pois acresce as trocas de calor bem como permite a remoção de ar quente e umidade e a insuflação de ar frio nos ambientes (USP, 2018).

Ela é medida por meio dos anemômetros podendo ser de dois tipos:

- Mecânicos: Constituídos por palhetas rotatórias e por consequência de sua baixa sensibilidade são empregados somente para velocidades mais que 0,75 m/s.
- Termoanemômetros: São bem mais perceptíveis e se prestam para medir velocidades muito baixas ou altas. São compostos por duas espirais de níquel, que

constituem os ramos de uma ponte de Wheatstone, sendo uma delas aquecida. A velocidade do ar tem um resultado refrescante sobre o fio aquecido, o que faz modificar sua resistência, que é medida em uma escala apropriada à velocidade do ar.

Há ainda um outro equipamento que se ajusta para medir a velocidade do ar, que é o catatermômetro, que é empregado em sistemas de refrigeração. É um termômetro de álcool com um bulbo maior que o normal e tem um depósito na parte superior e duas marcas de menção em sua haste. Por causa sua alta sensibilidade, se propõe medir velocidades de 0,25 m/s ou menores (USP, 2018).

Frequentemente é necessário aferir a velocidade do ar, podendo ser feita da seguinte forma:

Figura 6 – Estimativa da velocidade do ar

Quando não se sente a movimentação do ar, provavelmente a sua velocidade é inferior a 0,30 m/s.
Quando se sente uma ligeira brisa, a velocidade do ar está entre 0,30 e 0,60 m/s.
Se o movimento do ar é suficientemente forte para movimentar peças leves de vestuário, ou os cabelos, sua velocidade é superior a 0,5 m/s.
Quando a sensação é de se estar em uma corrente forte de ar, a velocidade é provavelmente de 1,5 m/s.

Fonte: USP (2018)

2.6.2.14 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é a afinidade em porcentagem do número real de vapor de água que o ar reprime e a quantidade que o ar poderia abranger se estivesse impregnado à mesma temperatura. A umidade relativa do ar é medida por meio de um psicrômetro, que é formado por dois termômetros, um de bulbo seco e outro de bulbo úmido (USP, 2018).

Têm dois tipos de psicrômetro:

a) giratório: Por meio de circulações giratórios, o ar entra em comunhão com os termômetros e some a água do bulbo úmido, numa relação inversamente proporcional à sua umidade relativa, refrescando o bulbo úmido. Com as duas temperaturas, entra-se na carta psicrométrica e obtém-se a umidade relativa. Quanto menor for a desigualdade entre as duas temperaturas, maior será a umidade relativa do ar. O psicrômetro é virado manualmente, numa velocidade constante de uma rotação por

segundo, durante aproximadamente 1 minuto para atingir o ponto de equilíbrio. Há tabelas, nas quais entra-se com a temperatura de bulbo seco e com a diferença entre ela e a de bulbo úmido, obtendo a umidade relativa do ar.

b) de aspiração: O ar é compelido a passar pelos dois bulbos, através de uma ventoinha mecânica ou elétrica.

A Tabela 5.4 é empregada para o balanço da umidade relativa do ar a partir da temperatura do bulbo seco e de bulbo úmido (USP, 2018).

2.6.2.15 Avaliação de exposição ao calor

ÍNDICE DE BULBO ÚMIDO - TERMÔMETRO DE GLOBO (IBUTG)

O conforto térmico é medido também por meio de um indicador chamado IBUTG (Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo). Esse índice precisa ser medido através do conjunto chamado árvore dos termômetros, que é combinado de três termômetros:

Tbs - Termômetro de bulbo seco

Tbn - Termômetro de bulbo úmido natural

Tg - Termômetro de globo

O IBUTG para ambientes internos sem carga solar é calculado a partir da medição de duas temperaturas: Tbn e Tg

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ Tbn} + 0,3 \text{ Tg}$$

Para ambientes externos com carga solar o IBUTG é calculado a partir de três medições: Tbs, Tbn e Tg

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ Tbn} + 0,2 \text{ Tg} + 0,1 \text{ Tbs}$$

O Termômetro de Bulbo Úmido Natural tem uma manga de algodão submersa em água destilada, circundando o seu bulbo, tornando-o fixamente úmido e usa-se para avaliar a Umidade Relativa do ar, em conjunto com o termômetro de bulbo seco.

O Termômetro de Globo é constituído por uma esfera de cobre de 6", pintada de preto fosco, permanecendo o bulbo do termômetro no centro dessa esfera e emprega-se para aferir o Calor Radiante (USP, 2018).

O IBUTG leva em conta o tipo de atividade desenvolvida (LEVE, MODERADA e PESADA)

A legislação prediz um sistema de trabalho (Trabalho/Descanso) em atribuição do valor do IBUTG e do tipo de atividade para duas situações: regime de trabalho intervalado com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço e regime de trabalho intermitente com descanso em outro local.

2.6.2.16 Norma regulamentadora nº.15 - anexo nº 3

Figura 7. Categorização do tipo de atividade em regime de trabalho intermitente. (NR-15 – ANEXO Nº 3 QUADRO Nº 1)

Figura 7 – Classificação do tipo de atividade em regime de trabalho intermitente.
(NR-15 – ANEXO Nº 3 QUADRO Nº 1)

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho Contínuo.	Até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 min. Trabalho 15 min. Descanso.	30,1 a 30,6	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 min. Trabalho 30 min. Descanso.	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 min. Trabalho 45 min. Descanso.	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho sem adoção de medidas adequadas de controle.	Acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: USP (2018)

Sendo assim, faz-se uma estimativa do recinto de trabalho que é também de descanso e com os valores de Tbn e Tg, calcula-se o IBUTG e de conformidade com o tipo de atividade (leve, moderada ou pesada), averigua-se se o trabalho pode ser concretizado ininterruptamente, se não pode ser efetivado sem que se aceite uma medida de controle ou se pode ser realizado adotando-se um regime de trabalho/descanso no próprio local (USP, 2018).

2.6.2.17 Regime de trabalho intermitente com descanso em outro local

Diante disso, calcula-se o IBUTG do recinto de trabalho e o IBUTG da área de descanso e com esses valores, avalia-se o IBUTG médio da atividade analisada, bem como o metabolismo médio e entra-se na figura 8 que fornece o máximo valor do IBUTG médio para cada grau do metabolismo (USP, 2018).

Figura 8 – Taxa de metabolismo por atividade.
(NR-15 – ANEXO Nº 3 QUADRO Nº 3)

TIPO DE ATIVIDADE	KCal/h
SENTADO EM REPOUSO	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco exemplo: datilografia.	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas exemplo: dirigir.	150
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
TRABALHO MODERADO	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
TRABALHO PESADO	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar peso (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante.	550

Fonte: USP (2018)

Figura 9 – Máximo Valor de IBUTG médio para cada grau do metabolismo.
(NHO -06 – FUNDACENTRO – QUADRO 2)

M (Kcal/h)	Max. IBUTG (°C)	M (KCal/h)	Max. IBUTG (°C)
125	32,0	268	28,4
128	31,9	272	28,3
132	31,8	277	28,2
136	31,7	282	28,1
139	31,6	286	28,0
143	31,5	290	27,9
146	31,4	295	27,8
150	31,3	299	27,7
154	31,2	303	27,6
157	31,1	307	27,5
162	31,0	311	27,4
165	30,9	316	27,3
169	30,8	321	27,2
173	30,7	327	27,1
176	30,6	333	27,0
181	30,5	338	26,9
184	30,4	344	26,8
188	30,3	350	26,7
192	30,2	356	26,6
196	30,1	361	26,5
200	30,0	367	26,4
204	29,9	373	26,3
209	29,8	379	26,2
213	29,7	385	26,1
218	29,6	391	26,0
222	29,5	397	25,9
227	29,4	400	25,8
231	29,3	406	25,7
236	29,2	416	25,6
240	29,1	425	25,5
244	29,0	434	25,4
247	28,9	443	25,3
250	28,8	454	25,2
259	28,6	470	25,1
263	28,5	-	-

Fonte: USP (2018)

Onde:

Figura 10 – Fórmula para média ponderada de metabolismo e IBUTG.

