

ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTO DE TRABALHO COM ÊNFASE EM CONFORTO TÉRMICO: BREVES CONSIDERAÇÕES PARA A INDÚSTRIA DE CARTONAGEM

68

ANALYSIS OF ERGONOMICS IN THE WORKPLACE WITH EMPHASIS ON THERMAL COMFORT: BRIEF CONSIDERATIONS FOR THE CARTONING INDUSTRY

Naomi Silva dos Santos¹, Joaquim M. F. Antunes Neto², Tarcis Andrade da Silva³

- 1- Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial, FATEC - Itapira; 2- Doutor em Bioquímica, especialista em Tecnologias da Indústria 4.0 e docente da FATEC – Itapira; 3- Especialista em Gerenciamento da Produção, graduado em Engenharia Mecânica e Tecnologia em Processos de Produção. Professor titular da FATEC – Itapira e orientador.

Contato: naomisantos77@gmail.com

RESUMO

O objetivo do presente artigo é apresentar um conjunto abrangente de estratégias de otimização da ergonomia, com especial ênfase no conforto térmico, com um foco na indústria de cartonagem. Tem como objetivos específicos abordar os desafios complexos relacionados à saúde e bem-estar dos trabalhadores, à segurança no local de trabalho, à produtividade e à conformidade regulatória, considerando as necessidades específicas desse setor industrial. O artigo foi concebido por uma revisão extensa da literatura disponível sobre ergonomia, conforto térmico e indústria de cartonagem, o que pode caracterizá-lo como um estudo bibliográfico narrativo. As áreas de produção em uma fábrica de cartonagem podem ser classificadas conforme o tipo de trabalho realizado. Sendo considerado trabalho contínuo, com o tipo de atividade moderada, atividade na qual é realizada de pé em máquina ou bancada com alguma movimentação. Nestes locais onde se desempenham atividades mais físicas, como movimentação de materiais, montagem de embalagens ou operação de máquinas, é possível encontrar ambientes com taxas metabólicas maiores. A exposição ao calor no ambiente de trabalho apresenta desafios significativos para a saúde e o bem-estar dos trabalhadores. Ao adotar medidas preventivas e seguir as diretrizes estabelecidas pelas normas regulamentadoras, os empregadores podem proteger seus colaboradores e criar um ambiente de trabalho seguro e saudável. Juntos, podemos trabalhar para mitigar os riscos e criar condições de trabalho que promovam o bem-estar e a produtividade de todos.

Palavras-Chave: Ergonomia. Conforto Térmico. Normas Regulamentadoras. Cartonagem.

ABSTRACT

The aim of this article is to present a comprehensive set of ergonomics optimization strategies, with special emphasis on thermal comfort, with a focus on the cartoning industry. Its specific objectives are to address the complex challenges related to workers' health and well-being, workplace safety, productivity, and regulatory compliance, considering the specific needs of this industrial sector. The article was conceived by an extensive review of the available literature on ergonomics, thermal comfort and carton industry, which can characterize it as a narrative bibliographic study. The production areas in a cartoning plant can be classified according to the type of work performed. Continuous work, with the type of moderate activity, is considered an activity in which it is performed standing on a machine or bench with some movement. In these places where more physical activities are performed, such as moving materials, assembling packaging or operating machinery, it is possible to find environments with higher metabolic rates. Exposure to heat in the workplace presents significant challenges to the health and well-being of workers. By taking preventative measures and following the guidelines set by regulatory standards, employers can protect their employees and create a safe and healthy work environment. Together, we can work to mitigate risks and create working conditions that promote well-being and productivity for all.

Key words: Ergonomics. Thermal Comfort. Regulatory Standards. Cartonnage.

INTRODUÇÃO

A ergonomia é um mergulho profundo na interseção entre seres humanos, ambiente de trabalho e eficiência laboral. Originada do grego "ergon" (trabalho) e "nomos" (legislação e normas), a ergonomia é a ciência que busca configurar o ambiente de trabalho de acordo com as necessidades humanas. Essa disciplina abrange uma variedade de conhecimentos, desde a física e a fisiologia até a psicologia e a sociologia, para projetar ferramentas, máquinas e sistemas produtivos que proporcionem conforto, segurança e eficácia (PUENTES; LONGAREZI, 2015).

Portanto, a Ergonomia é uma ciência interdisciplinar que compreende a fisiologia e a psicologia do trabalho, bem como a antropometria; que seria o conjunto de técnicas utilizadas para medir o corpo humano ou suas partes, e a sociedade no trabalho. O objetivo da Ergonomia é a adaptação do posto de trabalho, dos instrumentos, das máquinas, dos horários, do meio ambiente às necessidades do homem. A realização de tais objetivos, ao nível industrial, propicia uma facilidade do trabalho e um rendimento do esforço humano (GRANDJEAN, 1986 apud SOARES, 2009).

A relação entre ergonomia e legislação é vital para garantir a saúde e a segurança no ambiente de trabalho. No Brasil, por exemplo, a NR-15 estabelece limites de tolerância para exposição ao calor, visando proteger os trabalhadores de condições insalubres. Esses limites são determinados pelo Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), que considera a temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo e temperatura de bulbo seco, conforme a ser apresentado no referencial teórico.

Entender a dinâmica entre as condições ambientais e o desempenho humano é crucial para aprimorar o ambiente de trabalho. A ergonomia continua a evoluir, abrangendo cada vez mais aspectos físicos, cognitivos e ambientais, visando proporcionar um ambiente laboral mais seguro, saudável e eficiente para os trabalhadores, porém as organizações, em muitos casos, não se atentam a importância desta temática. Desta forma, esta é a problemática de estudo do presente artigo.

O presente trabalho justifica-se por realizar uma pesquisa com foco na otimização da ergonomia, especialmente no que diz respeito ao conforto térmico em uma indústria de cartonagem, é uma empreitada de extrema relevância. Esta pesquisa se justifica por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos que enfatizam a importância do estudo e sua contribuição tanto para o campo da ergonomia quanto para a indústria em geral. A pesquisa, nesta perspectiva de pensamento, visa trazer referencial teórico que consiga despertar consciência da necessidade de melhorar a saúde e o bem-estar dos trabalhadores, proporcionando condições de trabalho mais seguras e confortáveis. O conforto térmico desempenha um papel crítico nesse contexto, afetando diretamente a saúde e o desempenho dos funcionários. Condições inadequadas podem levar a problemas de saúde e redução da produtividade.

A ergonomia desempenha um papel crucial na prevenção de acidentes de trabalho. Ambientes confortáveis podem reduzir erros relacionados ao desconforto e minimizar riscos de acidentes causados por condições térmicas extremas. Ambientes de trabalho confortáveis promovem maior produtividade. A pesquisa busca otimizar o conforto térmico, melhorando a eficiência operacional. Conforto térmico inadequado pode resultar em custos extras, como licenças médicas e custos de assistência médica. A pesquisa visa reduzir esses custos e melhorar a eficiência financeira da indústria (SOARES, 2009).

O objetivo geral deste artigo é apresentar um conjunto abrangente de estratégias de otimização da ergonomia, com especial ênfase no conforto térmico. Tem como objetivos específicos abordar os desafios complexos relacionados à saúde e bem-estar dos trabalhadores, à segurança no local de trabalho, à produtividade e à conformidade regulatória, considerando as necessidades específicas desse setor industrial.

METODOLOGIA

71

O artigo foi concebido por uma revisão extensa da literatura disponível sobre ergonomia, conforto térmico e indústria de cartonagem, o que pode caracterizá-lo como um estudo bibliográfico narrativo. Envolveu a busca em bases de dados indexadas, que delinearam revistas científicas, livros, relatórios técnicos e regulamentos relevantes, sob os preceitos de Gil (2010) e Marconi e Lakatos (2003).

Com isso, houve uma seleção prévia criteriosa de fontes que considerando diretamente materiais relacionados aos descritores “ergonomia”, “conforto térmico”, “normas regulamentadoras” e “cartonagem”. As fontes escolhidas apresentaram-se de alta qualidade, com base em pesquisas acadêmicas e científicas, e publicadas em fontes reconhecidas.

