

Thermal Conditions Exposed to Contributors in the Metallurgy Sector in the Manaus / AM Industrial Pole

Marcelo Prata Bentes¹, Alexandra Lima²

¹Graduando no curso de Engenharia Ambiental em Energia Renováveis pela Faculdade Metropolitana de Manaus (FAMETRO).

²Doutora em Clima e Ambiente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Professora da Faculdade Metropolitana de Manaus (FAMETRO) e da Universidade Paulista do Estado do Amazonas (UNIP).

Abstract: *This research has as objective to evaluate the heat and relative humidity of the air due to thermal conditions exposures to the collaborators who develop their laboratory activities in the metallurgy sector of the industrial pole of Manaus / AM. (3) Metallurgy companies, in the years 2014, 2015 and 2016, as a parameter of local data, following a methodology of the Occupational Hygiene Standard NHO - 01, which was complemented by the professional experience of the author. From the data collected in the quantitative assessments of heat and their results found, a discount discount of the counters was identified because of the excess of thermal overload exposed daily to them, making with the quality of the product and health of the workers are affected and compromised in the future. Thus, the study provided opportunities for suggestions for improvements to mitigate as thermal conditions and to better quality of life for workers.*

Keywords: *Thermal overload, Occupational hygiene Heat.*

I. INTRODUÇÃO

No Polo Industrial de Manaus/AM, os colaboradores de empresas de Metalurgia sofrem com o excesso de sobrecarga térmica exposta a eles em áreas operacionais. Devido a isto, as condições desfavoráveis com o excesso de calor e umidade, além de causarem desconforto aos trabalhadores, aumentam o risco de acidente e doenças do trabalho que podem provocar danos consideráveis a saúde humana, e atrapalhar na qualidade do produto.

O conceito de sobrecarga térmica se embasa em aspectos técnicos bem definidos. Através de avaliações quantitativas em ambientes laborativos, que representa a quantidade de energia que o organismo deve dissipar para atingir o equilíbrio térmico, o organismo também gera calor interno chamado de calor metabólico, este ocasionado pela atividade celular. Essa energia interna é a combinação do calor gerado pelo metabolismo basal e o calor resultante da atividade física. Para que o equilíbrio térmico seja mantido, a carga térmica metabólica deve ser dissipada. O organismo, portanto, pode perder ou ganhar calor de acordo com as condições ambientais, pelos mecanismos de transmissão de calor (Brasil, 2002).

Assim, os organismos são afetados naturalmente pelo calor ambiente por três formas básicas (ROCHA & BASTOS, 2016):

- Condução – Troca Térmica entre os corpos por meio sólidos que estejam em contato;
- Convecção – Troca Térmica ocorrida por meio de um fluido; no caso de ambientes industriais, o ar;
- Radiação – Troca térmica entre o ambiente entre o corpo por meio de ondas eletromagnéticas, cujos comprimentos de ondas localizam-se na região infravermelha do espectro luminoso.

O controle do *stress* no ambiente de trabalho está diretamente relacionado ao conforto ambiental, ao treinamento e às melhorias gerais das condições de segurança do trabalho (Ensslin&Montibeller, 1998, apud MOREIRA, 2010).

Uma sobrecarga térmica moderada ou pesada pode causar desconforto e afetar negativamente o desempenho e a segurança do trabalhador. Assim, conforme a sobrecarga térmica se aproxima dos limites de tolerância humanos, aumenta o risco de danos à saúde relacionada ao calor. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH).

Desta forma, o objetivo desse trabalho é avaliar, quantitativamente, a sobrecarga térmica de três empresas do ramo de Metalurgia do Polo Industrial de Manaus/AM, referente aos anos de 2014, 2015 e 2016, identificando as exposições dos colaboradores em seus ambientes laborativos, conforme o Anexo N° 3, NR – 15 – Atividades e Operações Insalubres, da Portaria 3214/78 – MTE.