$M = \frac{Mt.Tt + Md.Td}{60}$	$IBUTG = \frac{IBUTGt.Tt + IBUTGd.Td}{60}$
t = Trabalho	d = Descanso
M = Metabolismo	

Fonte: USP (2018)

2.6.2.18 Temperatura de globo úmido (TGU)

A temperatura de globo úmido é adquirida através do termômetro de globo úmido ou de Botsball, que é um termômetro de globo revestido com um tecido preto, repetidamente umedecido, levando em conceito a velocidade do ar, sua umidade relativa e o calor radiante ambiente (USP, 2018).

Tem uma haste formada por dois tubos concêntricos de alumínio, passando pelo tubo central, o termômetro; e o externo serve de reservatório de alimentação de água para embeber o tecido do globo.

Na ponta superior da haste, está depositado o mostrador do termômetro.

É aconselhado para avaliação de calor em câmaras hiperbáricas e em tubulões, onde a temperatura de globo úmido não deve ser superior a 27°C.

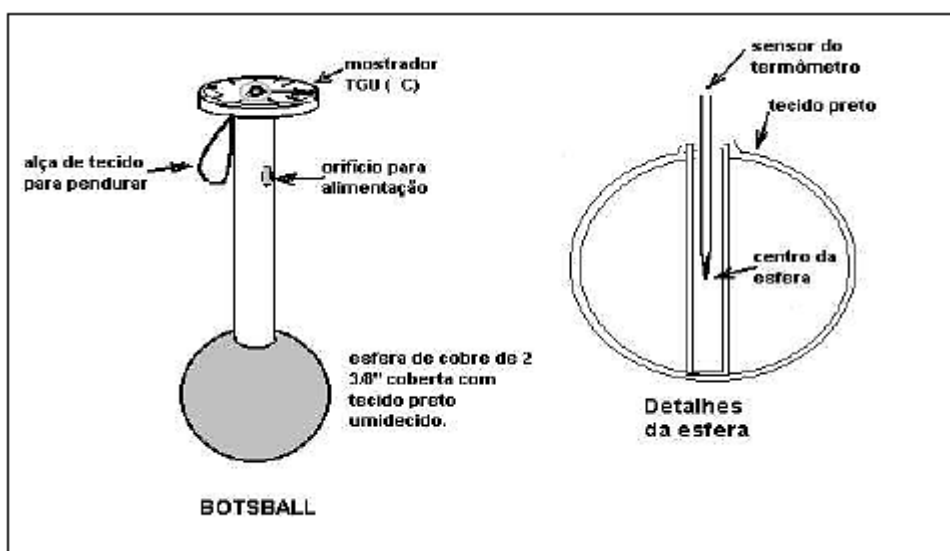
Os produtores equipam com tabelas de limites de tolerância para a temperatura de globo úmido, bem como correlações entre o IBUTG e o TGU.

Uma das correlações sugeridas é a seguinte:

$$\text{IBUTG} = 0,0212 B^2 + 0,192 B + 9,5$$

onde B é a temperatura do Botsball.

Figura 11 – BOTSBALL ou Termômetro de Globo Úmido



Fonte: USP (2018)

2.6.2.19 Limites de tolerância para trabalho em ambientes quentes

Nesta tabela vê-se os alcances de tolerância para o trabalho em espaços quentes, em função da carga metabólica e da relação entre o tempo de trabalho e descanso, empregando os índices: IBUTG e TGU (Botsball), em (°C) (USP, 2018).

Figura 12 – Limites de tolerância para trabalho em ambientes quentes.

Carga Metabólica (kcal/hora)	Trabalho Contínuo		Trabalha 45 min Descansa 15 min		Trabalha 30 min. Descansa 30 min.		Trabalha 15 min Descansa 45 min.	
	IBUTG	TGU	IBUTG	TGU	IBUTG	TGU	IBUTG	TGU
200	30,0	26,2	30,6	26,7	31,4	27,5	32,2	28,3
350	26,7	23,2	27,8	24,2	29,4	25,7	31,1	27,2
500	25,0	21,7	25,8	22,5	27,8	24,2	30,0	26,2

Onde:

Trabalho Leve..... 100 a 200 kcal/h (200 kcal/h)
 Trabalho Moderado... 200 a 350 kcal/h (350 kcal/h)
 Trabalho Pesado..... 350 a 500 kcal/h (500 kcal/h)

Correlação IBUTG e TGU sugerida:

$$\text{IBUTG} = 1,01 \text{ TGU} + 2,6$$

Fonte: USP (2018)

2.6.3 Radiação não ionizante

O espectro eletromagnético é mesclado por todos os tipos de radiação. A Figura 13 exibe parte do espectro eletromagnético. As radiações com comprimentos de onda inferiores a 100 nm são avaliadas ionizantes, por exemplo, a radiação cósmica, gama e raios X. A parte não ionizante do espectro é composta das radiações ultravioleta, visível, infravermelha, micro-ondas, ondas de televisão, ondas de rádio e ELF (extra low frequency” ou ondas de frequência muito baixas) (USP, 2018).

Figura 13 – Espectro Eletromagnético e os TLVs relacionados.

	Radiação Não Ionizante											Radiação Ionizante
Região*	Sub-Radiofrequência		Radiofrequência	Micro-onda	Infravermelho			Visível	Ultravioleta			Raios-X
Banda de Onda	ELF				IV-C	IV-B	IV-A		UV-A	UV-B	UV-C	
Comprimento de onda	1000km	10km	1m	1mm	3μm	1,4μm	760nm	400nm	315nm	280nm	180nm	100nm
Frequência	300Hz	30kHz	300MHz	300GHz								
TLV® Aplicável	Sub-radiofrequência		Radiofrequência e Micro-onda			Infravermelho Próximo e Visível			Ultravioleta			Radiação Ionizante
	Lasers											

* Os limites entre as regiões são adotados por convenção e não devem ser considerados como linhas divisórias absolutas.

Fonte: USP (2018)

A Figura 14 expõe as radiações não ionizantes, em ordem crescente de comprimento de onda.

Figura 14 – Radiação não ionizante e suas denominações em função dos parâmetros comprimento de onda e frequência.

Nome	Comprimento de onda	Frequência
Ultravioleta UVC	100 a 280 nm	30,0x10 ¹⁴ a 10,7x10 ¹⁴ Hz
Ultravioleta UVB	280 a 315 nm	10,7x10 ¹⁴ a 9,5x10 ¹⁴ Hz
Ultravioleta UVA	315 a 400 nm	9,5x10 ¹⁴ a 7,5x10 ¹⁴ Hz
Visível	* 400 a 760 nm	7,5x10 ¹⁴ a 3,9x10 ¹⁴ Hz
Infravermelho IVA	760 nm a 1,4 μm	3,9x10 ¹⁴ Hz a 2,1x10 ¹⁴
Infravermelho IVB	1,4 a 3 μm	2,1x10 ¹⁴ Hz a 1,0x10 ¹⁴
Infravermelho IVC	3 μm a 1 mm	1,0x10 ¹⁴ Hz a 300 GHz
Microondas	1mm a 1 m	300 GHz a 300 MHz
TV, FM, AM, CB		300 MHz a 300 Hz
ELF		300 Hz a 1 Hz
Observação: até o infravermelho é mais comum classificar a radiação em termos do comprimento de onda; para os comprimentos maiores costuma-se usar a frequência.		
* Na literatura encontra-se também a faixa de 380 a 780 nm para a luz visível.		

