



## **ANALISE DOS RISCOS AMBIENTAIS FÍSICOS EM UMA INDÚSTRIA DE RECICLAGEM DE PLÁSTICOS EM CACOAL-RONDONIA.**

Área temática: Gestão do Conhecimento Organizacional

**Sergio Luiz Sousa Nazario**

[sergionazario@yahoo.com.br](mailto:sergionazario@yahoo.com.br)

**Carlos Augusto Sousa Nazario**

[eng.nazario@gmail.com](mailto:eng.nazario@gmail.com)

**Resumo:** *O controle das grandezas físicas ambientais no ambiente de trabalho é muito importante para proporcionar condições adequadas de trabalho, bem como detectar condições que possam gerar riscos de acidentes, quase riscos, problemas de saúde. Por exemplo, controlando a variação dos níveis de ruídos pode-se verificar possíveis alterações no limiar de audição dos trabalhadores, podendo-se desta forma propor medidas que possam minimizar e ou eliminar os riscos com ruídos. Este trabalho apresenta um estudo sobre a os riscos ambientais físicos em uma indústria de reciclagem de plásticos em Cacoal, Rondônia região Amazônica. Utilizou-se equipamentos de medição de grandezas físicas como, termômetro de bulbo, decibelímetro, e luxímetro para obter os dados de exposição ao calor, ruídos e a luminosidade do ambiente para avaliar as condições de segurança de trabalho da indústria de reciclagem. De acordo com a avaliação realizada foram sugeridas ações para melhoria das condições físicas ambientais da indústria visando garantir condições favoráveis para segurança e bem estar dos colaboradores. Através das medições realizadas observou-se que a indústria em questão possui condições físicas ambientais fora dos padrões determinados pelos Ministério do Trabalho e Emprego.*

**Palavras-chaves:** *Segurança do trabalho, Ruídos, Exposição ao calor, Luminosidade, Riscos Ambientais.*



## INTRODUÇÃO

As constantes transformações do mercado, impulsionadas pelo avanço do consumo e a necessidade de utilização de produtos de qualidade com menor preço, possibilitaram o surgimento de novos empreendimentos para obtenção e comercialização de produtos de origem reciclável. Nesse contexto que nasce as indústrias que utilizam materiais plásticos já utilizados ou descartáveis como matéria prima para fabricação de produtos novos obtidos através do processo de reciclagem.

A indústria reciclagem de plástico é idealizada a partir do principio de reaproveitamento de material descartado, após sua primeira utilização. Dentro desse contexto, destaca-se operações relacionadas ao transporte, triagem, remoção de rótulos, picagem, lavagens e reprocessamento do material recolhido para fabricação de novos produtos.

Os empreendimentos de reciclagem no Brasil vêm crescendo nos últimos anos, em 2012, foram contabilizadas 762 indústrias, sendo que em 2003 eram 492, ocorrendo um crescimento de 35,43% no período de 9 anos. Essas empresas vêm gerando 18.771 empregos diretos, processando 1.086.658 milhões de toneladas no ano de 2012 e gerando um faturamento bruto de 2.496.117 R\$ milhões de reais. A tendência no ramo é de crescimento, já que, a matéria prima tem baixo custo, a produção anual de lixo é crescente e as leis de incentivo a coleta seletiva e a logística reversa vem sendo implementadas e cobradas em âmbito nacional. Desta forma o números de empresas e colaboradores devem aumentar (Figueiredo, Deorsola, 2011).

O meio industrial pode se destacar como uma atividade que encontra-se em processo continuo de atualização, tanto no que se diz respeito ao layout de fabricas, processos produtivos e automação de maquinas e equipamentos. No entanto, não verifica-se o mesmo ritmo de desenvolvimento quando se trata de condições de saúde e segurança do trabalhador. Além disso, em muitos casos, observa-se condições desfavoráveis no que diz respeito aos aspectos físicos do ambiente de trabalho, que são atributos que podem impactar diretamente a saúde do trabalhador, diminuindo sua produtividade e podendo causar acidentes de trabalho.