II. METODOLOGIA

2.1 Materiais E Métodos

O levantamento de dados foi realizado entre os meses de agosto a outubro dos anos de 2014, 2015 e 2016, no período da manhã e também pela tarde, em empresas de Metalurgia no Polo Industrial de Manaus/AM. Inicialmente foram realizadas as avaliações qualitativas nos locais de trabalho, com objetivo de identificar desconforto dos trabalhadores devido à sobrecarga térmica no ambiente de trabalho, e análise de perguntas individuais com um grupo de 10 trabalhadores em cada empresa *In Loco*. Em cada empresa avaliada tinha em média 45 trabalhadores nos setores de produção, desenvolvendo atividades de corte e carregamento manual de chapas metálicas.

A metodologia usada para avaliação de calor foi feita através da Norma de Higiene Ocupacional - NHO 06 da fundação Jorge Duprat Figueiredo (FUNDACENTRO 2002).

A avaliação de calor foi feita de modo a caracterizar a exposição de todos os trabalhadores considerados no estudo.

Identificaram-se grupos de trabalhadores que apresentam iguais características de exposição - grupos homogêneos -, onde nem todos os colaboradores precisaram ser avaliados.

As avaliações foram realizadas de modo que, possibilitou encontrar na quantificação valores do Índice Bulbo úmido de Termômetro de Globo (IBUTG), nos setores de "Produção", de cada Metalurgia. As empresas, por não deixarem revelar suas Razões Sociais, foram indicadas neste artigo com nomes de empresas fictícias para referência:

- JARAQUI METALURGIA DO AMAZONAS LTDA;
- TUCUNARÉ METALÚRGICA DO NORTE LTDA;
- TAMBAQUI METALÚRGICA DE MANAUS LTDA.

Para realizar o levantamento de dados foi utilizado o equipamento Termômetro de Globo, onde o mesmo é composto por tais instrumentos internos:

- **Termômetro de globo (Tg):** Esse equipamento é constituído de um termômetro de mercúrio com graduação de 0c a 150c, com subdivisão de 0,2c ou outro tipo de sensor de temperatura que dê leitura idêntica. O globo consiste em uma esfera oca de cobre com 15,24 centímetros de diâmetro (6 polegadas), pintada externamente de preto fosco, a fim de absorver o máximo de calor radiante (radiação térmica ou energia radiante) incidente (Saliba, Tuffi Messias, 2015);
- **Termômetro de bulbo úmido natural (Tbn):** Consiste em termômetro de mercúrio comum ou sensor. O termômetro de mercúrio ou sensor deve ser montado na posição vertical, revestindo com um pavio de forma tubular de algodão e cor branca. Esse pavio deve ser mantido úmido em água destilada, bem como molhar o restante do pavio. Este deve ser colocado no termômetro, cobrindo todo o bulbo e mais uma parcela da coluna capilar de dimensão equivalente ao comprimento do bulbo, e deve estar sempre limpo (Saliba, Tuffi Messias, 2015).

2.2 Parâmetros Legais

De acordo com as atividades laborativas desenvolvidas pelos colaboradores nos setores de produção, evidenciou-se que as atividades dos mesmos são consideradas como **atividade moderada** com exposição **contínua** em uma jornada de trabalho de 8 horas diária.

Assim, para que possamos obter um parecer técnico dos resultados encontrados nas quantificações de avaliação de Calor, em cada empresa, este artigo se embasou nos parâmetros legais da **NR – 15 ATIVIDADES INSALUBRES / Portaria 3214/1978**.

Tabela 1. Limites de Tolerância para exposição ao calor, em regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.

| REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora) | 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 |
| 30 minutos trabalho 30 minutos descanso | 31,5 a 32,2 | 29,5 a 31,1 | 28,0 a 30 |
| 15 minutos trabalho 45 minutos descanso | 31,5 a 32,2 | 29,5 a 31,1 | 28,0 a 30,0 |

Fonte: Anexo III da NR 15 - Atividades e Operações Insalubres, Quadro N.º 1. Adaptado.