A análise de conteúdo ocorreu de forma sistemática das fontes selecionadas, que consistiu na identificação de temas, padrões e *insights* relevantes relacionados à otimização da ergonomia e ao conforto térmico de acordo com normas técnicas específicas. Com base nas seleções determinadas pela revisão bibliográfica, teve-se o desenvolvimento de estratégias de otimização ergonômica e de conforto térmico, considerando as melhores práticas e recomendações identificadas na literatura revisada.

A partir das estratégias desenvolvidas, houve a elaboração de diretrizes e recomendações práticas para a indústria, destacando medidas específicas que podem ser implementadas para melhorar as condições de trabalho, a ergonomia e o conforto térmico.

Por fim, desenvolveu-se a discussão abrangente dos resultados da revisão bibliográfica, enfocando as implicações das descobertas e recomendações para as organizações, trazendo em sequência as considerações finais que reitera o alcance dos objetivos da pesquisa, a relevância das estratégias propostas e sua aplicabilidade na indústria. Em suma, essa metodologia de pesquisa qualitativa baseada em revisão bibliográfica permitiu uma abordagem fundamentada e abrangente para investigar e propor soluções para os desafios relacionados à ergonomia e ao conforto térmico na indústria, com base nas descobertas e recomendações disponíveis na literatura especializada.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A palavra ergonomia tem sua origem no grego, em que "ergon" significa trabalho e "nomos" refere-se a legislação e normas. De maneira resumida, a ergonomia pode ser

descrita como a ciência que se dedica à configuração do trabalho de acordo com as necessidades do ser humano (PUENTES; LONGAREZI, 2015). Segundo Laville (1977), a etimologia da palavra não esclarece de forma precisa o objeto de estudo dessa disciplina. Ele a define como o conjunto de conhecimentos relacionados ao desempenho humano em atividades, com o propósito de aplicá-los no planejamento de tarefas, ferramentas, máquinas e sistemas de produção.

Para Iida (2005), a ergonomia é a investigação da adaptação do trabalho às características do ser humano. Esta abordagem abrange não apenas tarefas realizadas com máquinas e ferramentas para a transformação de materiais, mas também qualquer situação que envolve a interação entre o ser humano e uma atividade produtiva, incluindo o ambiente físico e os aspectos organizacionais.

De acordo com Wisner (1987), a ergonomia consiste em um conjunto de conhecimentos científicos relativos ao ser humano, essenciais para o desenvolvimento de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia. O autor destaca que a ergonomia se baseia em áreas do conhecimento humano, como antropometria, fisiologia, psicologia e uma parte da sociologia. Além disso, destaca a importância de considerar aspectos sociológicos e psicossociológicos na organização geral das atividades de trabalho, como a divisão do trabalho e das tarefas. Alain Wisner propõe uma abordagem teórico-metodológica e prática para resolver os problemas das condições de trabalho, focando na compreensão das atividades dos trabalhadores.

Segundo Wisner (2004), enquanto a ergonomia britânica e americana se concentra principalmente no equipamento, a abordagem da ergonomia francesa se volta de maneira mais enigmática para o trabalho. A constatação fundamental da ergonomia francesa está relacionada ao fato de que um equipamento pode incorporar os melhores conhecimentos da Ciência dos Fatores Humanos, mas não permitir um desempenho satisfatório por parte dos trabalhadores que o utilizam. Isso ocorre porque o trabalho real pode diferir do trabalho prescrito ou suposto pelos projetistas. Portanto, para criar um dispositivo técnico eficiente, é necessário analisar o trabalho em si.

De acordo com Dul e Weerdmeester (2004), a ergonomia não se limita apenas ao estudo de cargos e tarefas, mas também abrange diversos aspectos, como postura e movimentos corporais, condições ambientais (ruído, vibração, iluminação, clima, agentes químicos) e elementos cognitivos, que envolvem o processo de aquisição de conhecimento envolvendo fatores como o pensamento, a linguagem, a percepção, a memória e o raciocínio) e informações captadas pela visão, audição e outros sentidos,

baseando-se em conhecimentos de áreas científicas como a biomecânica, toxicologia, engenharias, desenho industrial, eletrônica, informática e gerência industrial, desenvolvendo métodos e técnicas específicas para aplicar esses conhecimentos na melhoria do trabalho e das condições de vida.

73

História da Ergonomia

Os estudos iniciais relacionados às interações entre o ser humano e o ambiente de trabalho remontam aos primórdios da civilização. Do ponto de vista arqueológico, observa-se uma diminuição das dimensões dos utensílios de pedra lascada, visando aprimorar sua manuseabilidade e, como consequência, otimizar a eficiência na caça e coleta. Esse ganho de eficiência no processo de caça possibilitou uma reconfiguração da divisão de tarefas, permitindo que as mulheres dedicassem mais tempo aos cuidados infantis, resultando em uma redução da taxa de mortalidade infantil (KUHNEN et al. 2010). Além disso, registros em papiros egípcios encontrados no Museu do Louvre indicam recomendações de natureza ergonômica para a construção de ferramentas utilizadas na indústria da construção, juntamente com representações gráficas de arranjos organizacionais em canteiros de obras de pirâmides.

No contexto clássico da Ergonomia, o foco inicial residia na compreensão dos aspectos humanos relevantes para o desenvolvimento de instrumentos de trabalho, ferramentas e equipamentos relacionados às atividades profissionais. Posteriormente, o escopo se expandiu para abranger a análise, a catalogação e a organização de informações relativas aos fatores humanos, a serem considerados não apenas no design de instrumentos, mas também nos projetos de sistemas de trabalho, como linhas de montagem, salas de controle, postos de operação de máquinas (cabines), entre outros. No contexto mais contemporâneo, a Ergonomia busca compreender os determinantes de uma atividade de trabalho de maneira mais abrangente, incorporando elementos que abordam a organização do trabalho, bem como os procedimentos e estratégias operacionais associadas.

Conforme IIDA (2005), a preocupação em adaptar os objetos artificiais e o ambiente natural às necessidades humanas esteve presente mesmo na produção artesanal, que não era mecanizada.

Segundo as informações apresentadas por Falzon (2007), na Idade Média (476 d.C. até 1453 d.C.), Armand de Villeneuve (1253-1313) demonstrou interesse pelas condições de trabalho, com destaque para os fatores ambientais, como calor, umidade,

poeira e substâncias tóxicas, afetando profissionais como vidreiros, ferreiros, fundidores e tintureiros. Além disso, foram registrados estudos de biomecânica e antropometria realizados por Leonardo Da Vinci (1452-1519) nesse período.

Conforme FALZON (2007) prossegue, no século XVIII, o médico italiano Ramazzini (1633-1714) estabeleceu relações entre problemas de saúde e as condições de trabalho em 52 ocupações distintas, incluindo a incidência de doenças venéreas entre parteiras, úlceras nas pernas e hipertermia entre mineiros, bem como o rompimento de pequenos vasos sanguíneos na garganta de cantores e problemas visuais entre ourives. No início do século XIX, Patissier ampliou o escopo, não se restringindo apenas à proteção individual mas também promovendo a concepção de proteções nas máquinas, como o uso de blindagens para esmeris, e desenvolvendo pesquisas técnicas com o intuito de criar máquinas que reduzissem a carga de trabalho pesado e perigoso, como as máquinas de lavar para as lavadeiras.