Fonte: USP (2018)

2.6.3.1 Radiação infravermelha

A região do infravermelho se amplia quase desde o vermelho visível (cerca de 750 nm) até a região de micro-ondas (1 mm). A exposição a raios infravermelhos ocorre para qualquer nível que esteja a uma temperatura inferior à da superfície emissora, sucedendo transferência de calor radiante quando a energia emitida por um corpo é aspirada por outro (USP, 2018).

A radiação infravermelha tem múltiplas aplicações conexas a aquecimento, e industrialmente cita-se:

- Secagem e cozimento de tintas, vernizes, adesivos, esmaltes, etc.
- Aquecimento de partes metálicas para ajuste na montagem, fundição, etc.
- Desidratação de têxteis, papel, couro, carnes, vegetais, potes de argila, etc.
- Descongelamento de vagões de mina no inverno de modo que possam ser descarregados.

A radiação infravermelha é compreendida pela pele como uma sensação de calor, com o aumento de temperatura da epiderme estando sujeito ao comprimento de onda, do tempo de exposição e da quantidade total de energia transferida ao tecido.

Segundo a Tabela 4.1, a radiação infravermelha habitua ser subdividida em Infravermelho A (IVA), Infravermelho B (IVB) e Infravermelho C (IVC).

A ação de expor-se à radiação infravermelha de curto comprimento de onda ou IVA (760 nm a 1400 nm) ocasiona aguda queimadura e aumento de pigmentação da pele. Causa também lesões à córnea, à íris e ao cristalino. A exagerada exposição à radiação visível e infravermelha de fornalhas, fornos e outros corpos quentes similares ficou conhecida como causadora da “doença dos sopradores de vidro” ou “catarata do calor”. Esta doença está conexas a um embaçamento da superfície posterior do cristalino (USP, 2018).

2.6.3.2 Radiação visível

A faixa visível do espectro eletromagnético tem comprimentos de onda entre 400 a 760 nm (ou 380 a 780 nm, segundo alguns autores), equivalendo à faixa de frequências entre $7,5 \times 10^{14}$ Hz a $3,9 \times 10^{14}$ Hz. As leis da radiação foram primeiro estudadas para a luz visível, e os problemas ocupacionais da iluminação discute-se s em um capítulo à parte (USP, 2018).

A radiação visível exibe a propriedade de ser sensível ao olho humano e desta maneira, ser cumpridor pela iluminação natural e artificial.

Contudo pode ser prejudicial ao olho humano também, pois, como uma forma de radiação, ao ser interceptada e aspirada transforma-se em outra forma de energia, rotineiramente calor. Assim ao entrar no olho a luz altera-se em calor e se a potência for abundante, pode ser maléfica e até destrutiva, ocasionando inflamação e queimaduras. Estas decorrências danosas associadas à radiação exagerada são maiores nas faixas do vermelho e violeta, sendo menores nas faixas do verde ou amarelo. Isto porque para o mesmo nível de “visibilidade” as potências associadas são menores para as bandas verde ou amarela (USP, 2018).

A luz direta de solda a arco ou do sol lançam intensidade excessiva e se tiver visualização por períodos prolongados ocorrerá queimadura. Os mecanismos de amparo automática do olho, como fechamento da pupila ou fechamento das pálpebras, não providenciam proteção adequada para as radiações excessivas. Uma queimadura decorrente de uma intensidade muito alta aparece logo após a exposição, originando vermelhidão nos olhos, inchaço e muito lacrimejamento, entretanto a recuperação acontece em poucos dias mesmo nos casos mais bruscos.

Uma das dificuldades da luz visível anexo à higiene ocupacional e a segurança do trabalho é o problema do ofuscamento. Nomeamos de ofuscamento ao desconforto, incômodo, perda de visibilidade e diminuição de performance causado por uma luminância no campo visual maior que aquela para a qual o olho pode se harmonizar (USP, 2018).

Embora das múltiplas razões do ofuscamento, na maioria dos casos ele pode ser classificado como desconfortante ou desabilitante.

O ofuscamento desconfortável é incômodo, mas não acarreta necessariamente ao impedimento do trabalho visual. Em geral é infligido à tendência do olho de se fixar nos pontos mais brilhantes do campo visual. O grau de incômodo causado por uma luminária é dependente de 4 fatores: a luminância da fonte, o tamanho da fonte, o ângulo entre a fonte e o observante e o nível de adaptação do olho do observador.

O ofuscamento desabilitante ou inabilitador impede a execução da tarefa visual e pode ser causado de 3 modos diferentes:

- Pela dispersão da luz na lente do olho produzindo uma luminância na retina;

- Pela insuficiência de tempo para o olho se adaptar a um nível muito diferente de luminância;
- Por imagens fantasmas ocorrentes após se olhar para uma fonte muito brilhante. Os processos fotoquímicos essenciais para a visão ficam temporariamente alterados pelo fato do olho ter ficado sobrecarregado de luminosidade. O cérebro fica confuso se continua a “ver” uma sucessão de imagens do objeto brilhante. A visão perfeita é restaurada em cerca de 5 a 10 minutos.

2.6.3.3 Radiação ultravioleta

A radiação ultravioleta contém frequências entre $7,5 \times 10^{14}$ e $30,0 \times 10^{14}$ Hz (USP, 2018).

A faixa mais longínqua, denominada UVC (100 a 280 nm), é empregada para aplicações bactericidas como a supressão de germes. Por isso é bastante usada no setor de controle de qualidade de processos industriais. As lâmpadas que causam radiação de 245 nm podem também ser empregadas para extinguir bactérias e vírus. A radiação UVB é chamada também de eritemal e abrange a faixa de 280 a 315 nm (ou 320 nm segundo algumas classificações). Os seus resultados benéficos abrangem o bronzeamento da pele e a formação de vitamina D.

A faixa ultravioleta mais próxima da visível vai de aproximadamente 320 a 400 nm e também é apontada de “luz negra” pois faz com que certos materiais fosforesçam.

O espectro da luz solar natural se principia em cerca de 295 nm, com os comprimentos de onda mais curtos sendo filtrados pela atmosfera. De forma semelhante, a composição e a espessura do vidro de lâmpadas, bem como as camadas de recobrimento de fósforo nas fontes de mercúrio e fluorescentes, operam como filtros para as ondas de menores comprimentos de onda.

A radiação ultravioleta é absorvida pelos tecidos humanos ocasionando danos biológicos à pele e aos olhos. Para a pele tem eritema, envelhecimento precoce, câncer, enquanto para os olhos tem fotossensibilização e fotoconjuntivite, que é uma espécie de queimadura dos olhos pelo sol (USP, 2018).

A exibição à radiação ultravioleta gera, através de reações químicas, lesões não ionizantes às células da pele. Estas reações químicas alteram um antecipado envelhecimento da pele em consequência da dilatação dos finos capilares

sanguíneos, efeito conhecido como eritema, e ser a causa de 90% de todos os cânceres de pele. O câncer procede da reação dos raios ultravioletas com o material genético das células, produzindo mutações. As maiores taxas de casos acontecem para as latitudes tropicais e pessoas de pele clara, como são os casos do Brasil, da Austrália e da África do Sul (USP, 2018).