Tabela 2. Taxas de Metabolismo por Tipo de Atividade.

| TIPO DE ATIVIDADE | Kcal/h |
|--|--------|
| 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 MODEADO | |
| 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 da NR 15 - Atividades e Operações Insalubres, Quadro N.º 3. Adaptado.

2.3 Dados Das Avaliações

Tabela 3. Avaliação Quantitativa de Calor - 2014.

| MEDIÇÕES DO ANO DE 2014 | | | | | | |
|--|------|-----|-------------|-----------------|---------------------|-------|
| EMPRESA Jaraqui Metalurgia do Amazonas LTDA | | | | | | |
| DATA 08/04/2014 | | | | | | |
| HORÁRIO 14h30min às 15h30min | | | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISMO | IBUTG |
| 34,0 | 26,6 | N.A | 60 | 58% | 220 | 29,9 |
| EMPRESA Tucunaré Metalúrgica do Norte LTDA | | | | | | |
| DATA 01/10/2014 | | | | | | |
| HORÁRIO 14h00min às 15h00min | | | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISMO | IBUTG |
| 34,0 | 26,6 | N.A | 60 | 58% | 220 | 29,9 |
| EMPRESA Tambaqui Metalúrgica de Manaus LTDA | | | | | | |
| DATA 06/01/2014 | | | | | | |
| HORÁRIO 10h00min às 11h00min | | | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISMO | IBUTG |
| 32,4 | 31,7 | N.A | 60 | 57% | 220 | 31,9 |

Fonte: Elaborado pelo autor deste artigo.

Tabela 4. Avaliação Quantitativa de Calor - 2015.

| MEDIÇÕES DO ANO DE 2015 | | | | | | |
|--|------|-----|-------------|-----------------|---------------------|-------|
| EMPRESA Jaraqui Metalurgia do Amazonas LTDA | | | | | | |
| DATA 12/06/2015 | | | | | | |
| HORÁRIO 11h00min às 12h00min | | | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISMO | IBUTG |
| 34,0 | 26,9 | N.A | 60 | 54% | 220 | 29,2 |
| EMPRESA Tucunaré Metalúrgica do Norte LTDA | | | | | | |
| DATA 12/11/2015 | | | | | | |
| HORÁRIO 11h30min às 12h30min | | | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISMO | IBUTG |
| 35,7 | 26,3 | N.A | 60 | 61% | 220 | 29,1 |
| EMPRESA Tambaqui Metalúrgica de Manaus LTDA | | | | | | |
| DATA 17/12/2015 | | | | | | |
| HORÁRIO 12h30min às 13h30min | | | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISMO | IBUTG |
| 34,2 | 27,1 | N.A | 60 | 52% | 220 | 29,2 |

Fonte: Elaborado pelo autor deste artigo.

Tabela 4. Avaliação Quantitativa de Calor - 2016.