Segundo Rumin (2008), as condições ambientais em situações desfavoráveis, como calor e ruídos excessivos e iluminação ineficiente são agentes que causam desconforto e



tensão no trabalho. Fatos que contribuem para o aumento no risco de acidentes que podem causar danos consideráveis à saúde.

A temperatura é uma das grandezas físicas mais importantes quando se trata de conforto ambiental. Desta forma, deve se tomar cuidado quando necessário mensurar a temperatura adequada para o ambiente de trabalho. Sendo que há temperaturas que oferecem sensação de conforto, enquanto outras promovem sensações desagradáveis e até prejudiciais à saúde.

Um agente físico típico presente no meio industrial é o ruído, que na maioria dos casos é gerado pelas próprias máquinas e equipamentos característicos de cada processo produtivo. O ruído é uma variável que de acordo com sua intensidade, duração e frequência podem impactar diretamente de forma negativa na saúde dos colaboradores. Atuando diretamente no comportamento dos trabalhadores podendo causar problemas de atenção, memória, provocando redução e perdas auditivas (Oliva, 2011).

A iluminação adequada dos ambientes é outro parâmetro essencial para que os trabalhadores possam desempenhar suas funções de forma efetiva e com o mínimo esforço possível. Contudo, uma iluminação insuficiente pode acarretar em desconforto visual gerando quadros de cansaço e dores nos olhos, além de, irritabilidade e vermelhidão. Muitas vezes o desconforto visual pode ainda promover situações de posturas e movimentação inadequada. No entanto, uma iluminação excessiva, também pode ser prejudicial à saúde do colaborador, sendo agente causador de reflexos e ofuscamento quando a frente monitores. Sendo assim, em ambas situações pode-se visualizar a queda no rendimento dos trabalhadores (Minette, 2007).

Desta forma observando todas as anomalias de ordem física e psicológica que o trabalho em indústrias de reciclagem de plástico podem gerar, é de grande valia o estudo dos parâmetros em questão como forma de planejamento de ações que reduzam os problemas de saúde e segurança do trabalhador.

O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise dos fatores ambientais físicos em uma industrial de reciclagem de plástico em Cacoal-Rondônia, visando uma melhoria nos aspectos relacionados à saúde, conforto, bem-estar e produtividade dos trabalhadores.



## 2.0 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Para a análise e estudo dos parâmetros físicos ambientais utilizados nesse trabalho é necessário apresentar fundamentos de temperatura, calor, ruídos e luminosidade. As normas brasileiras de segurança e saúde no Trabalho relacionadas com os temas em questão são utilizadas para determinação das condições de trabalho dos colaboradores da indústria estudada.

### 2.1. TEMPERATURA E CALOR

A temperatura é uma das grandezas físicas fundamentais mais importantes. Essa grandeza é associada ao quão quente ou frio está um corpo quando é tocado. A temperatura também pode ser associada ao equilíbrio térmico com outros corpos, ou seja, quando estão na mesma temperatura (Halliday, 2009).

O calor é definido como a energia transferida de um sistema para um determinado ambiente ou vice e versa, devido a uma diferença de temperatura entre os mesmos. Quando um processo de aquecimento é aplicado sobre um determinado corpo, verifica-se que ocorre uma transferência de energia, sendo o processo proveniente de uma temperatura mais alta. (Halliday, 2009).

A Sobrecarga térmica segundo a NR15 é uma importante variável utilizada para determinar se uma atividade é ou não insalubre. A mesma é definida como a quantidade de energia que o organismo humano deve trocar com o meio para atingir o equilíbrio térmico. Desta forma o organismo pode ganhar ou perder calor de acordo como as condições ambientais para manter o equilíbrio térmico.

Quando um ser humano é submetido a uma sobrecarga térmica ocorre um stress térmico que promove reações fisiológicas internas que desencadeiam respostas de controle como: sudorese, aumento de pulsação e da temperatura interna do corpo, desequilíbrio na quantidade de água e sais (Barsano, 2013).