Posteriormente, Villermé, conforme relatado por FALZON (2007), em 1832, foi incumbido pela Academia das Ciências Morais e Políticas de elaborar um relatório sobre as condições de vida da classe operária. Na França e na Suíça, em indústrias, foram conduzidas extensas investigações, envolvendo observações minuciosas, interrogatórios aprofundados e estudos detalhados dos postos de trabalho. Durante esses processos de pesquisa, foram meticulosamente registradas as operações realizadas e as condições em que eram executadas. Essa abordagem ampliou significativamente o conhecimento acerca das condições laborais, abrangendo questões relacionadas a horários de trabalho, remuneração vinculada ao desempenho, adiantamentos salariais e os abusos cometidos nesse contexto. Além disso, houve uma exploração acurada da vida dos operários, investigando suas condições de moradia e padrões alimentares. Uma área de interesse adicional foi a análise de fenômenos coletivos, que incluiu a avaliação das taxas de mortalidade com base na classe social e na ocupação dos trabalhadores.

Conforme IIDA (2005), na Europa, notadamente na Alemanha, França e países escandinavos, em torno de 1900, começaram a emergir pesquisas no campo da fisiologia do trabalho. O objetivo era aplicar os conhecimentos de fisiologia gerados em laboratório ao ambiente prático. Na Inglaterra, durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1917), houve a convocação de fisiologistas e psicólogos para contribuir no esforço de aumento da produção de armamentos, resultando na criação da Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições em 1915.

No século XX, a industrialização continuou a se desenvolver e se apoiou, como nas épocas anteriores (séculos XVIII e XIX), em inovações tecnológicas. No entanto, surgiram esforços organizados visando à racionalização e otimização científica do trabalho, como o taylorismo, o fordismo, o estudo dos tempos e movimentos (Gilbret, Barnes), a organização hierárquica dos empregados (Weber, Fayol) e o movimento das relações humanas (Mayo). Essas mudanças resultaram em várias manifestações de oposição dos operários especialmente no que diz respeito à cronometragem (FALZON, 2007).

A disciplina da ergonomia, conforme discutida por Dul e Weerdmeester (2004), teve seu desenvolvimento durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), marcando a primeira conjugação sistemática de esforços entre tecnologia, ciências humanas e biológicas para abordar problemas de projeto. Médicos, psicólogos, antropólogos e engenheiros colaboraram na resolução dos desafios decorrentes da operação de equipamentos militares complexos. Iida (2005) explica que a ergonomia adquiriu sua data oficial de fundação em 12 de julho de 1949, quando um grupo de cientistas e pesquisadores se reuniu na Inglaterra para formalizar a existência dessa nova disciplina de aplicação interdisciplinar da ciência. Na segunda reunião desse grupo, realizada em 16 de fevereiro de 1950, foi proposto o termo "ergonomia."

O autor também determina que é relevante notar que esse termo já havia sido utilizado pelo polonês Woitej Yastembowsky, em 1857, em um artigo intitulado "Ensaio de ergonomia ou ciência trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza". No entanto, somente a partir da fundação da *Ergonomics Research Society*, na Inglaterra, no início da década de 1950, a ergonomia se expandiu no mundo industrializado (IIDA, 2005). De acordo com Wisner (2004), o termo "ergonomia" foi oficialmente adotado na Grã-Bretanha em 1947, com o engenheiro Murrel, em colaboração com o fisiologista Floyd e o psicólogo Welford. Isso ocorreu para nomear as atividades conduzidas por esses pesquisadores e seus colaboradores durante a Segunda Guerra Mundial, a serviço da Defesa Nacional Britânica. Segundo esse autor, apenas na década de 1950 a ergonomia começou a surgir na França, e sua institucionalização ocorreu no início dos anos 1960. Na época da criação do primeiro laboratório na indústria francesa, em 1954, o termo "ergonomia" era desconhecido, e esse laboratório foi originalmente denominado "Estudos Fisiológicos."

Apesar de o termo "ergonomia" ter sido adotado nos principais países europeus, que deram origem à Associação Internacional de Ergonomia e realizaram seu primeiro congresso em Estocolmo em 1961, nos Estados Unidos, o termo mais comumente

utilizado desde a criação da *Human Factors Society* em 1957, até os dias atuais, é *Human Factors* (Fatores Humanos), embora "ergonomia" já seja aceito como sinônimo (IIDA, 2005).

De acordo com Laville (1977), na Europa Ocidental, as abordagens ergonômicas em relação ao trabalho têm raízes antigas, mas é aos ingleses que se atribui a origem tanto do termo quanto do conteúdo da ergonomia como disciplina autônoma. Na França, o desenvolvimento da ergonomia ocorreu principalmente no âmbito da pesquisa e do ensino público, antes de se expandir gradualmente para os setores industriais estatais e privados. No entanto, na Inglaterra, bem como na Bélgica, Suíça, Holanda e nos países nórdicos, a higiene industrial desempenhou um papel crucial, e foram os desafios industriais que moldaram seu campo de aplicação e temas de pesquisa. Nos Estados Unidos, a ergonomia se desenvolveu principalmente no domínio da tecnologia humana no trabalho, resultando em uma corrente de pesquisa e aplicação comumente denominada "Human Engineering" (Engenharia Humana), que alcançou notáveis avanços, inicialmente no contexto militar e, posteriormente, na exploração espacial.

Conforme Lima e Marçal Filho (2004), o desenvolvimento da ergonomia no Brasil foi fortemente influenciado pela abordagem da "ergonomia da atividade," que se originou nos países de língua francesa. Essa abordagem busca "compreender o trabalho para transformá-lo" e foi desenvolvida nos países de língua francesa a partir dos anos 60, sendo difundida no Brasil por Alain Wisner a partir dos anos 70. Isso se deu em parte graças à formação de mestres e doutores em ergonomia e às frequentes visitas de Wisner ao Brasil.

Atualmente, no Brasil, além da "ergonomia da atividade," estudos realizados sob a perspectiva da "ergonomia dos fatores humanos" (*Human Factors*) estão sendo conduzidos por profissionais das áreas de projeto (*designers*, arquitetos, engenheiros de produto e de produção) e saúde (terapeutas ocupacionais, médicos do trabalho, engenheiros de segurança). Essas pesquisas incluem estudos laboratoriais que utilizam recursos computacionais e simuladores de postos de trabalho em máquinas e ambientes de trabalho.

A Indústria de Cartonagem

A indústria de cartonagem é o setor que se dedica à produção de embalagens e produtos de papelão. Essa indústria é essencial para diversas outras indústrias, como a de alimentos, eletrônicos, vestuário, entre outras, pois fornece soluções de embalagem que

protegem os produtos durante o transporte e armazenamento (IEIRI et al., 2020; FRAY et al., 2023).