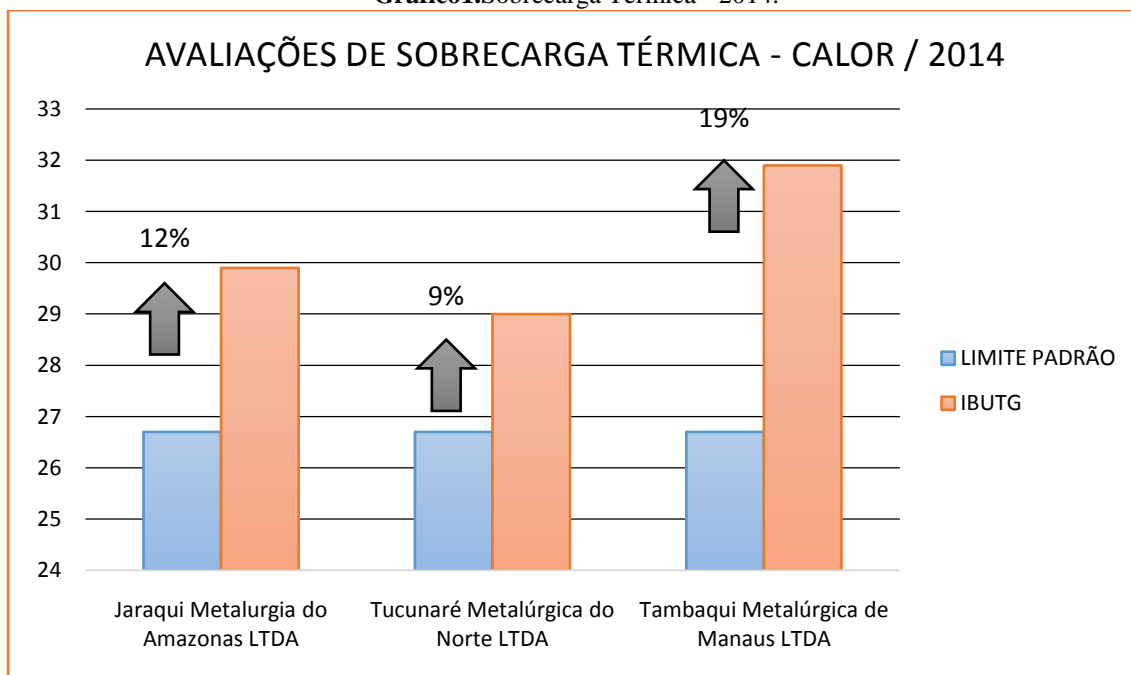
| MEDIÇÕES DO ANO DE 2016 | | | | | | |
|-------------------------|------|-------------------------------------|-------------|-----------------|--------------------|-------|
| EMPRESA | | Jaraqui Metalurgia do Amazonas LTDA | | | | |
| DATA | | 31/10/2016 | | | | |
| HORÁRIO | | 09h30min às 10h30min | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISO | IBUTG |
| 32,7 | 26,0 | N.A | 60 | 65% | 220 | 28,0 |
| EMPRESA | | Tucunaré Metalúrgica do Norte LTDA | | | | |
| DATA | | 23/10/2016 | | | | |
| HORÁRIO | | 11h30min às 12h30min | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISO | IBUTG |
| 35,1 | 26,8 | N.A | 60 | 56% | 220 | 29,3 |
| EMPRESA | | Tambaqui Metalúrgica de Manaus LTDA | | | | |
| DATA | | 31/10/2016 | | | | |
| HORÁRIO | | 11h00min às 12h00min | | | | |
| TG | TBN | TBS | TEMPO MÉDIO | UMIDADE REL. AR | TAXA DE METABOLISO | IBUTG |
| 35,2 | 27,2 | N.A | 60 | 55% | 220 | 29,6 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