De acordo a NR15, a exposição ao calor, ou seja, as altas temperaturas podem provocar inúmeros problemas a saúde, como: desidratação, erupção da pele, câimbras, fadiga física, distúrbios psiconeuróticos, insolação etc. Sendo que, os sintomas característicos para esse problemas são: fadiga crescente, fraqueza, ansiedade e a sudorese abundante (Barsano, 2013).



Segundo a NR15, para quantificar a sobrecarga térmica que um determinado trabalhador é submetido deve-se utilizar o índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG). Esse método é baseado na combinação da leitura fornecida pelos termômetro de globo, bulbo úmido e seco. Sendo relacionado posteriormente a carga térmica ambiental com a carga metabólica do tipo de atividade exercida pelo trabalhador. O índice IBUTG é definido pelas equações 01 e 02, para ambientes internos ou externos sem carga solar e ambientes externo com carga solar respectivamente.

$$IBUTG = 0,7 * tbn + 0,3 * tg \quad [1]$$

$$IBUTG = 0,7 * tbn + 0,1 * tbs + 0,2 * tg \quad [2]$$

Sendo, *tbn* igual a temperatura de bulbo úmido natural, *tg* a temperatura de globo e *tbs* a temperatura de bulbo seco.

De acordo com os índices IBUTGs obtidos pelas equações 01 e 02, determina-se os limites de tolerância para exposição ao calor em regime de trabalho intermitente, através da do quadro da Figura 01, segundo a NR15.

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

Figura 01: Índices IBUTGs

## 2.2. LUMINOSIDADE

O Fluxo luminoso é a quantidade de energia radiante capaz de sensibilizar o olho humano. A unidade desta grandeza é o *lúmen* (*lm*), que corresponde à quantidade de energia radiante capaz de sensibilizar o olho humano por segundo (Mamede, 2007).



A intensidade luminosa é a quantidade de luz que uma fonte por unidade de ângulo sólido (lúmen/esferorradiano) projetada em uma determinada direção. O valor está diretamente à direção desta fonte de luz. A intensidade luminosa é expressa em candelas (cd).

A intensidade luminosa e o fluxo luminoso estão vinculados pelo ângulo sólido  $\Omega$ , que é dado pela expressão:

$$d\Omega = \frac{ds}{r^2} \quad [3]$$

e o fluxo luminoso através de  $ds$  é:

$$d\phi = Id\Omega \stackrel{[1]}{\Rightarrow} d\phi = I \frac{ds}{r^2} \quad [4]$$

O fluxo total médio emitido por uma fonte de luz pode ser obtido pela integral de fluxos calculados em pequenas áreas, sendo a intensidade luminosa constante, tem-se a equação 05 (Negrisoli, 1987):

$$\bar{\phi} = \frac{I}{r^2} \int ds = \frac{I}{r^2} \cdot S \quad [5]$$

A iluminância num ponto de uma superfície ( $S$ ) pode ser calculada a partir do quociente da intensidade luminosa ( $I$ ) da fonte e da distância ( $r$ ) ao quadrado entre a fonte e o ponto iluminado. Se a luz incidir perpendicularmente na superfície, será válida a seguinte relação do cálculo de iluminação:

$$E = \frac{I}{r^2} \quad [6]$$

A luz adicional proveniente da reflexão em tetos ou paredes não está prevista pela fórmula de cálculo da iluminação ponto por ponto.

Pela equação 04 e 05 (Mamede, 2007) pode-se relacionar a iluminância com o fluxo luminoso, observando-se assim que a iluminância é uma densidade de fluxo luminoso e sua



unidade é *lux*, sendo um 1 lux (*lx*), por exemplo, o fluxo 1 *lm* incide uniformemente na superfície de 1 m<sup>2</sup>.

Assim:

$$\bar{E} = \frac{\bar{\Phi}}{S} \quad [7]$$

Para determinação dos níveis de luminosidade utiliza-se os limites estabelecidos pela Norma Brasileira NBR 5413/1992, iluminação de interiores, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. A tabela 01 apresentar os níveis mínimos de iluminâncias por classes de atividades visuais.