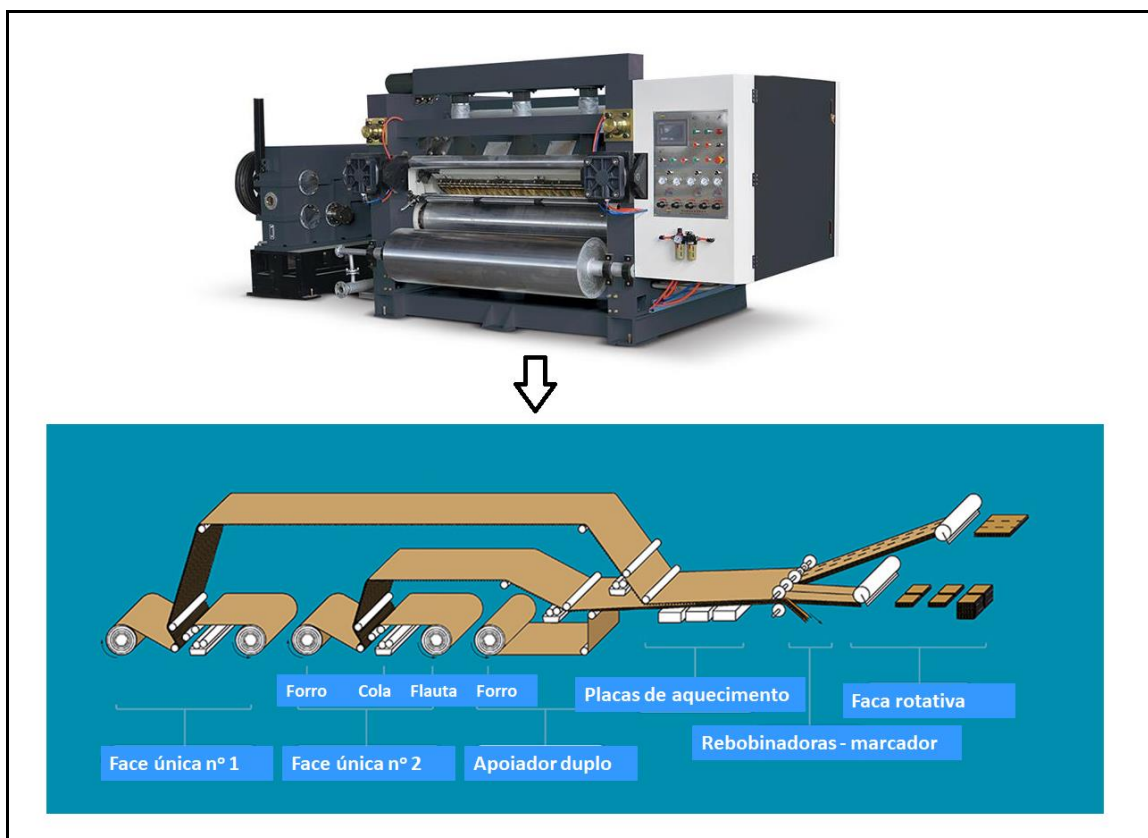
Trata-se de um segmento que tem como foco a produção de embalagens de papelão: a) Caixas: produz caixas de papelão de diferentes tamanhos e formatos para embalar produtos variados; b) Caixas Personalizadas: cria embalagens sob medida, adaptadas às necessidades específicas de cada cliente; c) Embalagens Sustentáveis: foca na produção de embalagens recicláveis e biodegradáveis, contribuindo para a sustentabilidade ambiental. Há a possibilidade da confecção de caixas de transportes, usadas para enviar produtos de forma segura; *displays* de ponto de venda, que são estruturas de papelão para exposição de produtos em lojas, bem como; embalagens de produtos, como as caixas e embalagens que protegem e exibem produtos no ponto de venda (IEIRI et al., 2020; FRAY et al., 2023).

O processo de produção do papelão ondulado possui quatro etapas (IEIRI et al., 2020):

- 1) **Fabricação do Papelão:** o papelão pode ser feito de papel reciclado ou de papel virgem. Existem vários tipos, como o papelão ondulado, que é leve e resistente. A flauta (ou onda) é a camada central ondulada, que dá ao papelão sua rigidez e capacidade de absorver impactos. A flauta do papelão ondulado proporciona uma excelente absorção de impacto, distribuindo a energia do choque ao longo da estrutura; o *liner* (ou *face*) são as camadas externas planas que protegem a flauta. Pode haver uma ou duas camadas de *liner*, dependendo do tipo de papelão (simples, dupla ou tripla parede). A corrugadora é a máquina que cria a flauta a partir de papel reciclado ou virgem, aplicando calor e pressão. Há a “Unidade de Colagem”, onde é adicionado o adesivo (geralmente à base de amido) para colar a flauta aos *liners*.

A **Figura 1** apresenta uma máquina corrugadora e os locais dos processos de transformação da chapa de papelão em papelão ondulado:

Figura 1. Máquina corrugadora.



Fonte: adaptado do site *Fefco Corrugated Packaging*¹.

De acordo com Fray e colaboradores (2023), o processo produtivo das indústrias de embalagens de papel ondulado pode ser dividido em três etapas. A primeira etapa ocorre na planta de papel, e consiste na produção das bobinas de papel de diferentes gramaturas, que tem como matéria-prima as aparas (todos os tipos de papéis usados), e a pasta quimiomecânica (pasta de materiais ligno-celulósicos prévia e levemente tratados com reagentes químicos, obtida por desfibramento a pressão atmosférica). As bobinas produzidas vão para o setor de armazenagem para posterior logística das bobinas. A **segunda etapa**, representada na **Figura 1**, ocorre nos cilindros corrugadores, onde, de acordo com as especificações técnicas, as bobinas produzidas na primeira etapa são inseridas aos pares, em estruturas denominadas porta-bobinas. Utilizando as bobinas nele instaladas, o corrugador produz chapas retangulares de papelão ondulado.

¹ Disponível em: <http://www.retail.fefco.org/technical-information/production-process>

Posteriormente, estas chapas são cortadas em retângulos menores, chamados *blanks*, que constituem a base para a produção de uma caixa de papelão. Finalmente, na terceira etapa, que ocorre na impressora flebográfica, são feitos os recortes e impressão dos *blanks*. Alguns tipos de caixas, devido a sua especificação, podem passar por outras etapas, como é o caso de caixas grampeadas ou com colagem especial. Etapas estas realizadas nas máquinas grampeadeiras e coladeiras.

- 2) **Corte e Vinco:** após a formação, o papelão é cortado e dobrado em formas específicas usando máquinas de corte e vinco.
- 3) **Impressão:** as embalagens podem ser impressas com logos, informações do produto, códigos de barras, entre outros. A flexografia é o método de impressão direta sobre o papelão usando placas flexíveis e tinta à base de água. Ideal para grandes tiragens e impressão rápida; já o *offset* é o método de impressão indireta que oferece alta qualidade e detalhes finos, mas é mais caro e menos comum para grandes embalagens.
- 4) **Montagem e Acabamento:** as peças cortadas são dobradas e montadas nas formas finais, podendo receber acabamentos adicionais, como laminação. A laminação é a aplicação de uma camada protetora que pode ser brilhante ou fosca, proporcionando maior durabilidade e estética.

São importantes alguns testes para averiguar a resistência à compressão do papelão, pois medem a capacidade de proteger os produtos. É avaliada por testes como: ECT (*Edge Crush Test*), para medir a resistência da borda do papelão à compressão vertical, importante para a empilhabilidade; BCT (*Box Compression Test*), que avalia a resistência de uma caixa montada à compressão vertical, indicando como ela se comporta sob carga (FRAY et al., 2023).

O papelão é um material altamente reciclável. O ciclo de vida típico envolve três fases: 1) Produção: uso de fibras virgens ou recicladas para fabricar papelão; 2) Uso: emprego do papelão em embalagens e produtos diversos; 3) Reciclagem: coleta e processamento de papelão usado para produzir novas fibras e papelão.

Fica evidente que o papelão tem um menor impacto ambiental em comparação com plásticos, pois é biodegradável e vem de uma fonte renovável. As práticas de manejo florestal sustentável garantem que as florestas utilizadas para a produção de papelão sejam renováveis e bem geridas.

Trata-se de um segmento de indústria de grande importância para outros setores produtivos, pois possibilita a proteção de produtos contra danos durante o transporte e

armazenamento; o engajamento do marketing e *branding*, uma vez que as embalagens bem projetadas ajudam a promover a marca e atraem a atenção dos consumidores; e o aspecto tão em voga nos dias atuais que é a sustentabilidade, pois o papelão é um material reciclável e biodegradável, contribuindo para práticas de embalagens mais sustentáveis.

80

Ergonomia e Legislação

A lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977², inicialmente, estabeleceu a redação dos ART. 154 a 201 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, que tratam da segurança e medicina do trabalho. Conforme o art. 200 da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, cabe ao Ministério do Trabalho a responsabilidade de estabelecer as disposições complementares às normas relacionadas à segurança e medicina do trabalho. Em 08 de junho de 1978, o Ministério do Trabalho aprovou a Portaria nº 3.214³, que regulamentou as normas regulamentadoras relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.

As Normas Regulamentadoras - NRs, de acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (2020)⁴, que abordam a segurança e medicina do trabalho, devem ser rigorosamente seguidas por empresas privadas e públicas, bem como por órgãos públicos da administração direta e indireta. Isso inclui os órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, desde que tenham empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT. Tratam-se de disposições complementares ao Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com redação dada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho.