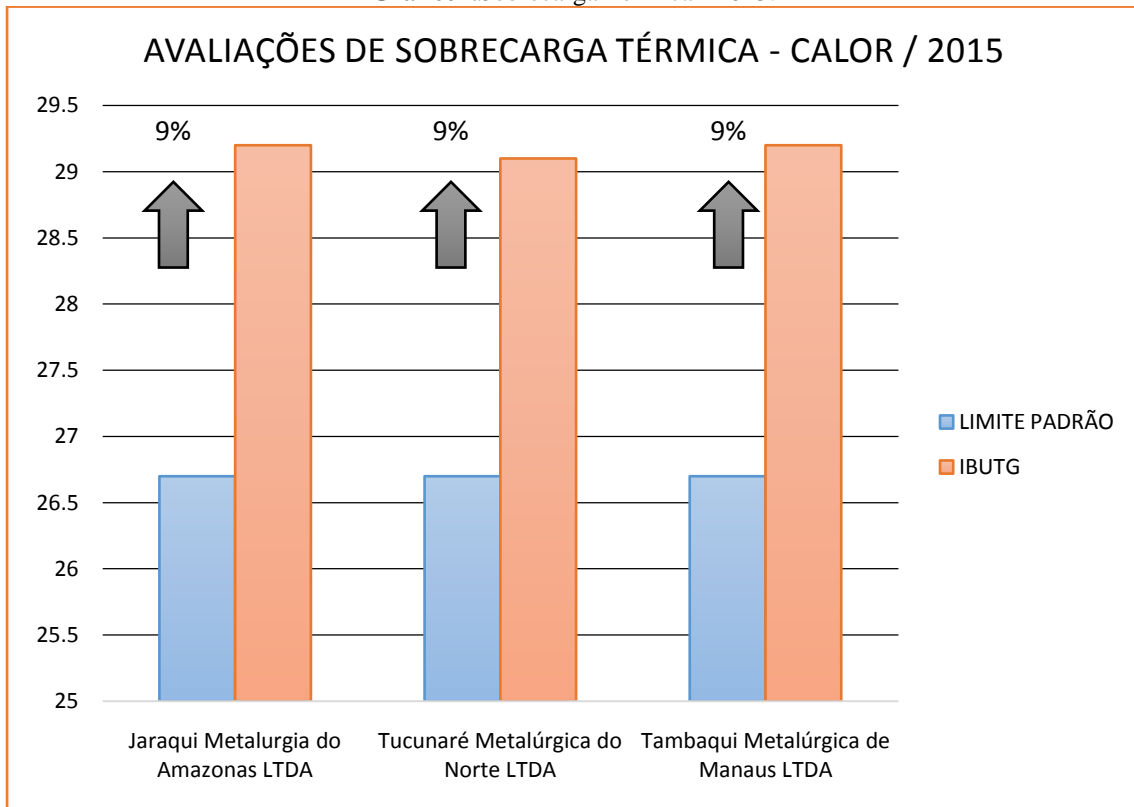
Nos gráficos 01, 02, 03 de avaliações de sobrecarga térmica dos anos de 2014, 2015 e 2016, evidenciam os valores de IBUTG – Índice Bulbo Úmido de Termômetro de Globo, das três empresas indicando resultados Acima dos Limites de Tolerância definidos no Anexo – 03 da NR – 15.

Gráfico1. Sobrecarga Térmica - 2014.



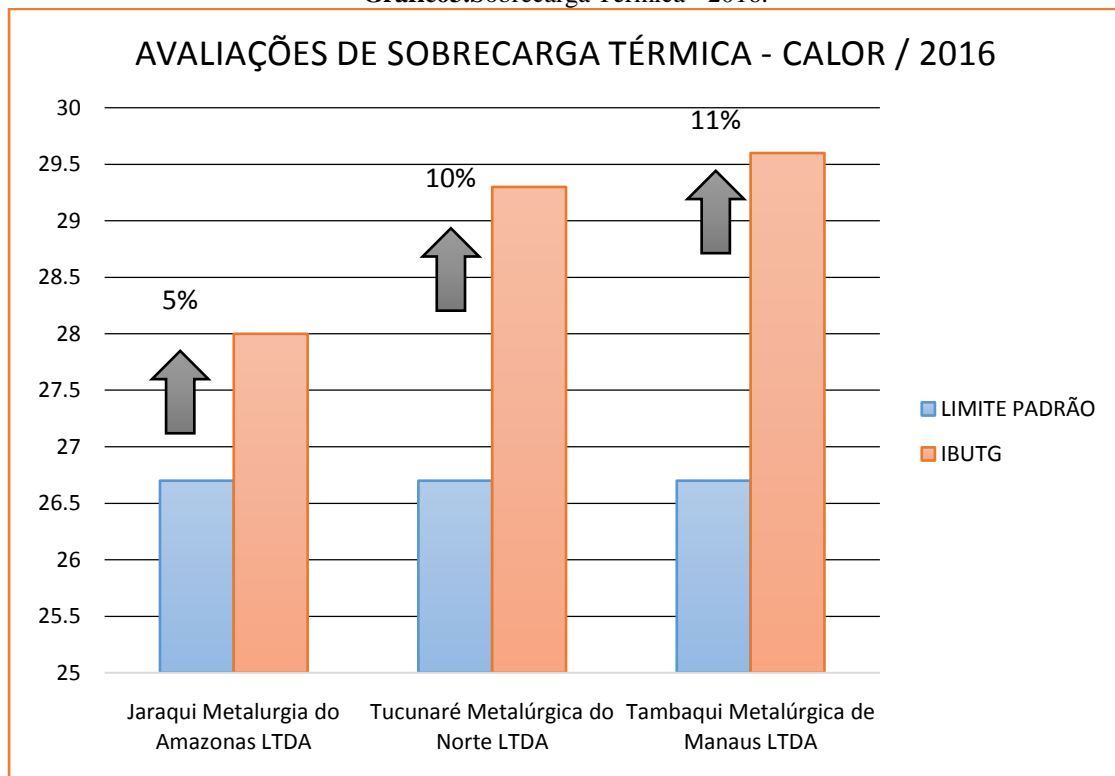
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Gráfico2.Sobrecarga Térmica - 2015.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