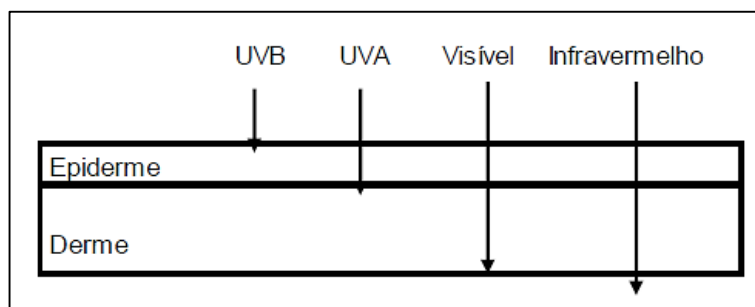
A radiação UVC é armazenada eficazmente pela camada de ozônio da atmosfera terrestre. Quando a atividade solar fica estranhamente alta, esta camada não é 100% hábil na retenção, e ocorre uma exagerada exposição na superfície da terra. O câncer de pele conhecido como melanoma, em geral, aumenta num período de 2 a 3 anos após um período de atividade solar anormal.

A banda de raios solares UVB tem comprimento de onda primitiva com aproximadamente 295 nm, respondendo pelo bronzeamento e queimaduras na pele, além de originar o câncer de pele. A banda UVB é conhecida como banda eritemal e afeta a pele com relação à exposição à radiação UVA. A exposição a UVB admite ao corpo produzir vitamina D, mas esta exposição não requer mais do que 30 minutos diários ao sol.

A banda UVA ou ultravioleta próxima ou “luz negra”, é a máxima responsável pelo bronzeamento da pele e seus resultados prejudiciais são importantes também na visão. Ao ocorrer exposição demasiada a UVA em regiões com neve, onde a reflexão de mais de 85% da radiação UV incidente pode causar a chamada “cegueira da neve”. Neste fenômeno acontece a morte de células nas camadas mais externas do olho, com a lógica opacidade da cobertura do olho.

Radiação UV de comprimento de onda muito curto é assaz destrutivo ao olho. A exposição por alguns poucos minutos causa inflamações austeras e dolorosas, com sequelas posteriores que podem durar anos. A exposição a UV de curto comprimento de onda origina poucos sinais exteriores, como inchaço e vermelhidão não proferidos. No entanto, sucede muito embaraço para focalizar na leitura, especialmente sob luz artificial, e as dores internas sentidas no olho se tornam quase insuportáveis. A recuperação é lenta, exigindo meses ou mesmo anos, com alguns efeitos como a sensibilidade a curtos comprimentos de onda sendo permanentes (USP, 2018).

Figura 15 – Efeito da radiação UV na pele



Fonte: USP (2018)

2.6.4 Limites admissíveis para radiação não ionizante

A ACGIH divulga anualmente seus limites de tolerância (TLV) e a radiação não ionizante é discutida na parte relativa a agentes físicos. A norma brasileira NR-15 trata do assunto no Anexo 7 (USP, 2018).

2.6.4.1 Radiação infravermelha

O TLV para exposição ao infravermelho é de 0,01 W/cm², para exposições superiores a 1000 segundos. Este valor é mencionado para proteção a córnea e o cristalino do olho. A ACGIH ministra uma fórmula para a proteção da retina com analogia a lâmpadas de aquecimento por infravermelho. Isto provém do fato de que algumas destas lâmpadas irradiam muito pouca luz visível, e a pupila não corta automaticamente o exagero de radiação como acontece com a faixa visível (USP, 2018).

2.6.4.2 Radiação visível

A CIE (*Commission internationale de l'éclairage* - Comissão Internacional de Iluminação) é uma organização dirigida à cooperação e à troca de dados entre seus países com membros em todos os contextos referentes à iluminação. Suas publicações noticiam desde níveis recomendados até metodologias de medição e definições de parâmetros (USP, 2018).

Os limites da ACGIH são apontados para fontes de luz visível e infravermelho próximo com emissão de mais de 1 candela por centímetro quadrado, com cuidado especial

para a luz azul especialmente na faixa 425 a 450 nm. Para lasers a ACGIH dedica muitas páginas (USP, 2018).

2.6.4.3 Radiação ultravioleta

Como a radiação ultravioleta de curto comprimento de onda pode trazer reações químicas como queimaduras de pele, esta banda tem fronteiras de tolerância mais limitativas que a faixa ultravioleta mais próxima do espectro visível (USP, 2018).

De acordo com o Anexo 7 da NR 15 da Portaria nº 3.214/78 a exposição à radiação ultravioleta com comprimento de onda menor que 320 nm é avaliada insalubre, quando o operário não está protegido de forma apropriada.

Já a ACGIH recomenda, dependendo do comprimento de onda da radiação, diferentes valores de limites de tolerância para exposições a radiações ultravioleta. Observa-se que estes valores de TLVs são aplicados para fontes contínuas e durações de exposição iguais ou maiores que 0,1 s. (USP, 2018).

2.6.5 Medidas de controle

2.6.5.1 Radiação Infravermelha

Devem ser empregados protetores de olhos e de face, com as medidas contra o calor desta radiação ventiladas no capítulo sobre calor e conforto termo corporal (USP, 2018).

2.6.5.2 Radiação Visível

Têm muitos modos de se impedir o ofuscamento desabilitante ou inabilitador, incluindo evitar luz direta pelo emprego de anteparos, instalando cortinas em janelas, amortizando a reflexão pelo uso de material fosco e pela arrumação cuidadosa de mesas, terminais e fontes de luz. Visores e óculos escuros protegem quando ao ar livre num dia muito ensolarado (USP, 2018).

2.6.5.3 Radiação Ultravioleta

Como a camada de ozônio impede os efeitos da radiação UVC, seus riscos tornam-se desprezíveis (USP, 2018).

As radiações UVA e UVB são maiores na primavera e no verão. Em geral, a UVB é mais viva entre 10 horas e 14 horas, enquanto a UVA é mais prejudicial no princípio da manhã e no final da tarde. Num dia ensolarado de verão, ao meio dia, 15 minutos são satisfatórios para se criar uma queimadura numa pele desprotegida.

Para resguardar operários da radiação UV quando estão sob luz solar direta, usa-se roupa *tightly-woven* cobrindo o máximo possível do corpo além de um chapéu.

Proteção contra raios UV obtém-se também com o uso de loções e cremes contendo óxido de zinco e de titânio (ZnO e TiO₂) e qualificados de acordo com uma escala de proteção entre 1 e 18. A proteção será competente se for mantido um apropriado filme sobre a pele e for usado um fator de proteção alto (>14).

As telas de proteção e os óculos com lentes especiais protegem efetivamente contra UVA e UVB. Óculos de segurança de plástico são menos eficientes, mas filtram também a radiação UV. Outra medida de controle é o enclausuramento das fontes quando possível (USP, 2018).

2.7 RISCOS QUÍMICOS

Riscos químicos são conteúdos compostos por matéria que estão presentes no ar na forma de moléculas individuais ou em grupos de moléculas unidas.

As vias de entrada destes contaminantes no corpo humano são via respiratória, a via dérmica ou cutânea (pele) a via digestiva e a via parenteral (através de feridas).

Os agentes químicos a que um soldador está profissionalmente exposto basicamente compõem os fumos de solda, conforme PEREIRA (1980) com adaptações. Os fumos de solda representam atualmente o maior problema para Saúde Ocupacional, pois além das diversas patologias que cada substância pode desenvolver isoladamente, podem-se observar ações aditivas a nível do aparelho respiratório que podem levar, inclusive, ao câncer de pulmão. Dentro dos fumos de solda será dado maior enfoque aos fumos metálicos, por representarem a maior parte dos fumos de solda e algumas dificuldades para avaliação e controle (COLACIOPPO, 1984).