É importante ressaltar que o não cumprimento das disposições legais e regulamentares referentes à segurança e medicina do trabalho resultará na aplicação das penalidades previstas na legislação pertinente por parte do empregador.

As Normas Regulamentadoras vigentes estão listadas abaixo (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2020)⁴:

² Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6514.htm

³ Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-3214-1978_180448.html

⁴ Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>

- NR 01 - Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais
- NR 02 - Inspeção Prévia
- NR 03 - Embargo ou Interdição
- NR 04 - Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho
- NR 05 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
- NR 06 - Equipamentos de Proteção Individual - EPI
- NR 07 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- NR 08 - Edificações
- NR 09 - Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos.
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
- NR 12 - Máquinas e Equipamentos
- NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão
- NR 14 - Fornos
- NR 15 - Atividades e Operações Insalubres
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas
- NR 17 - Ergonomia
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
- NR 19 - Explosivos
- NR 20 - Líquidos Combustíveis e Inflamáveis
- NR 21 - Trabalho a Céu Aberto
- NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração
- NR 23 - Proteção Contra Incêndios
- NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
- NR 25 - Resíduos Industriais

- NR 26 - Sinalização de Segurança
- NR 27 - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB
- NR 28 - Fiscalização e Penalidades
- NR 29 - Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
- NR 30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
- NR 31 - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
- NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde
- NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados
- NR 34 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval
- NR 35 - Trabalho em Altura
- NR 36 - Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados
- NRR 1 - Disposições Gerais
- NRR 2 - Serviço Especializado em Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural
- NRR 3 - Comissão Interna De Prevenção De Acidentes Do Trabalho Rural
- NRR 4 - Equipamento De Proteção Individual – EPI (Revogada pela Portaria MTE 191/2008)
- NRR 5 - Produtos Químicos

Conforto Térmico

Com base nas informações acima referente a NR15 - Anexo n.º 3 Limites de Tolerância para Exposição ao Calor (Alterado pela Portaria SEPRT n.º 1.359, de 09 de dezembro de 2019)⁵ tem o objetivo de estabelecer critério para caracterizar as atividades ou operações insalubres decorrentes da exposição ocupacional ao calor em ambientes

⁵ Disponível em: <https://www.normaslegais.com.br/legislacao/portaria-seprt-1359-2019.htm>

fechados ou ambientes com fonte artificial de calor. A NR-15⁶ estabelece as atividades que devem ser consideradas insalubres, gerando direito ao adicional de insalubridade aos trabalhadores. É composta de uma parte geral e mantém 13 anexos, que definem os Limites de Tolerância para agentes físicos, químicos e biológicos, quando é possível quantificar a contaminação do ambiente, ou listando ou mencionando situações em que o trabalho é considerado insalubre qualitativamente (conforme a nota de rodapé número 4).

Milani (2022) explica que o homem é um animal homeotérmico. Seu organismo é mantido a uma temperatura interna sensivelmente constante. Essa temperatura é da ordem de 37°C, com limites muito estreitos – entre 36,1 e 37,2°C -, sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para sobrevivência, em estado de enfermidade. O organismo, através do metabolismo, adquire energia. Cerca de 20% dessa energia é transformada em potencialidade de trabalho. Então, termodinamicamente falando, a “máquina humana” tem um rendimento muito baixo. A parcela restante, cerca de 80%, se transforma em calor, que deve ser dissipado para o organismo seja mantido em equilíbrio. O organismo humano experimenta sensação de conforto térmico quando perde para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo de termorregulação, o calor produzido pelo metabolismo compatível com a sua atividade.

Diante da necessidade de controlar a temperatura interna do corpo, o ser humano pode ser comparado a uma máquina térmica complexa. A eficiência do metabolismo interno nesse processo depende da reposição de energia, água, sais e das condições externas, como temperatura, umidade e ventilação. Além disso, as roupas usadas e as exigências físicas da atividade desempenham um papel significativo nesse processo. Estudos indicam uma diminuição no desempenho de pessoas que realizam atividades em ambientes com baixo conforto térmico, podendo levar a condições como hipertermia, desidratação, distúrbios psiconeuróticos, doenças da pele, entre outras. Em casos extremos, a falta de conforto térmico pode resultar na morte do indivíduo (MATTOS; MÁSCULO, 2011).

Classificar e interpretar os índices de conforto térmico torna-se um desafio frente as particularidades locais de cada área de estudo. O índice de conforto térmico de Thom, de 1959, trazido por Milani (2022), leva em consideração variáveis climáticas como temperatura e umidade relativa do ar, estabelecendo o Índice de Temperatura e Umidade (THI), conforme visto no **Quadro 1**.

⁶ Disponível em: [Norma Regulamentadora No. 15 \(NR-15\) — Ministério do Trabalho e Emprego \(www.gov.br\)](http://www.gov.br/norma-regulamentadora-no-15-nr-15)

Quadro 1. Índice de Temperatura e Umidade referente a conforto térmico.

Faixas de conforto: Furnari (2006) e Pereira, Aleixo e Silva Neto (2016).	
Valores THI	Faixas de conforto
≤ 5.9	Resfriamento Muito Elevado
6.0 a 8.9	Resfriamento Elevado
9.0 a 11.9	Frio
12.0 a 14.9	Desconforto ao Frio
15.0 a 17.9	Leve Desconforto ao Frio
18.0 a 20.9	Limite inferior da Zona de Conforto
21.0 a 23.9	Centro da Zona de Conforto
24.0 a 26.9	Limite Superior da Zona de Conforto
27.0 a 29.9	Leve Desconforto ao Calor
30.0 a 32.9	Desconforto ao Calor
≥ 33	Aquecimento Elevado

Fonte: adaptado de Milani (2022).

Para definir parâmetros de conforto térmico em condições externas, é fundamental compreender o conceito de calor (SILVA; FORATO; GOMES, 2013). O calor é a energia transferida devido a diferenças de temperatura sempre fluindo da região mais quente para a mais fria em relação à diferença de temperatura e à área de transferência térmica. A temperatura, por sua vez, é uma medida da agitação molecular e da energia térmica de um sistema. Quando o ser humano é exposto a fontes de calor, ocorrem trocas térmicas com o ambiente, incluindo:

- ✓ **Condução:** a transferência de calor em sólidos devido à agitação molecular. Isso é ilustrado pela propagação do calor em uma barra de ferro colocada sobre uma chama.
- ✓ **Convecção:** a transferência de calor em líquidos e gases. Por exemplo, a parte próxima de uma chama esquenta primeiro ao ferver água.
- ✓ **Radiação:** é a transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas. Não é necessário contato entre os corpos para ocorrer a transferência de calor. Exemplo: a Terra sendo aquecida pelo Sol.
- ✓ **Evaporação:** é a transmissão de calor que ocorre quando uma superfície molhada com água perde calor para que as moléculas de água mudem de fase.

- ✓ **Metabolismo:** é o conjunto de transformações químicas que ocorrem nos organismos vivos. Pode haver produção de calor durante esse processo, variando com a atividade realizada.

A temperatura de bulbo seco é a medida da temperatura do ar utilizando um termômetro comum, sem acessórios, como indicado por Mattos e Másculo (2011). Esse tipo de equipamento pode ser um termômetro de coluna de mercúrio ou eletrônico exposto ao ar. É importante proteger os sensores contra radiação térmica para evitar imprecisões nos resultados.

Conforme a definição dos autores acima, a temperatura de bulbo úmido é obtida por meio de um termômetro comum ou eletrônico, cujo bulbo ou sensor é envolvido por uma mecha de algodão umedecida com água destilada ou filtrada. Nesse contexto, a evaporação da água do tecido para o ar, à custa de calor cedido pelo tecido, resulta numa temperatura mais baixa indicada nas escalas (MATTOS; MÁSCULO, 2011). Essa temperatura é influenciada pela umidade relativa do ar, sendo mais baixa em ambientes secos e nula quando o ar está saturado de vapor de água (umidade relativa do ar igual a 100%). A Norma NR-15 a designa como temperatura de bulbo úmido natural.