**Tabela 1: Iluminâncias por classe de atividades visuais.**

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de Atividade
A- Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	20-30-50	Áreas públicas com arredores escuros
	50-75-100	Orientação simples para permanência curta
	100-150-200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200-300-500	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, auditórios
B- Iluminação geral para área de trabalho	500-750-1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	100-1500-2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C- Iluminação Adicional para tarefas visuais difíceis	5000-7500-10000	Tarefas muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000-15000-20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.

Fonte: NBR5413



### 2.3. RUIDOS

As ondas sonoras são perturbações periódicas que se propagam por um determinado meio. Essas ondas são de origem mecânicas e podem se propagar por qualquer tipo de material resultando na percepção humana da audição. As mesmas podem ser classificadas de acordo com três características fundamentais, que são amplitude da onda, intensidade e a frequência. De acordo com a frequência as ondas sonoras podem ser divididas em três categorias, ondas audíveis que se encontram na faixa de sensibilidade humana, ondas infrassônicas possui frequência abaixo da faixa audível humana e ondas ultrassônicas que possuem frequência acima da faixa audível (Serway, 2011).

A intensidade de uma onda sonora pode ser conceituada como a potencia média durante uma oscilação por unidade de área. Sendo assim, o nível de som ao qual uma pessoa pode ser submetido em decibéis numa escala logarítmica é determinado pela equação 08.

$$\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad [8]$$

Sendo  $I$  a intensidade de uma onda sonora qualquer e  $I_0$  a intensidade constante de referencia considerada no nível limiar de audição humana igual a  $1,00 * 10^{-12} \text{ W/m}^2$ .

O ruído é caracterizado como a resultante de um conjunto de movimentos oscilatórios que se combinam e produzem um movimento, cuja a oscilação não se da de forma harmônica. tem-se o que é chamado de ruído. Sendo assim o ruído pode se dar por uma mistura de amplitudes e frequências ocorrendo ao mesmo tempo de forma não harmônica. O que difere do som que se caracteriza por poucas amplitude e frequências bem definidas e geralmente harmônicas (Kinsler,1982).

Segundo Gerges (1992) o ruído pode ser uma forma de oscilação associada a uma sensação não prazerosa. Sendo que cada individuo pode apresentar uma percepção diferente ao som ou ao ruído, de acordo com seu estado emocional e de sua personalidade.

Para determinação dos níveis de ruídos continuo ou intermitentes que o trabalhador esta sendo submetido no ambiente de trabalho deve-se adotar a metodologia e os procedimentos de avaliação dos agentes nocivos estabelecidos pelas Normas de Higiene





Ocupacional-NHO da Fundacentro (NHO-01) e os limites de tolerância estabelecidos pela NR15 do Ministério do Trabalho e Emprego, MTE. Sendo que se encontrados resultados excedentes ou na ausência de valores previstos nas metodologias em questão, pode-se utilizar os valores limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH-*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociações coletivas de trabalho (Vergara, 2011).

Para elaboração de um laudo de ruído utiliza-se os critérios da NHO-01 e ACGIH, que preveem a determinação do TWA, Dose e Dose projetada. Sendo o TWA o nível de ruído equivalente (TWA) que é a média ponderada do nível de ruído de pressão sonora no tempo avaliado, a Dose que avalia a exposição diária resultante de dois ou mais períodos de exposição a diferentes níveis de pressão sonora e a Dose projetada que é a dose relativa ao período efetivo de da jornada de trabalho.

De acordo com as NR15, os equipamentos para medir ruído ocupacional são chamados de medidores de nível de pressão sonora nos quais se destacam o decibelímetro e o dosímetro. Sendo que os circuitos de medição dos equipamentos podem ter respostas lenta ou rápida, levando em consideração que em locais com muitas variações de ruído a resposta lenta facilita as medições. As equações 09 e 10 determinam respectivamente o TWA e a Dose de ruído.

$$TWA = 80 + 16,61 * \log\left(\frac{9,6 * D}{T}\right) \quad [9]$$

$$D = \frac{\left(T * 2^{\frac{TWA-8}{5}}\right)}{960} * 100 \quad [10]$$

Sendo D igual a contagem da dose da exposição em porcentagem para a jornada de trabalho e T o tempo em minutos da jornada de trabalho.