No processo de soldagem o fundamental risco, gerador de problemas a saúde são os aerodispersóides (poeiras e fumos metálicos). Os fumos metálicos originários do emprego de processos de soldagem de metais como, ligas de aço, alumínio, chumbo, o manganês, o aço inoxidável, ferro, etc., acarretam doenças pulmonares obstrutivas crônicas, febre e intoxicação (MENDES, 2007)

- decomposição do revestimento, alma dos eletrodos ou ainda usado como gás de proteção da soldagem. É considerado um gás asfixiante simples, ou seja, quando se aumenta sua concentração reduz-se a do oxigênio, sendo esta deficiência de oxigênio o que ocasiona o dano. Agrupamentos maiores que 10% em volume de ar, leva à inconsciência e ao óbito por redução de pressão parcial de oxigênio no ar absorvido. Em baixas concentrações, pode haver uma ação tóxica sobre a membrana celular e alterações bioquímicas.
- Ozônio: Variação alotrópica do oxigênio é resultado da ação da radiação ultravioleta do arco elétrico sobre o oxigênio atmosférico. Gás altamente oxidante e tóxico produz forte irritação do aparelho respiratório. Em altas concentrações pode ocasionar edema pulmonar e óbito.
- Óxido de Nitrogênio: Os óxidos de nitrogênio são formados pela oxidação do nitrogênio atmosférico por ação direta da alta temperatura gerada pelo arco elétrico. São agentes irritantes pulmonares que podem ocasionar a morte imediata por broncoespasmos e parada respiratória em alta concentração.
- Fluoretos: Processo de soldagem que utilizam fluxos como proteção para a soldagem podem durante o processo gerar fumos com flúor na sua composição. Em virtude dos teores de cálcio, sódio e potássio que alguns eletrodos possuem, durante a soldagem pode haver reações entre estes elementos e fluxo utilizado havendo a possibilidade de formação de alguns fluoretos. A intoxicação por fluoretos é conhecida como fluorose. É uma doença crônica e incapacitante, caracterizada principalmente por osteoclerose generalizada. Pode causar um aumento da densidade óssea e calcificações de ligamentos, membranas enterósseas e fâscias, evoluindo para a limitação de movimentos.

2.8 RISCOS ERGONÔMICOS

Desde a época da revolução industrial, quando muitos operários deixaram a vida no campo e migraram para as grandes capitais que surgiram doenças provenientes da má postura dos trabalhadores e patologias afins.

Ao longo dos anos identificou-se que muitas doenças e dores que os operários sentiam, relacionam-se a má ergonomia que era instalada nas companhias na época,

que pouco se preocupavam com questões relacionadas à saúde e ao bem-estar dos funcionários.

Os historiadores cogitam com a data de 12 de julho de 1949 como começo das atividades de ergonomia, pois foi nessa época que surgiu a Sociedade de Pesquisa em Ergonomia na Inglaterra. O termo ergonomia vem do grego ergo=trabalho e nomos=regras, leis naturais. A partir do século XX, a ergonomia passou a ser dividida em três etapas:

1ª etapa (1945-1960): nessa época, os sistemas de armazenagem ainda eram pouco difundidos e muito incomuns nas indústrias. Na contramão, estudiosos começaram a definir os primeiros conceitos de ergonomia, trazendo fortes ligações com a fisiologia e aspectos físico-musculares;

2ª etapa (1960-1980): na segunda etapa, especialistas de áreas distintas às da saúde, como engenheiros, arquitetos e designers, começaram a também se dedicar ao estudo da ergonomia industrial;

3ª etapa (a partir da década de 80): na década de 80 houve um avanço na área da ergonomia. Os sistemas de armazenagem, por exemplo, também passaram a ser utilizados ou planejados com o objetivo de melhorar a ergonomia dos operadores. Os sistemas carrossel, por exemplo, se popularizaram e seu modo de funcionamento se tornou referência no que se refere a armazenamento, pois sua estrutura permite com que as peças sejam movimentadas no próprio armário.

Apesar disso, é preciso definir alguns objetivos quando se planeja o sistema de ergonomia industrial, como:

- proporcionar um aumento do conforto nos postos de trabalho, por meio da modernização dos equipamentos, assim como, da conscientização dos funcionários;
- qualificar quais são as atividades da organização listando quais são os riscos ergonômicos no qual os colaboradores estão envolvidos.
- deve-se criar grupos internos que avaliem e comprovem quais são os riscos e, da mesma forma, façam uma controladoria de prevenção de acidentes no ambiente de trabalho.
- além da conscientização, deve-se também criar um estímulo para que os funcionários sejam proativos na busca por um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

A fim de que essas medidas sejam adotadas de forma correta, a norma regulamentadora nº 17, do então Ministério do Trabalho e Emprego, foi criada com o objetivo de convencionar essa prática, garantindo o bem-estar do trabalhador. Ela estipula que as máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e operados sempre levando em consideração a necessidade psicofisiológica de quem está operando. Ou seja, sempre oferecendo conforto e segurança.

O chapisco de moenda é um método de soldagem efetuado por soldadores, conhecidos também como chapiscadores de moenda, profissionais destinados a executar processos de soldagem em moendas dos mais variados tipos e modelos.

Os soldadores por meio de um equipamento específico sobrepõem nos rolos das moendas materiais de solda para que a superfície tenha um grau de aspereza apropriado para aumentar a eficiência dos processos de moagem. O processo de chapisco de moenda é realizado nos flancos dos frisos da moenda.

O chapisco de moenda é um trabalho manual no qual o soldador usa uma ferramenta chamada varão, que é fixado ao equipamento de solda e é empregado para depositar os materiais nos rolos da moenda para que ele tenha o atrito ideal entre os frisos e o insumo. Este processo característico de soldagem demanda muita atenção e cuidado para a eficiência da técnica.

Quando a solda é executada por soldadores, são preditos inconvenientes graves abrangem falta de salubridade, pelas condições de trabalho, pois estes soldadores trabalham em condições de alto risco, sendo posicionados nas partes inferiores e superiores das moendas, submetidos a temperaturas acima de 50°C e com uma umidade relativa bastante elevada. Além desses riscos que o soldador de chapisco fica sujeito durante a sua atividade, a postura ergonômica necessária para esse trabalho é crítica e prejudica sobremaneira a saúde destes profissionais, devendo-se realizar estudos ergonômicos para esta função e realizar as adequações necessárias para maior conforto do chapiscador durante a execução da solda.

Para que haja melhores condições de trabalho desses soldadores, protegendo-os dos perigosos a que são expostos diariamente, e dar maior resultado às usinas, algumas empresas estão desenvolvendo o primeiro Robô de Chapisco que emprega o Eletrodo como consumível. O robô cobre a atividade do ser humano e adequa a melhoria ao dar exatidão a solda de moendas.

Segundo Marcos de Lima, como desenvolvedor do robô, orça-se uma economia em consumível, leis trabalhistas e resultado na extração, equivalente a 1.3 milhões de reais por safra.

Em desenvolvimento desde 2012, o aparelhamento é totalmente automatizado e independente, atuando dentro das normas de segurança e projetado para duração de 10 anos dentro das condições da moenda com proteção IP65.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi desenvolvido primeiramente com a realização de pesquisas bibliográficas em livros, dissertações e artigos que abordam sobre o desgaste abrasivo em rolos de moendas de usinas de cana-de-açúcar, a fim de maior aprofundamento teórico sobre o assunto. Posteriormente foi proposta uma análise ocupacional na atividade de chapisco em extração de caldo de cana-de-açúcar a fim de se levantar os riscos ambientais aos quais estão expostos os trabalhadores das indústrias do setor sucroenergético instalada no estado do Mato Grosso do Sul.

A metodologia adotada consistiu-se em realizar estudo de campo através de avaliações qualitativas para levantar os riscos aos quais estão expostos esses os trabalhadores e avaliar os resultados das avaliações quantitativas através dos registros ambientais contidos no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Grau de risco

De acordo com a Norma Regulamentadora NR4 – SESMT- Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho, a empresa se enquadra conforme discriminação abaixo:

Atividade principal

- Grau de risco: 03
- Código de atividade: 19.31-4-00
- Atividade: Fabricação de álcool.