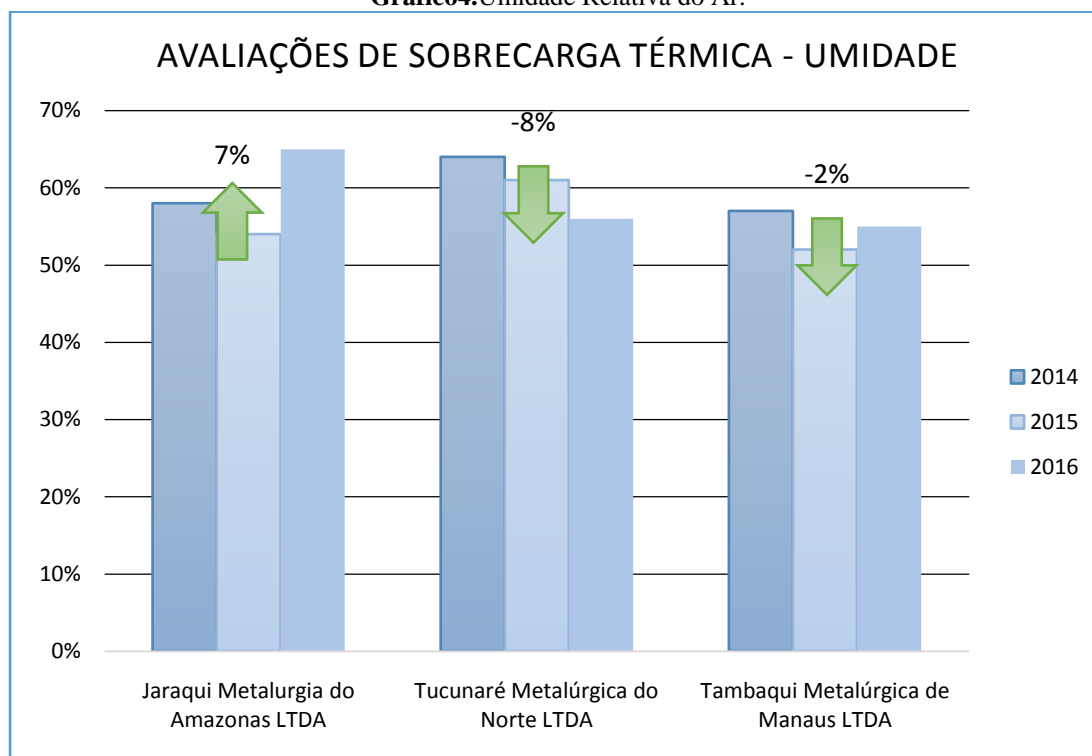
Gráfico3.Sobrecarga Térmica - 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

O gráfico 04 identifica os valores de Umidade Relativa de Ar, referente aos anos de 2014, 2015 e 2016 das 3 (três) empresas de Metalurgia, onde evidencia resultados “Conformes” de acordo com a NR – 17, que faz alusão a Conforto Térmico.