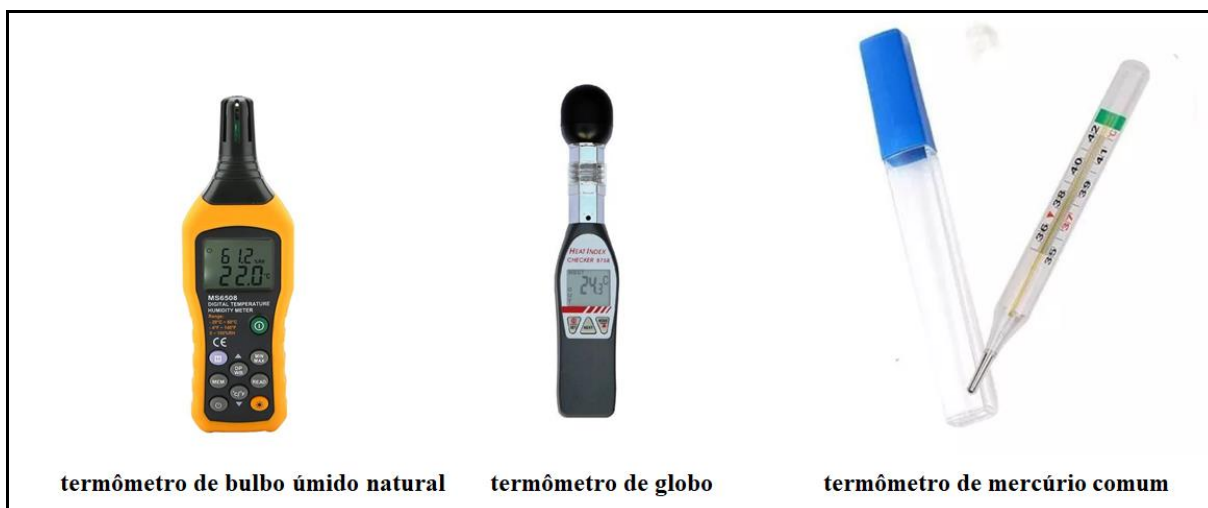
Um exemplo desse fenômeno é a transpiração (suor), onde a evaporação provoca resfriamento, convertendo calor sensível em calor latente, consumindo, no caso da água, cerca de 540 calorias por grama de água evaporada. A temperatura de bulbo úmido é aquela sentida quando a pele está molhada e exposta à circulação de ar. Ao contrário da temperatura de bulbo seco, ela indica a quantidade de umidade presente no ar, com maior resfriamento em ambientes com menor umidade relativa (MATTOS; MÁSCULO, 2011).

A temperatura efetiva, conforme definida por Mattos e Másculo (2011), representa a temperatura do ar em condições ideais de umidade relativa igual a 100% e velocidade do ar nula, oferecendo uma sensação de conforto térmico semelhante à combinação das variáveis: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido e velocidade do ar em um ambiente real. Essas definições proporcionam compreensão sobre a relação entre a sensação térmica, a temperatura de bulbo úmido, a temperatura de bulbo seco e a velocidade do ar.

Em relação aos limites de tolerância para exposição ao calor e condições de conforto, o anexo III da NR-15 descreve o procedimento para calcular esses limites em diferentes situações. Isso é aplicável tanto em regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho quanto em regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local. Este procedimento visa garantir a segurança e bem-estar dos trabalhadores, considerando os efeitos do calor no ambiente laboral.

Para a avaliação, são necessários três aparelhos: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo (como o Globo Vernon) e termômetro de mercúrio comum, conforme apresentado na **Figura 2**:

Figura 2. Tipos de termômetros para aferência de calor no ambiente laboral.



Fonte: disponibilizado na internet.

As medições devem ser realizadas na altura da área do corpo mais afetada pelo ambiente. O Globo Vernon, um tipo de termômetro de globo convencional, é uma esfera metálica de cobre com diâmetro interno de 6" (15 cm), revestida de preto-fosco para máxima absorção de infravermelho. O termômetro de mercúrio, inserido no globo com o bulbo no centro, registra a temperatura do globo, demonstrando o equilíbrio térmico entre radiação absorvida e calor perdido por convecção. O tempo de estabilização desse sistema varia de 20 a 30 minutos. O termômetro de globo negro, ao indicar a temperatura, oferece uma visão dos efeitos combinados da energia radiante, temperatura e velocidade do ar, fatores essenciais no conforto térmico. É uma ferramenta prática e econômica para avaliar e quantificar a influência da energia radiante no ambiente.

Se o trabalho for executado em regime intermitente com pausas no próprio local de serviço, os limites de tolerância para a exposição ao calor serão determinados conforme estipulado por **Quadro 2**:

87

Quadro 2. Limites de tolerância para a exposição ao calor

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: Anexo III, NR-15.

Ainda segundo a norma, os períodos de descanso devem ser considerados, para todos os efeitos legais, como tempo de serviço e devem ser realizados em ambientes termicamente mais amenos, com o trabalhador em repouso ou exercendo atividades leves. Inclusive a própria NR-15 estipula o que são as chamadas atividades “leves”, “moderadas” e “pesadas”, conforme pode ser visto no **Quadro 3**.

Um exemplo pode ser trazido ao considerar a indústria de cartonagem (SANCHES, 2013). A temperatura do ambiente de trabalho pode variar significativamente com base nas atividades realizadas, seguindo diretrizes estabelecidas pela Norma Regulamentadora 15 (NR-15). Em setores de produção, onde há máquinas operando continuamente, a temperatura pode aumentar consideravelmente devido ao calor gerado pelos equipamentos. Isso pode resultar em ambientes com índices elevados de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG), especialmente próximos às máquinas de produção.

Quadro 3. Classificação de nível de atividade e relação com gasto calórico.

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
Sentado em repouso	100
TRABALHO LEVE	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: 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 pesos (ex: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

Fonte: Anexo III, NR-15.

As áreas de produção em uma fábrica de cartonagem podem ser classificadas conforme o tipo de trabalho realizado. Sendo considerado trabalho contínuo, com o tipo de atividade moderada, atividade na qual é realizada de pé em máquina ou bancada com alguma movimentação. Nestes locais onde se desempenham atividades mais físicas, como movimentação de materiais, montagem de embalagens ou operação de máquinas, é possível encontrar ambientes com taxas metabólicas maiores (Mt), de acordo com o **Quadro 3** da NR-15. Isso resulta em uma elevação da temperatura percebida, exigindo maior atenção aos limites de tolerância estabelecidos para a exposição ao calor. É importante ressaltar também que estar no limite de tolerância estabelecido não significa que o ambiente esteja 100% confortável, pois a neutralidade térmica não garante o conforto térmico.

DISCUSSÃO

A preocupação com a produtividade deve estar presente em todas as ações de uma empresa, sob pena de perder-se competitividade. Assim, é de fundamental importância o bom planejamento do posto de trabalho e seus aspectos ergonômicos. O trabalho e o local de trabalho devem se adequar ao homem e não o contrário. As empresas devem buscar oferecer aos seus colaboradores postos de trabalho que ofereçam condições adequadas para a obtenção de um nível satisfatório de produtividade com o mínimo desconforto (SILVA et al., 2009).

Silva e colaboradores (2009) explicam que a Política Nacional de Segurança e Saúde do Trabalhador tem por finalidade a promoção da melhoria da qualidade de vida e da saúde do trabalhador, mediante a articulação e integração, de forma contínua, das ações de governo no campo das relações entre produção-consumo, ambiente e saúde.

Os autores pontuam que, tradicionalmente, no Brasil, as políticas de desenvolvimento têm se restringido aos aspectos econômicos e vêm sendo traçadas de maneira paralela e pouco articulada com as políticas sociais, às quais cabe arcar com os ônus tanto de possíveis danos gerados à saúde da população, dos trabalhadores em particular, quanto da degradação ambiental.