3.2 RECONHECIMENTO DO AMBIENTE E PROCESSO OPERACIONAL

3.2.1 Recebimento de matéria prima

A primeira etapa do processo industrial principia no setor de hilo onde o a cana-de-açúcar é descarregada na mesa alimentadora e transportada por esteiras transportadoras até a moenda localizada no setor de extração de caldo.

Figura 16 – Descarga de cana-de-açúcar

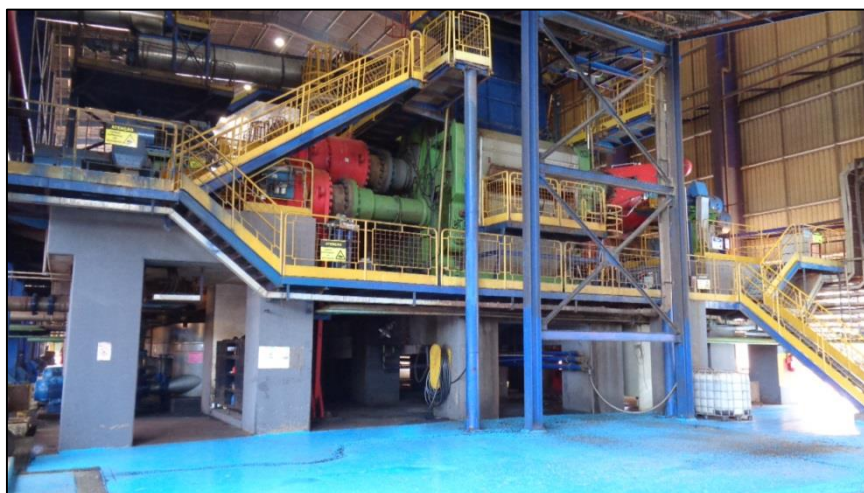


Fonte: Arquivo pessoal, 2019

3.2.2 Processo de extração de caldo

Após o recebimento no hilo a cana-de-açúcar é transportada para a moenda e passa entre os ternos da moenda, iniciando o processo mecânico de extração de caldo de cana-de-açúcar.

Figura 17 – Moenda de extração de cana-de-açúcar



Fonte: Arquivo pessoal, 2019

3.2.3 Processo de soldagem

Os soldadores de forma manual e através de um varão que é fixado ao equipamento de solda elétrica aplicam nos rolos das moendas revestimento metálico para que superfície tenha um grau de aspereza adequado para aumentar a eficiência dos processos de extração de caldo. O processo de chapisco de moenda é efetuado nos flancos dos frisos da moenda. Este tipo de processo traz aos rolos um nível apropriado de rugosidade uniforme, o que simplifica os processos de moagem. Além, disso o chapisco favorece a preservação dos frisos, dos rolos por um maior período de tempo.

Figura 18 – Chapisco de rolo de moenda (rolo superior de entrada)



Fonte: Arquivo pessoal, 2019

Figura 19 – Chapisco de rolo de moenda (rolo superior de saída)



Fonte: Arquivo pessoal, 2019

Figura 20 – Chapisco de rolo de moenda (rolo inferior de saída)



Fonte: Arquivo pessoal, 2019

3.3 ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO

Através do desenvolvimento das etapas processos operacionais descritos anteriormente, foi possível reconhecer os agentes que deverão ser avaliados. Para esta atividade foi analisado os dados descritos na metodologia e as técnicas de avaliação ambiental aplicada para a elaboração do PPRA da empresa analisada.

3.3.1 Avaliação da exposição ocupacional ao ruído

Foi realizada dosimetria de ruído utilizando-se medidor integrado de uso pessoal (dosímetro). O microfone do aparelho foi posicionado dentro da zona auditiva do trabalhador, ou seja, sobre o ombro, preso na vestimenta. Operando em circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW) na faixa de integração de 70 a 140 dB(A). O dosímetro foi calibrado antes e após a monitoração.

A metodologia utilizada foi a da Norma de Higiene Ocupacional - NHO – 01 Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído da FUNDACENTRO e incremento de duplicação de dose na Norma Regulamentadora NR 15, Anexo 1 – Ruído Contínuo e Intermitente conforme segue:

- Circuito de ponderação “A”;
- Circuito de resposta Lenta – Slow;
- Critério de Referência – 85 dB (A), que corresponde a dose 100% para exposição de 8 horas;
- Nível limiar de integração – 80 dB (A);
- Incremento de duplicação de dose = 5 ($q = 5$).

Para obtermos a atenuação efetiva do protetor auditivo utilizado, foi utilizado o cálculo conforme norma **ANSI 12.6-1997 B**. Fórmula com cálculo direto:

$$NPSc = NPSa - NRR (sf)$$

Onde:

- **NPSc** = Nível de proteção sonora com proteção;
- **NPSa** = Nível de pressão sonora do ambiente;
- **NRR (sf)** = Nível de redução de ruído (subject fit).

3.3.2 Avaliação da exposição ocupacional ao calor

As avaliações de calor foram realizadas em consonância com o Anexo nº 3 da NR-15, além de observar as recomendações da NHO-06 - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor da FUNDACENTRO. As avaliações de calor foram realizadas para determinação de **risco de sobrecarga térmica** nas atividades que exponham os colaboradores a **fontes artificiais de calor**.

As medições foram efetuadas à altura da região do corpo mais atingida conforme segue:

- Localização dos equipamentos com geração de calor;
- Instalação dos sensores;
- Preparação do bulbo úmido: umedecer o pavio e a esponja, com água destilada, mantendo-os úmidos durante as medições;
- Posicionar o instrumento na região que equivale a ponto de irradiação de calor, na direção do operador;
- Aguardar a estabilização do termômetro por um período de 10 a 15 minutos;
- Realizar as leituras.

A legislação brasileira, através da Portaria 3214/78 do MTb, estabelece que a exposição ao calor deve ser avaliada através do Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo - IBUTG. Consiste em um índice de sobrecarga térmica, definido por uma equação matemática que correlaciona alguns parâmetros definidos no ambiente de trabalho. A equação varia em presença ou não, de carga solar no momento da medição, conforme é apresentado:

Ambientes internos ou externos, sem carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,3 \text{ tg}$$

Ambientes externos com carga solar:

$$\text{IBUTG} = 0,7 \text{ tbn} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ tbs}$$

Onde:

TG – Termômetro de Globo.

TBS – Termômetro de Bulbo Seco.

TBN – Termômetro de Bulbo Natural (Úmido).

IBUTG – Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo.

Existem duas maneiras de calcularmos o IBUTG. São elas:

- Regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de trabalho;
- Regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (local de descanso).

Avaliação de calor (IBUTG), na operação de soldagem de chapisco é considerada como regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço, ambiente coberto e sem carga solar e atividade caracterizada como moderada. Após a medição o resultado foi comparado com os limites de tolerância constantes da NR-15 da Portaria 3214/78 do MTb em seu Anexo 3 (quadro 1)

Figura 21 – Limite de tolerância para atividades com exposição ao calor com descanso no próprio local de trabalho

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: USP (2018)

3.3.3 Avaliação da exposição ocupacional a fumos metálicos

Para avaliação aos agentes químicos fumos metálicos, a empresa adotou como critério em seus PPRA os limites de tolerância da ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), uma vez que na Legislação Brasileira não há classificação para alguns agentes analisados, nem Limites de Tolerância estabelecidos.

Em função da jornada de trabalho da empresa ser de 44 horas semanais e o Limite de tolerância ser da ACGIH, foi necessário aplicar a Fórmula de Brief & Scala para correção do Limite de Tolerância, conforme segue:

$$FR = 40/h \times (168 - h) / 128$$

Para 44 horas semanais $FR = 0,88$.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A seguir estão apresentados os resultados contidos no PPRA da intensidade dos agentes físicos ruído, calor e concentrações dos agentes químicos avaliados durante a exposição ocupacional a fumos metálicos na operação de soldagem no chapisco da moeda. Os resultados foram interpretados, comparados com as normas e discutidos os seus valores.