A tabela 02 apresentar os limites de tolerância para ruído contínuos ou intermitentes de acordo com a NR15. De acordo com a norma em questão a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB, sem proteção adequada, oferecerá risco grave e iminentes.



**Tabela 02: Limites de ruído contínuo e Intermitente.**

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: NR15

### 3.0 MÉTODOS E MATERIAIS

O estudo foi realizado mediante revisão bibliográfica sobre aspectos ambientais físicos como: temperatura, luminosidade e ruídos. A seguir foi realizado um estudo de caso em uma Indústria de reciclagem de plásticos localizada no Município de Cacoal, Rondônia. A pesquisa realizada contemplou a medição de temperatura, luminosidade e ruídos como parâmetros para avaliação do ambiente de trabalho dos colaboradores locais. A indústria conta com 35 colaboradores.

O ambiente de produção no qual foram realizadas as medições contemplam o setor de seleção do material, moagem de matéria prima e setor de aglutinação e do picador. Sendo que todos os equipamentos do setor produtivo estão localizados em uma edificação de alvenaria com cobertura metálica com 3 portas amplas de circulação e janelas por todo perímetro do mesmo. O sistema de iluminação esta instalado a uma altura de 6 metros através de luminárias para lâmpadas HO-40W dispostas a uma altura de 50 centímetros da cobertura.

Para medição da exposição ao calor, foram realizadas medições de temperatura nos ambientes próximos aos conjuntos de maquinas que caracterizam cada certo do processo



produtivo. Foi utilizado o termômetro digital de IBUTG da marca Instrument, modelo log-552, posicionado ao lado do local de operação de cada equipamento. De acordo com os dados obtidos determinou-se a temperatura efetiva para o ambiente.

Os níveis de luminosidade foram avaliados a partir de medições realizadas com luxímetro de marca Minipa, modelo 1150, posicionado no plano horizontal de trabalho dos colaboradores no ambiente de operação das máquinas industriais. As medições foram realizadas em condições sem interferência de luminosidade natural. Os resultados foram comparados aos limites preconizados pela NBR 5413/1992.

A avaliação da exposição ao ruído foi realizada através da medição dos níveis de ruídos em cada ambiente de trabalho. Para realização das medições foi utilizado o decibelímetro da marca Mínima e os dados foram confrontados com os níveis limites por carga horária de trabalho apresentados na Norma regulamentadora NR15.

## **4.0 RESULTADOS**

A seguir se apresentam os resultados dos parâmetros físicos ambientais associados a saúde e segurança do trabalho. Os resultados contemplam medições de temperatura, para avaliação de exposição ao calor, pressão sonora para verificação dos níveis de ruídos e por fim os valores aferidos de iluminância para análises dos padrões de iluminação da indústria de reciclagem de plásticos.

### **4.1 Avaliação de Exposição ao calor**

Para análise da exposição ao calor dos colaboradores da indústria em questão é de suma importância a caracterização da estrutura e layout da mesma. Observou-se que a indústria é formada por barracões com estrutura em alvenaria e telhados metálicos sem manta térmica. Notou-se também a ausência da utilização de ventilação natural e ventilação com exaustores eólicos, equipamento comum nesse tipo de instalação.

Na tabela 3 apresentam-se os valores médios de temperatura mensurados nos barracões de produção industrial. Para avaliação da exposição ao calor utilizou-se um Medidor de Estress Térmico da marca Instrutherm, modelo TGD-200, de acordo com norma NR15.