Gráfico4. Umidade Relativa do Ar.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Conforme os valores obtidos de IBUTG nos Gráficos 01, 02, e 03, com índice médio de 29,4 e para atividade desenvolvida pelo operário, com a taxa de metabolismo de 220 Kcal *h, e de acordo com o Anexo – 03 da NR 15 (Brasil, 1978), os locais de trabalho apresentaram valores de **Sobrecarga Térmica Acima dos limites de tolerância.**

Sugestões de Medidas de Controle ou de medidas Administrativas devem ser desenvolvidas nestes locais de Trabalho, para atenuar as condições térmicas expostas aos colaboradores, e oferecer um melhor conforto. Tais medidas são:

- **Medidas de engenharia:** Redução do Calor Convectivo – Modificação da Trajetória das correntes de ar quente e diminuição da temperatura do ar. Instalação de Ventiladores industriais. (ROCHA & BASTOS, 2016);
- **Medidas de engenharia:** Controle de Calor Radiantes – Redução da temperatura das superfícies, instalando divisórias reflexivas entre as fontes radiantes e os trabalhadores expostos. Modificar a emissividade da superfície. Instalação de portas de acesso que se abram apenas quando necessário. (ROCHA & BASTOS, 2016);
- **Medidas administrativas:** Limitar o tempo de exposição em condições de estresse térmico – Realizar trabalhos em horas do dia em horários com menor intensidade de calor (quando possível). Proporcionar áreas frescas para o descanso e recuperação física. Dar autonomia ao trabalhador para interromper o seu trabalho em ambientes de estresse térmico, sempre que necessário. Incentivar o consumo de água. (ROCHA & BASTOS, 2016);

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Para o tipo de atividade desenvolvida nos setores de Produção nas três empresas, existe sobrecarga térmica Acima do Limite de Tolerância de 26,7 IBUTG;
- Dos 30 colaboradores entrevistados nas três empresas de Metalurgia, 98% confirmaram que o índice de sobrecarga térmica exposta todos os dias no ambiente de trabalho causa desconforto e, que também, é um dos causadores da diminuição da produtividade diária;
- Mesmo nos ambientes de trabalho sem sobrecarga térmica ocupacional, é necessário monitorar constantemente as condições ambientais locais para temperatura (anexo nº 3 da NR – 15 – Brasil, 1978);
- Os ambientes de trabalho nas Metalurgias possuem índice de Umidade Relativa do ar de conforto térmico (NR 17 – Ergonomia – Brasil, 1978).

REFERÊNCIAS

- [1]. BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional 06 – Procedimento Técnico**. Avaliação da exposição ocupacional ao calor. São Paulo; 2002. 50 p.
- [2]. BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – MTE. **Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF (1978 July 6) [cited 2011 Aug. 15].
- [3]. COUTO, HUDSON DE ARAÚJO. **Ergonomia do corpo e do cérebro no trabalho: os princípios e a aplicação prática/** Ilustrações Ricardo Sá – Belo Horizonte: Ergo, 2014. 264,265 p.
- [4]. ENSSLIN L, MONTIBELLER G. **Evaluating quality of working life: a cognitive approach**. In: **Annals of Manufacturing Agility and Hybrid Automation-II**; 1998; Hong Kong. Hong Kong: IEA Press; 1998. p. 461-464.
- [5]. INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Climatológicos**. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdm>. Disponível o acesso em 10/02/2010.
- [6]. ROCHA, ROSEMBERG (AUTOR); BASTOS, MARCOS (COAUTOR) – **Higiene Ocupacional ao alcance de todos / 1ª Edição** – Rio de Janeiro: Autografia Edição e Comunicação LTDA, 257, 262, 263, 264, 297, 298, 299.
- [7]. SPINELLI, ROBSON; ET. AL. **Higiene ocupacional: agentes biológicos, químicos e físicos /** Ezio Breviglierio, José Possebon – 7 ed. – São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2014. 412, 413, 414.
- [8]. XAVIER AAP. **Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias – teoria física aliada a estudos de campo**. [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2000.