Tabela 2 - Resultado avaliação de ruído

AGENTE	Resultado		Limites de tolerância		
			NR 15 Anexo 1	NRR(sf)	NPSc
	dB (A)	Dose (%)	dB (A)	dB (A)	dB (A)
Ruído	93,7	334,04	85,0	18,0	75,7

Fonte: PPRA, 2019.

Nota-se que o resultado da intensidade do nível de ruído que o trabalhador estava exposto na atividade de operação de solda ficou acima dos limites do nível de ação e limite de tolerância, sendo considerada uma situação crítica de exposição. Como medida de controle a empresa adota o uso de proteção auditiva de modo a atenuar a intensidade do agente. No PPRA é descrito recomendações a fim de assegurar a qualidade das medidas de controle aplicada ao usuário, tais como:

- Manter um controle efetivo de entrega dos EPIs (Protetores Auditivos), para os colaboradores que realizam atividades expostas ao ruído, observando a periodicidade de entrega e atualizando as fichas / recibos de entrega de EPIs;
- Manter controles médicos (exames audiométricos) PCMSO;
- Manter PCA – Programa de Conservação Auditiva a todos os funcionários expostos ao ruído;
- Manter treinamentos e reciclagens periódicas abrangendo: riscos, apresentação de equipamentos, forma de uso, higienização e substituição dos protetores auditivos;
- Manter sinalização e fiscalização contínua sobre o uso de proteção auditiva nas áreas, com inspeções periódicas.

Tabela 3 - Resultado avaliação de exposição ao calor

AGENTE	Resultado	Avaliação				LT NR 15 Anexo 3
	IBUTG	Tipo de atividade	TBN	TG	TBS	
Calor	25,0	Moderada	23,0	29,8	-	26,7

Fonte: PPRA, 2019.

Nota-se que o resultado da intensidade da exposição ao calor que o trabalhador estava exposto na atividade de operação de solda ficou abaixo do limite de tolerância, sendo considerada uma situação aceitável de exposição.

Tabela 4 - Resultado cádmio

AGENTE	Resultado	Limites de tolerância		
		ACGIH 40 horas semana	Fórmula de Brief & Scala FR 44 horas / semana	Limite de Tolerância 44 horas / semana
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Cádmio	<0,0008	0,002	0,88	0,0017

Observação: Limite de Quantificação (LQ) "<" significa abaixo do LQ.

Fonte: PPRA, 2019.

Nota-se que o resultado da concentração de fumos de cádmio que o trabalhador estava exposto na atividade de operação de solda ficou abaixo dos limites de detecção e da ACGIH, podendo ser considerada uma situação aceitável de exposição.

Tabela 5 - Resultado cromo

AGENTE	Resultado	Limites de tolerância		
		ACGIH 40 horas semana	Fórmula de Brief & Scala FR 44 horas / semana	Limite de Tolerância 44 horas / semana
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Cromo	0,5304	0,5	0,88	0,44

Fonte: PPRA, 2019.

Nota-se que o resultado da concentração do fumo metálico cromo que o trabalhador estava exposto na atividade de operação de solda ficou acima dos limites de tolerância

da ACGIH e do limite de tolerância corrigido para a jornada de 44 horas semanais. Caracterizando uma situação de atenção quanto à sua exposição.

Tabela 6 - Resultado cobre

AGENTE	Resultado	Limites de tolerância		
		ACGIH 40 horas semana	Fórmula de Brief & Scala FR 44 horas / semana	Limite de Tolerância 44 horas / semana
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Cobre	<0,03	0,2	0,88	0,176

Observação: Limite de Quantificação (LQ) "<" significa abaixo do LQ.

Fonte: PPRA, 2019.

Nota-se que o resultado da concentração do fumo metálico cobre que o trabalhador estava exposto na atividade de operação de solda ficou abaixo dos limites de detecção e da ACGIH e do limite de tolerância corrigido para a jornada de 44 horas, podendo ser considerada uma situação aceitável de exposição.

Tabela 7 - Resultado ferro

AGENTE	Resultado	Limites de tolerância		
		ACGIH 40 horas semana	Fórmula de Brief & Scala FR	FR 44 horas / semana
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Ferro	3,30	5,0	0,88	4,4

Fonte: PPRA, 2019.

Nota-se que o resultado da concentração do fumo metálico ferro que o trabalhador estava exposto na atividade de operação de solda ficou abaixo dos limites de detecção e da ACGIH e do limite de tolerância corrigido para a jornada de 44 horas. Entretanto, o resultado ultrapassou o nível de ação, sendo considerada uma situação que necessita medidas de controle preventivo na exposição.

Tabela 8 - Resultado manganês

AGENTE	Resultado	Limites de tolerância		
		ACGIH 40 horas semana	Fórmula de Brief & Scala FR	FR 44 horas / semana
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
Manganês	0,092	0,02	0,88	0,0176

Fonte: PPRA, 2019.

Nota-se que o resultado da concentração do fumo metálico manganês que o trabalhador estava exposto na atividade de operação de solda ficou acima dos limites de Tolerância da ACGIH e do limite de tolerância corrigido para a jornada de 44 horas. Caracterizando uma situação de atenção imediata quanto à sua exposição.

4.1 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Quanto à utilização dos equipamentos de proteção individual, pode-se observar que a empresa fornecia os equipamentos de segurança. No entanto, percebe-se que a proteção da face e mãos contra a exposição à radiação não ionizante não estava adequada. Os soldadores utilizavam óculos de proteção escuros e luvas impermeabilizantes onde o correto seria a utilização de máscara de solda com lentes filtrantes e luvas de proteção em raspa ou equivalente.

No caso dos soldadores em especial foi constatado a presença dos seguintes equipamentos de proteção:

- Capacete de segurança;
- Óculos de segurança escuro;
- Respirador purificador de ar PFF-2
- Avental tipo barbeiro em raspa de couro;
- Luvas de látex/neopreme;
- Calçado de segurança.

Em entrevista com os trabalhadores sobre a falta do uso de máscara de solda e luvas de segurança em raspa, afirmaram que utilizam óculos para facilitar a visão e as luvas impermeáveis devido a umidade originada pelos respingos de caldo de cana-de-açúcar dos rolos da moenda.

4.2 FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA SOBRE O PRODUTO QUÍMICO

Através de coleta de dados em campo, os trabalhadores informaram que utilizam varetas revestidas como consumíveis conhecidos tecnicamente como eletrodos, material específico para o chapisco. Abaixo consta figura 1 retirada da FISPQ contendo as substâncias presentes nos consumíveis:

Figura 22 – Ingredientes presentes no revestimento do eletrodo utilizado no chapisco.