Normalmente, quando se aborda o gerenciamento da atividade produtiva em uma indústria de cartonagem, por exemplo, tende-se a focar os estudos sobre as partes não humanas. Não há dúvida de que o fator humano desempenha papel importante no desenvolvimento de uma organização industrial. Desde o início da moderna sociedade industrial ficou claro que a produtividade e o desempenho das organizações dependem também do comportamento das pessoas, e não apenas da eficiência dos sistemas técnicos (SILVA et al., 2009).

O **Quadro 4** apresenta necessidades aplicadas para serem sempre revisitadas pela indústria de cartonagem:

Quadro 4. Foco na indústria de cartonagem.**O Desafio do Conforto Térmico em uma Indústria de Cartonagem**

A indústria de cartonagem desempenha um papel essencial na produção e distribuição de embalagens, desafios inerentes à otimização da ergonomia, especialmente em relação ao conforto térmico, têm sido uma preocupação constante. Este setor é conhecido por suas operações intensivas em mão de obra, envolvendo tarefas de manuseio, corte, dobra, colagem e empilhamento de materiais, em ambientes onde as condições térmicas variam significativamente. Neste contexto, surge uma situação problema complexa e multifacetada que requer atenção e intervenção.

Desconforto Térmico

O desconforto térmico é uma preocupação fundamental nesse contexto. Trabalhadores que enfrentam temperaturas muito altas ou muito baixas podem experimentar uma série de efeitos adversos. No calor, podem ocorrer casos de exaustão por calor, desidratação, fadiga e, em situações extremas, insolação. Em ambientes frios, os trabalhadores podem estar sujeitos a hipotermia, redução na destreza manual e risco aumentado de lesões. O desconforto térmico constante também pode afetar a concentração, a motivação e a produtividade dos trabalhadores.

Desafios Inerentes à Indústria de Cartonagem

A indústria de cartonagem lida com desafios intrínsecos relacionados à natureza de suas operações. O manuseio repetitivo de materiais, muitas vezes pesados, pode levar a lesões ocupacionais, como lesões musculoesqueléticas e distúrbios relacionados ao esforço físico. Além disso, a exposição a condições ambientais adversas, como temperaturas extremas, umidade e variações sazonais, pode resultar em desconforto térmico para os trabalhadores.

Desafio Ergonômico e Produtividade

O desafio ergonômico na indústria de cartonagem não está apenas relacionado ao conforto térmico, mas também à otimização geral do ambiente de trabalho. A disposição inadequada das estações de trabalho, a falta de ferramentas ergonômicas, e os procedimentos inadequados de movimentação de carga podem aumentar o risco de lesões musculoesqueléticas e outros problemas de saúde ocupacional. Esses fatores afetam diretamente a produtividade, resultando em atrasos na produção, aumento nos custos operacionais e possíveis perdas financeiras para as empresas.

Regulamentações e Normas

Além dos desafios intrínsecos, as indústrias estão sujeitas a regulamentações rigorosas em relação à saúde e segurança dos trabalhadores. Órgãos regulatórios estabelecem diretrizes específicas para garantir que as empresas atendam aos padrões de saúde ocupacional e segurança. O não cumprimento dessas normas pode resultar em penalidades significativas, multas e ações judiciais, tornando o cumprimento uma prioridade crítica para as empresas.

Soluções Atuais e Limitações

Atualmente, as empresas do setor de cartonagem buscam soluções para abordar esses desafios. Isso inclui a instalação de sistemas de climatização para controlar a temperatura ambiente, a adoção de vestuário adequado, a implementação de pausas regulares e a introdução de políticas de segurança. No entanto, essas abordagens frequentemente não resolvem completamente o problema, uma vez que podem ser caras, apenas mitigam parcialmente o desconforto térmico e não abordam de forma eficaz os aspectos ergonômicos.

Necessidade de Pesquisa e Intervenção

Nesse contexto, a situação problema é clara: a indústria de cartonagem enfrenta um desafio significativo em otimizar a ergonomia com ênfase no conforto térmico. Há uma necessidade urgente de pesquisas que identifiquem abordagens inovadoras e soluções práticas para lidar com o desconforto térmico e os desafios ergonômicos. A pesquisa deve levar em consideração não apenas a saúde e a segurança dos trabalhadores, mas também a eficiência operacional, a conformidade regulatória e a competitividade do setor.

A análise ergonômica para além do posto de trabalho verifica também outras características, tais como o conforto térmico, ruído, iluminação, método de trabalho, etc. É importante referir que a é a primeira etapa que suporta um estudo ergonômico de um dado sistema de trabalho. É nesta etapa que se definem os princípios onde a intervenção ergonômica vai atuar (MELES, 2012). Milani (2022) considera que o conforto térmico é atingido quando ocorre equilíbrio entre a perda e ganho de energia entre o corpo e o meio no qual a pessoa se encontra, de forma que tal conforto em um determinado ambiente pode ser definido como a sensação de bem-estar experimentada por uma pessoa.

A variáveis humanas estão ligadas às condições fisiológicas, características individuais e subjetivas, sendo particulares de cada indivíduo, influenciadas pela cultura, sexo, idade, atividade desenvolvida, vestimenta, hábitos alimentares, idade, estado de saúde, capacidade de aclimação, gordura corporal, dentre outras. Sendo o ser humano um animal homeotérmico, o metabolismo basal desempenha função fundamental no que tange a manutenção da temperatura corporal constante, sendo influenciado pela anatomia e fisiologia de cada um sintetiza em oito o número das principais influências e causas das características individuais de cada um, conforme cita Carvalho (2006 apud MILANI, 2022) e visto no **Quadro 5**:

Quadro 5. Variáveis do conforto térmico humano.

Variável	Causa
Idade	Pessoas mais velhas preferem ambientes mais aquecidos.
Sexo	Mulheres apresentem metabolismo menos acelerado que de homens, assim sente-se mais confortáveis em ambientes aquecidos.
Hábitos alimentares	Afetem o metabolismo de acordo com a dieta.
Forma do Corpo	O volume de superfície afeta a preferência térmica.
Gordura corporal	Mantém o aquecimento interno por mais tempo agindo como um isolante térmico.
Vestuário	Também funciona como isolante térmico, afetando as trocas térmicas.
Estado de saúde	Condições de saúde deficitários alteram a temperatura corporal.
Aclimação	A capacidade do ser humano de se adaptar a condições diferentes altera seus hábitos e sensação em relação ao calor ou ao frio.

Fonte: adaptado de Carvalho (2006 apud MILANI, 2022).

Carvalho (2006 apud MILANI, 2022) descreve que o fator metabolismo tem dois principais processos fisiológicos: o primeiro ligado ao metabolismo basal, esse desempenhado mesmo durante o repouso, produzindo energia o suficiente para a manter os órgãos humanos funcionando, além de manter a temperatura adequada para a manutenção da vida; o segundo associado ao metabolismo mecânico, que se refere à produção de energia para desempenhar atividades físicas, como andar, correr, levantar peso, dentre qualquer outra atividade que necessite de força física. Conforme a NR-17⁷, as condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado. Nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, como por exemplo: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, são recomendadas algumas condições de conforto, como o conforto acústico e térmico.

A respeito do conforto térmico, a NR-17 faz as seguintes recomendações: Índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C; Velocidade do ar não superior a 0,75m/s; e Umidade relativa do ar não inferior a 40 por cento. Na maioria das situações de trabalho, não há o emprego de fontes de calor radiante para a execução das atividades, sendo assim, o ambiente não possui temperatura excessivamente alta. Os critérios de medição do conforto térmico devem levar em conta a atividade real do trabalhador, e a técnica de medição deve ser realizada na altura do tórax do funcionário.

A NR 17 também aborda questões relacionadas à adaptação das condições de trabalho à natureza das atividades, considerando, por exemplo, a exposição ao calor ou ao frio extremos, a presença de fontes de calor no ambiente, entre outros fatores que podem afetar o conforto térmico dos trabalhadores. É importante que os empregadores estejam cientes desses requisitos da NR 17 e tomem as medidas necessárias para garantir que as condições de temperatura, umidade e velocidade do ar estejam dentro das faixas recomendadas, visando ao bem-estar e ao desempenho adequado dos funcionários. Isso não apenas contribui para o cumprimento das regulamentações trabalhistas, mas também para a produtividade e satisfação dos trabalhadores.