De acordo com a tabela 3 verifica-se que para todos os setores de trabalho da indústria o índice de IBUTG apresenta valores acima de 31.1C, valor indicado para atividades moderadas, as quais não podem ser realizadas sem a adoção de medidas adequadas de controle. Desta forma observa-se que o ambiente local apresenta condições de temperatura não adequadas em relação ao conforto térmico sugeridos pela NR17, em torno de 20 a 23°C. Para a atividade moderada o valor máximo permitido para trabalho contínuo sem descanso, é de 26,7°C como indicado no quadro da Figura 1.

Em relação aos resultados apresentados verifica-se a necessidade de medidas que possam melhorar as condições de conforto térmico na empresa em questão.

Para melhoria das condições de conforto térmico dos trabalhadores da indústria foram propostas algumas ações de engenharia como utilização de telhado com manta térmica, sendo que o mesmo é formado por uma estrutura em material polimérico como isopor que reduz a condução de calor pelo ambiente. Outra proposição seria a instalação de exaustores eólicos que possuem a função de eliminar o ar quente disposto no meio ambiente local. Já uma alteração no layout do fechamento do telhado também proporcionaria uma maior entrada de ar e iluminação na edificação.

**Tabela 3: Valores mensurados para temperatura local**

Local de Trabalho	Bulbo Úmido	Bulbo Seco	IBUTG
<b>Esteira de Seleção</b>	<b>33,5</b>	<b>32,2</b>	<b>33,1</b>
<b>Moedor</b>	<b>36,0</b>	<b>30,1</b>	<b>34,2</b>
<b>Aglutinador</b>	<b>32,0</b>	<b>31,7</b>	<b>31,9</b>
<b>Picador</b>	<b>34,0</b>	<b>33,5</b>	<b>33,8</b>

## 4.2 Avaliação de Ruídos

Na tabela 4 apresentam-se os resultados obtidos a para os níveis de pressão sonora obtidos a partir de medições realizadas em um intervalo de 8 horas de trabalho utilizando um decibelímetro da marca Minipa modelo MSL-1325A, número de serie ID01500001958M, certificado de calibração 4759/15. De acordo com a tabela observa-se que os níveis de ruído estão acima dos limites determinados pela NR15 para 8 horas de trabalho 85 dBA (tabela 02), caracterizando o ambiente como insalubre.

De acordo com a tabela 4 observa-se que todos os postos de trabalho estão com



níveis de ruídos superiores aos permitidos pela legislação brasileira, sendo que o setor de moagem se destaca com níveis de ruído em torno de 106,0 dBA. Esses valores são bastante preocupantes pois de acordo com o que a NR17 indica o nível de ruído aceitável como condição de conforto acústico é de 65 dBA. Sendo que o nível médio de ruído encontrado esta em torno de 95,5 dBA, isso significa valores 47% maiores que o valor indicado como padrão de conforto.

Os resultados da tabela 04 mostram que os colaboradores da empresa em questão estão sendo submetidos a elevados níveis de ruído que podem encadear diversos danos a saúde dos trabalhadores. Esses danos podem prejudicar a concentração, a compreensão da fala a memória. Fatores que no ambiente de trabalho podem prejudicar as atividades cotidianas dos trabalhadores. Sendo que os maiores danos referenciados são a redução na capacidade auditiva e a perda total de audição.

**Tabela 4: Parâmetros médios experimentais obtidos para ruídos.**

Local de Trabalho	Critério de tempo (h)	Nível Sonoro Médio (dB)	Critério Limite (dB)	Dose
<b>Esteira de Seleção</b>	<b>8</b>	<b>98,0</b>	<b>85,0</b>	<b>606,29%</b>
<b>Moedor</b>	<b>8</b>	<b>106,0</b>	<b>85,0</b>	<b>1837,92%</b>
<b>Aglutinador</b>	<b>8</b>	<b>90,0</b>	<b>85,0</b>	<b>200%</b>
<b>Picador</b>	<b>8</b>	<b>88,5</b>	<b>85,0</b>	<b>162,45%</b>

De acordo com o apresentado na tabela 4 é necessário a realização de programas preventivos que busquem, realizar orientações e treinamentos relacionados aos perigos da exposição ao ruído, da importância na utilização correta dos protetores auriculares e da realização de exames audiômetros periodicamente, para avaliação das condições auditivas dos colaboradores.