Ingredientes do revestimento	Peso %	CAS N°	EINECS N°	CLASSIFICAÇÃO DE RISCO ⁽¹⁾	IARC ⁽²⁾	NTP ⁽³⁾	OSHA ⁽⁴⁾
Alumínio	<2	7429-90-5	231-072-3	N.d.	-	-	-
Calcário	1-5	1317-65-3	215-279-6	Não	-	-	-
Carbono	5-10	7440-44-0	231-153-3	Não	-	-	-
Celulose	1-2	9004-34-6	232-674-9	Não	-	-	-
Cromo	50-60	7440-47-3	231-157-5	Não	-	-	-
Ferro	10-20	7439-89-6	231-096-4	Não	-	-	-
Manganês	1-5	7439-96-5	231-105-1	Não	-	-	-
Quartzo	1-5	14808-60-7	238-878-4	T,R45*	1	K	-
Silicatos	2-5	1312-76-1	215-199-1	Não	-	-	-

Fonte: FISPQ, SUGARTEC MAX 45, 2019

Segundo informações sobre identificação de perigo contido na FISPQ do consumível utilizado nas atividades de chapisco da moenda da empresa analisada, a exposição prolongada aos fumos de soldagem pode provocar sintomas como febre, tonturas, náuseas, securas, ou irritações do nariz, garganta ou olhos. Exposição prolongada crônica pode afetar funções pulmonares. Inalação prolongada de compostos de cromo acima dos limites de segurança pode causar câncer. Exposição excessiva ao manganês e seus compostos, acima dos limites de segurança, pode causar danos irreversíveis ao sistema nervoso central, incluindo os sintomas: fala ininteligível (enrolada), letargia, tremor, fraqueza muscular, distúrbios psicológicos e espasticidade muscular.

De acordo com a FISPQ do eletrodo utilizado deve-se evitar a exposição aos fumos de soldagem, radiação, respingos, choque elétrico, materiais quentes e poeiras.

4.3 MEDIDAS DE CONTROLE AMBIENTAL

Com base nos resultados obtidos nas avaliações de fumos metálicos, devem ser tomados medidas de controle de forma a assegurar a proteção da saúde dos trabalhadores. Em avaliação de campo, ficou evidenciada a ausência de medidas de controle no ambiente, onde o setor não possui sistema de ventilação artificial para o controle da emissão de fumos metálicos em virtude da atividade de chapisco. A ventilação local exaustora é considerada um dos sistemas mais eficazes para se prevenir a contaminação do ar. O princípio em que se baseia é o de capturar o contaminante no seu ponto de origem, antes que o mesmo atinja a zona respiratória do trabalhador.

5. CONCLUSÃO

Através de inspeção no local e coleta de dados juntos aos operários que trabalham na atividade de chapisco de moenda e análise dos resultados de avaliação ambiental do PPRA da empresa, objeto deste trabalho, pode-se concluir que os riscos ambientais encontrados para aplicação de higiene ocupacional são: riscos físicos, químicos e ergonômicos.

Os riscos físicos apresentam-se na forma de ruído, calor e radiação não ionizante e os riscos químicos na forma de fumos metálicos, ambos decorrente do processo de soldagem e também da localização em virtude dos equipamentos de processo industrial. A ausência de um sistema adequado de ventilação industrial foi um fator notado no qual percebe-se que os fumos metálicos de cromo e manganês mesmo apresentando concentrações acima dos limites de exposição ocupacional não são captados na fonte. Quanto ao agente calor, a falta de ventilação geral diluidora potencializa o risco de sobrecarga térmica e desconforto devido a radiação infravermelha gerada pela operação de soldagem.

Como proteção aos agentes físicos, os trabalhadores estavam protegidos, no entanto de forma inadequada para radiação não ionizante, o qual os óculos utilizados não promovem proteção adequada para atividades de solda, assim como o rosto e região do pescoço estavam sem proteção. Para os agentes químicos fumos metálicos, as vias respiratórias estavam adequadamente protegida por intermédio de respirador purificador de ar específico para poeiras, névoas e fumos com fator de proteção atribuído – FPA acima do Fator de Proteção Mínimo Requerido – FPMR atendendo desta forma as diretrizes de segurança para proteção respiratória.

A empresa cumpre apenas parcialmente os requisitos de proteção e prevenção da saúde dos trabalhadores expostos o qual necessita implantar medidas de controle no ambiente e adequar as medidas de proteção individual.

6. REFERÊNCIAS

AMERICAN WELDING SOCIETY. **AWS 3.0: Standard Welding Terms and Definition**. Miami, 2001.

AMERICAN WELDING SOCIETY. **Welding Handbook**. v. 5. 7.ed. Miami, 1997.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Portaria 3214/78**.

COLACIOPPO, Sergio. **Avaliação da exposição profissional a fumos metálicos em operações de solda**. 1984. Tese (Doutorado em Serviços de Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984. doi:10.11606/T.6.2016.tde-04082016-152004. Acesso em: 24 de agosto de 2019

FANTAZZINI, Mario Luiz. **Coleção Tecnologia SENAI - Soldagem**. 553p. São Paulo SP, 1997. Capítulo 1 (Pag. 09) - Higiene e Segurança na soldagem.

GOIAS. Secretária do Estado de Gestão e Planejamento. Gerência de Saúde e Prevenção. **Manual de Elaboração Mapa de Risco**. 2012. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2012-11/manual-deelaboracao-de-mapa-risco.pdf>>. Acesso em: 30 de junho de 2019.

GODOY, L. M. **Extração de caldo de cana-de-açúcar com o uso de moendas a vapor**. 2013. 115f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Fundação de Ensino Eurípedes Soares da Rocha, Marília, 2013.

MACHADO, O. J. M. **Análise de falhas em martelos oscilantes dos desfibradores da indústria sucroalcooleira da região Norte-Nordeste**. 2008. 137p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

MENDES, Paula. Agentes químicos perigosos – Algumas diretrizes praticas para implementação da legislação. **Revista Tecnometal**, n. 168, jan. fev. 2007. Disponível em: <pt/artigos/artigos/agentes_quimicos_perigosos_1.pdf>. Acesso em: 30 de junho de 2019.

MORAES, E. E. **Avaliação das perdas invisíveis de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) e impurezas vegetais na colheita mecanizada**. 1992. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

MURAD, Marcio de Queirós. Aplicação de chapisco em moendas de cana de açúcar com o processo FCAW, 2016, 95p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais. 2016.

PARANHOS, Ronaldo, et. al. **Informações sobre a segurança na soldagem: Fumos e Gases**. Infosolda – O site brasileiro da soldagem, 2004. Disponível em: <<http://www.infosolda.com.br/images/Downloads/Artigos/higiene/informacoes-desegurana-na-soldagem-fumos-e-gases.pdf>>. Acesso em: 30 de junho de 2019.

PEREIRA, P.F. Problemas Higienicos Generados em las Operaciones de Soldadura al Arco- Noticias de Seguridad (2) – 18, 1980.

RAMOS, C. R. G. et al. Qualidade da colheita mecanizada da cana-de-açúcar em diferentes velocidades de deslocamento. **43º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA**, 2014, Campo Grande, MS.

SESI. **Dicas de Prevenção de Acidentes e Doenças no Trabalho**: SESI – SEBRAE Saúde e Segurança no Trabalho: Micro e Pequenas Empresas. Brasília: SESI-DN, 2005. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1227209981.pdf>. Acesso em: 30 de junho de 2019.

SETOR ENERGÉTICO. Disponível em: <http://www.setorenergetico.com.br/empresas/robo-de-chapisco-de-solda-com-eletrodo-e-mais-nova-promessa-para-moendas-de-acucar/22135/> Acesso em 21 de agosto de 2019.

SILVA, F. I. G. **Colheita mecânica e manual da cana-de-açúcar: histórico e análise**. Nucleos, v.6, n.1, abril, 2009.

SISTEMAS DE ARMAZENAGENS. Disponível em: <http://www.sistemadearmazemagem.com.br/ergonomianaindustria/>. Acesso em 20 de agosto de 2019

SUSKI, C. A. **Estudo do efeito de tratamentos e revestimentos superficiais na vida de ferramentas de conformação mecânica à frio**. 2004. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada., **Agentes Físicos I, eHO-102**, 2018, 183p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada., **Agentes Químicos, eHO-103**, 2018, 158p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada., **Agentes Físicos II / E-Social, eHO-104**, 2018, 177p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada., **Agentes Químicos II / Ergonomia, eHO-105**, 2018, 169p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada., **Ventilação Industrial, eHO-111**, 2019, 179p.