⁷ Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>

Os empregadores podem implementar as diretrizes da NR 17 no ambiente de trabalho de várias maneiras práticas na climatização de ambientes: a) ventilação adequada; b) garantir uma boa circulação de ar no ambiente de trabalho por meio de sistemas de ventilação natural ou mecânica, como a instalação de ventiladores ou ar-condicionado, conforme necessário; c) melhorar o isolamento térmico das instalações para reduzir a troca de calor com o ambiente externo. isso pode incluir o uso de isolantes em paredes, tetos e janelas; d) manter equipamentos de climatização, como climatizadores, ar condicionado e aquecedores, em boas condições de funcionamento e ajustá-los para manter a temperatura dentro das faixas recomendadas; e) realizar medições periódicas da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar para garantir que estejam em conformidade com as diretrizes da NR 17; f) fornecer uniformes adequados às condições térmicas do ambiente e, quando necessário, equipamentos de proteção individual (EPI) específicos para manter o conforto térmico dos trabalhadores; g) educar os funcionários sobre a importância do conforto térmico e como ajustar seu ambiente de trabalho para atender às necessidades individuais; h) implementar escalas de trabalho flexíveis para permitir que os funcionários evitem os períodos mais quentes ou frios do dia, quando possível; i) criar áreas de descanso com condições térmicas agradáveis, permitindo que os funcionários recuperem energias durante as pausas; j) realizar avaliações ergonômicas para adaptar as estações de trabalho à temperatura ambiente e às necessidades individuais dos funcionários.

Lamberts (2011) explicita a subjetividade na percepção do calor, relacionada ao conforto térmico, comprovada por meio dos cálculos e das respostas aos questionamentos relativos ao ambiente laboral, principalmente no período da tarde, em estudo desenvolvido em uma empresa do setor de aço. Pela percepção diferenciada, sugere-se que as medidas trazidas no parágrafo acima sejam adotadas de forma preventiva e definitiva pelas empresas, de cartonagem ou outras que lidam com necessidades ambientais de calor desfavoráveis.

Em suma, a exposição ao calor no ambiente de trabalho apresenta desafios significativos para a saúde e o bem-estar dos trabalhadores. Ao adotar medidas preventivas e seguir as diretrizes estabelecidas pelas normas regulamentadoras, os empregadores podem proteger seus colaboradores e criar um ambiente de trabalho seguro e saudável. Juntos, podemos trabalhar para mitigar os riscos e criar condições de trabalho que promovam o bem-estar e a produtividade de todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar as condições ergonômicas, especificamente o conforto térmico, de forma abrangente nos postos de trabalho de empresas, mas tendo como um referencial a cartonagem. Especificamente, torna-se importante que gestores e responsáveis pela ergonomia organizacional levem em consideração os seguintes aspectos que impactam no trabalho dos colaboradores: a) identificar os agentes que participam do processo produtivo e a infraestrutura física disponibilizada para eles; b) conhecer as atividades laborais desenvolvidas pelos colaboradores; c) analisar os postos de trabalho sob seus aspectos ergonômicos com base naquilo que foi identificado tanto na literatura como em normas regulamentadoras pesquisadas; d) propor soluções e/ou alternativas para a adequação àquilo que é encontrado na literatura e na legislação.

Em relação aos resultados práticos, esta pesquisa procura conscientizar quaisquer organizações da necessidade de adequar-se às exigências contidas na NR-15 e NR 17 e, conseqüentemente, oferecer condições de trabalho mais adequadas aos seus colaboradores, atendendo à legislação vigente. As empresas necessitam ter a cultura da percepção de suas responsabilidades na manutenção de postos de trabalho adequados e que ofereçam condições propícias ao desenvolvimento eficiente das atividades produtivas.

É de responsabilidade da administração e gestores da organização verificar a adaptação dos postos de trabalho às regras ergonômicas, que visam oferecer ao colaborador mobiliário, equipamentos, condições ambientais e organização do trabalho adequados à eficiente atividade laborativa. Tal responsabilidade fica evidenciada no item 17.1.2. da NR 17: “Para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho, devendo a mesma abordar, no mínimo, as condições de trabalho conforme estabelecido nesta Norma Regulamentadora.”

Sendo assim, por todo o exposto neste trabalho, é fundamental que a relação de causa e efeito entre o ambiente de trabalho, o modo de organização da produção e a saúde do trabalhador seja rotina de averiguação em uma empresa. A depender da forma como o processo de trabalho é organizado, o cotidiano no local de trabalho é configurado por contextos nos quais os modos de trabalhar, de se relacionar, de lidar com o tempo, com o espaço e com os equipamentos é sabidamente danoso à saúde do colaborador. Portanto, todas as contribuições trazidas neste trabalho podem dar bons direcionamentos para a iniciação daqueles que querem se introduzir nos estudos da ergonomia nas organizações.

REFERÊNCIAS

95

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Ed. Blucher, 2007.

FRAY, P. H. et al. Impacto na vida útil de rolamento de rolos cônicos utilizados em cilindros corrugadores: um estudo de caso. **Prospectus**, v. 5, n. 1, p. 77-93, 2023

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IEIRI, L. F. et al. Aplicação de ferramentas de melhoria continua da qualidade na análise de papelão ondulado: estudo de caso. **Prospectus**, v. 2, n. 2, p. 224-243, 2020.

IIDA, It. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2ª Ed. São Paulo: Blucher, 2005.

KUHNEN, A. et al. A importância da organização dos ambientes para a saúde humana. **Psicologia & Sociedade**, v. 22, p. 538-547, 2010.

LAMBERTS, R. **Conforto e Stress Térmico**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico - Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações 1. Florianópolis, Santa Catarina, 2011. Disponível em: https://labeec.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV4200_apostila%202011.pdf_2.pdf. Acesso em: 23 mai. 2024.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: EPU, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1977.

LIMA, F.; MARÇAL, J. F. Prefácio a edição brasileira. Cap.2. In: DANIELLOU, F. **A Ergonomia em Busca de seus Princípios: Debates Epistemológicos**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2004.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo : Atlas 2003.

MATTOS, U. A. O.; MÁSCULO, F. S. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier/Abepro, 2011.

MELES, B. A. **Ergonomia industrial e conforto térmico em postos de trabalho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Universidade de Aveiro, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial. Aveiro, Portugal, 2012.

MILANI, T. S. **Ilhas de calor e conforto térmico em conjuntos habitacionais construídos pela companhia de desenvolvimento habitacional e urbano (CDHU) em Martinópolis-SP (Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual

Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia (Campus de Presidente Prudente - SP, Departamento de Geografia). Presidente Prudente, São Paulo, 2022. 164 p.

96

PUENTES, R. V.; LONGARESI, A. M. Vladimir Petrovic Zinchenko: In Memoriam. IN: PUENTES, R. V.; LONGARESI, A. M. (orgs.) **Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia/MG, 2015.

SANCHES, L. R. **Segurança do Trabalho em um Laboratório de Embalagens**. Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília –UNIVEM, Marília, 2013. 29 f.

SILVA, A. P. B.; FORATO, T. C. M.; GOMES, J. L. A. M. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 3, p. 492-537, 2013.

SILVA, C. R. et al. Ergonomia: um estudo sobre sua influência na produtividade. **Revista de Gestão USP**, v. 16, n. 4, p. 61-75, 2009

SOARES, M. **Ergonomia: soluções e propostas para um trabalho melhor**. Produção, v. 19, n. 3, p. 1-4. 2009.

WISNER, A. Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. p.: 29-55 In: DANIELLOU, F. **A Ergonomia em busca de seus princípios: Debates Epistemológicos**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2004.

Os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.