Em relação às máquinas e equipamentos é de suma importância a realização de manutenções preventivas e autônomas ( reapertos, inspeções visuais, lubrificação, etc) para eliminação de possíveis ruídos e vibrações causadas por falta de manutenção. Em relação aos equipamentos também deve ser realizadas análises de possíveis ações para redução de ruídos como, o enclausuramento dos mesmos ou até mesmo a verificação de inovações tecnológicas visando a melhoria no funcionamento.



### 4.3 Avaliação de luminosidade

As medições de luminosidade foram realizadas no período noturno no momento em que os colaboradores realizavam as atividades de produção. As medições foram realizadas no plano horizontal na altura de operação dos equipamentos em questão.

Para atividades relacionadas aos processos de reciclagem, adotou-se de acordo com a NBR5413, os valores para atividades com recursos visuais limitados, para efeito de comparação entre medidas realizadas e padrões de norma. Sendo o valor mínimo considerado de 200 lux.

Na tabela 5 apresentam-se os valores relativos às medições de iluminância realizadas nos locais de trabalho. De acordo com a mesma observa-se que o sistema de iluminação local esta totalmente ineficiente no que se diz respeito aos valores de iluminância em todos os setores. Sendo que as medições realizadas mostram que os valores encontrados estão bem abaixo do valor mínimo exigido pela norma brasileira, para as atividades aplicadas no ambiente em questão.

**Tabela 5: Resultados para medição de Iluminância ( lux)**

Local de Trabalho	Iluminância Média
<b>Esteira de Seleção</b>	<b>66,5</b>
<b>Moedor</b>	<b>35,0</b>
<b>Aglutinador</b>	<b>22,0</b>
<b>Picador</b>	<b>47,0</b>

Para melhoria das condições ambientais relacionadas com a luminosidade, verifica-se para a edificação estudada que um melhor aproveitamento da iluminação natural para as atividades realizadas no período do dia pode melhorar de forma eficaz a iluminância. Podendo utilizar telhas translúcidas, janelas maiores, aumentando a quantidade de aberturas. Já para as atividades noturnas verifica-se que deve ser realizada uma adequação no sistema de iluminação para se obter os valores mínimos sugeridos pela norma NBR5413. Sendo que fatores como tipo de lâmpadas, pintura, altura de instalação de luminárias, tipo de luminárias podem influenciar diretamente no resultado final para a variável. Nos dias atuais sistemas com lâmpadas leds são mais eficientes, pois esse tipo de tecnologia gera menor quantidade de calor, utiliza menos energia e possuem uma eficiência luminosa maior.





## CONCLUSÕES

Em relação aos valores mensurados para exposição ao calor observou-se níveis de temperatura bem acima do que os determinados pela norma para trabalhos sem intervalos de descanso. O índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG) médio para a indústria chega a 33,4 °C, o que segundo a norma não é permitido sem a adoção de medidas de controle. Desta forma foram apresentadas algumas sugestões para minimizar os índices apresentados eliminando possíveis causas de acidentes de trabalhos relacionadas ao excesso de calor.

De acordo com os resultados sobre exposição a ruídos apresentados anteriormente verifica-se que o meio ambiente industrial em questão possui valores de pressão sonora muito acima dos limites permitidos para trabalhos realizados de forma contínua em alguns setores, como seleção e moagem. Valores quais podem estar diretamente associados a origens de acidentes do trabalho como dificuldades de comunicação em geral, na manutenção da atenção e concentração, memória, estresse e fadiga excessiva. Desta forma verifica-se a necessidade do investimento em programas de conservação auditiva voltados para o controle de ruídos nas fontes geradoras e programas de prevenção e manutenção da saúde auditiva como: exames periódicos e palestras visando a manutenção auditiva e a diminuição do acesso ao ruídos por parte dos trabalhadores.

Para os valores observados de luminosidade verifica-se que a quantidade de lux mensurado em cada ambiente esta muito abaixo do que a norma NBR5413 determina para ambientes de produção industrial em geral. Desta forma observa-se que para minimizar essas condições de iluminação poderiam ser implantadas telhas translúcidas para melhoria de iluminação durante o dia e para o expediente noturno é necessário realizar uma instalação de lâmpadas mais eficientes como maior capacidade de iluminação, menor consumo de energia e menor dissipação de calor de acordo com um projeto de iluminação pré-definido.

Segundo o estudo realizado, conclui-se que as condições ambientais físicas da indústria de reciclagem plástica em questão, não atendem as condições mínimas solicitadas pelas normativas do ministério do trabalho. Desta forma verifica-se que as condições físicas atuais podem ser propulsoras de acidentes de trabalho, pois geram situações de risco eminentes. Desta forma como comentado anteriormente devem ser tomadas ações que possam trazer melhorias nas condições ambientais físicas da indústria com intuito na melhoria das condições de saúde e de trabalho para os colaboradores industriais.



## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

American Conference of Government Industrial Hygienists - ACGIH. Threshold limit values for chemical substances and physical agents in the workroom environment with intended changes for 1977. Cincinnati (OH): ACGIH; 1976.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: Iluminação de interiores - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BARSANO, P. R., *Segurança do trabalho: guia prático e didático*, 1 ed. São Paulo: Erica, 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-15 - Atividades e operações insalubres (115.000.6). CLT capítulo V, título II. Diário Oficial da União; 8 de junho de 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Portaria Nº 19 de 9 de abril de 1998. Estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e o acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. NR-7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Diário Oficial da União; 30 dezembro de 1994. p. 21278.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora no 17 – Ergonomia, 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Fundacentro. Norma de higiene ocupacional para avaliação da exposição ocupacional ao ruído (NHO 01) [Internet]. 1999 São Paulo: Fundacentro;1999 [citado 2007 Abr 7]. Disponível em: [www.fundacentro.gov.br](http://www.fundacentro.gov.br).

FIGUEIREDO, Marco Antonio Gaya de and DEORSOLA, Alberto Chenú. **A questão da responsabilidade socioambiental na reciclagem de plástico no Rio de Janeiro.** *Prod.* [online]. 2011, vol.21, n.1, pp. 190-195. Epub May 28, 2010. ISSN 0103-6513.

HALLIDAY, J. F. **Instalações elétricas industriais**, 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 50 p.

KINSLER, L. E.; FREY, A.R.; COPPENS A.B.; SANDERS J.V. **Fundamentals of Acoustic**, 3ª ed., USA, 1982

OLIVA, Flavia Cardoso et al. **Mudança significativa do limiar auditivo em trabalhadores expostos a diferentes níveis de ruído.** *Rev. soc. bras. fonoaudiol.* [online]. 2011, vol.16, n.3, pp. 260-265. ISSN 1982-0232.



MAMEDE, J. F. **Instalações elétricas industriais**, 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 50 p.

MINETTE, Luciano J.; SILVA, Emília P. da; SOUZA, Amaury P. de and SILVA, Kátia R.. **Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal**. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2007, vol.11, n.6, pp. 664-667. ISSN 1807-1929.

NEGRISOLI, M. E. M. **Instalações elétricas: Projetos prediais em baixa tensão**, 3 ed. São Paulo: Blucher, 1987. 13 p.

RUMIN, Cassiano Ricardo and SCHMIDT, Maria Luiza Gava. **Influências das condições e organização do trabalho de uma indústria de transformação de cana-de-açúcar na ocorrência de acidentes de trabalho**. *Saude soc.* [online]. 2008, vol.17, n.4, pp. 56-67. ISSN 1984-0470.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR, J. W. **Princípios de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VERGARA, Erasmo Felipe; STEFFANI, Jovani; GERGES, Samir Nagi Yousri and PEDROSO, Marcos. **Avaliação da exposição de operadores de teleatendimento a ruído**. *Rev. bras. saúde ocup.* [online]. 2006, vol.31, n.114, pp. 161-172. ISSN 0303-7657.