

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**HUGO LUIZ HOLSBACK**

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO NO SETOR DE  
PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA  
2017**

**HUGO LUIZ HOLSBACK**

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO NO SETOR DE  
PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

**CURITIBA  
2017**

**HUGO LUIZ HOLSBACK**

**ANÁLISE DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO NO SETOR DE  
PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai (orientador)  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2017

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

Muitas foram as batalhas para chegar até aqui, um momento que Deus preparou para minha vida no tempo certo, pois ele sabe de todas as coisas e faz o que é melhor para cada um de nós, obrigado Senhor.

A minha família agradeço por estar presente em todos os momentos, sejam eles de alegrias ou tristezas e principalmente a minha filha por estar sempre me dando forças para dar mais um passo para seguir em frente.

Aos amigos que tive a oportunidade de conhecer, Graziela, Deborah, Marco, Alberto, Flávio e Jorge, que seja um laço de amizade para sempre.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos nobres professores do curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela atenção minuciosa em informar com dedicação e amor o conhecimento de forma clara e objetiva para nos tornar grandes profissionais.

A minha família, amigos e colegas, obrigado pela força e atenção.

"Deus nos ama. Não importa as situações que estejamos vivendo. Ele está ao nosso lado mesmo que, aparentemente, pareça que as tribulações são tantas e que estamos sozinhos...".

(Jr, Paschoal Piragine, 2016).

## RESUMO

Este estudo tem por finalidade, avaliar as condições de iluminância no ambiente de produção de uma indústria alimentícia, através da pesquisa de campo, com medições pontuais nos postos de trabalhos com o aparelho luxímetro. Uma boa iluminação permite aos colaboradores exercerem suas atividades com mais disposição, atenção e evita acidentes. Com base na Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 5413 de 1992, iluminância de interiores, foram realizados levantamentos para análise de quais postos atendem a normatização. No ambiente analisado a maioria dos locais não atingiu aos níveis mínimos recomendados. Com os dados obtidos na pesquisa de campo, apresentaram-se duas sugestões para adequação do ambiente, um novo projeto de iluminação, e a outra a reorganização do leiaute com recursos próprios. Pelo estudo realizado sugere-se a proposta de reorganização do leiaute como mais viável para adequação e atendimento a iluminância. A falta ou excesso da iluminação nos postos de trabalho pode trazer inúmeros problemas aos processos de produção e saúde ocupacional. Adequar o ambiente, permite conforto aos colaboradores ao exercer suas atividades e, naturalmente, trará uma melhor produtividade.

**Palavras-chave:** Medições. Postos de trabalho. Produtividade. Iluminação.

## **ABSTRACT**

This study aims to evaluate the conditions of illuminance in the production environment of a food industry, through the field research, with point measurements in the workstations with the luxmeter. Good lighting allows employees to carry out their activities with more disposition, attention and avoid accidents. Based on the Brazilian Standard of Regulation - NBR 5413 of 1992, interior lighting, surveys were carried out to verify which stations meet the standards. In the analyzed environment most sites did not reach the recommended minimum levels. With the data obtained in the field research, two suggestions were presented for the suitability of the environment containing a new lighting project and the reorganization of the layout with its own resources. The proposed study suggests the reorganization of the layout as more feasible for adequacy and service of the illuminance. The lack or excess of lighting in the workplaces can bring numerous problems to the processes of production and occupational health. Tailoring the environment, allows employees to carry out their activities with comfort and, of course, will bring greater productivity.

**Keywords:** Environmental conditions. Work stations. Productivity. Lighting.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espectro eletromagnético.....	23
Figura 2 – Fluxo luminoso.....	23
Figura 3 – Intensidade luminosa.....	24
Figura 4 – Condições de iluminância.....	24
Figura 5 – Conceito de iluminância.....	25
Figura 6 – Eficiência energética.....	26
Figura 7 – Índice de reprodução de cores .....	27
Figura 8 – Temperatura de cor – IRC.....	27
Figura 9 – Sistemas de iluminação.....	28
Figura 10 – Luxímetro.....	34
Figura 11 – Linha de produção 01 – Nível de iluminância.....	35
Figura 12 – Linha de produção 02 – Nível de iluminância.....	36
Figura 13 – Linha de produção 03 – Nível de iluminância.....	37
Figura 14 – Cálculo luminotécnico – Dados do ambiente.....	38
Figura 15 – Cálculo luminotécnico – Tipo de lâmpada.....	39
Figura 16 – Cálculo luminotécnico – Distribuição das lâmpadas.....	39
Figura 17 – Cálculo luminotécnico – Distribuição ponto a ponto.....	40
Figura 18 – Posto de trabalho.....	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Linha de produção 01.....	31
Quadro 2 – Linha de produção 02.....	32
Quadro 3 – Linha de produção 03.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Iluminâncias por classes de tarefas visuais.....	17
Tabela 2 – Fatores determinantes da iluminância adequada.....	18
Tabela 3 – Indústria de alimentos.....	19
Tabela 4 – Coeficientes de reflexão de materiais e cores.....	25
Tabela 5 – Plano de ação.....	42

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO .....	15
2.2 NORMA REGULAMENTADORA 17 ERGONOMIA.....	16
2.3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.....	<b>ERRO!</b>
<b>INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>	
2.4 NORMA BRASILEIRA DE REGULAMENTAÇÃO – NBR 5413/1992 .....	16
2.5 ERGONOMIA.....	19
2.6 ILUMINÂNCIA .....	20
2.7 EFEITOS VISUAIS NO TRABALHO.....	20
2.8 ANÁLISE DO POSTO DE TRABALHO .....	21
2.9 LUZ .....	22
2.10 CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS.....	25
2.11 LÂMPADAS E LUMINÁRIAS.....	27
2.12 SIMULAÇÃO DE ILUMINAMENTO DE AMBIENTES VIA SOFTWARE.....	28
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
3.1 CARACTERIZAÇÕES DA EMPRESA.....	30
3.2 MÉTODOS DE TRABALHO NA PRODUÇÃO.....	30
3.3 ILUMINAÇÕES DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO.....	30
3.4 LEVANTAMENTOS DE DADOS.....	31
3.5 APARELHO PARA MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO .....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>35</b>
4.1 LEVANTAMENTO DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO.....	35
4.2 PROPOSTAS PARA ADEQUAÇÕES.....	38
4.2.1 Novo projeto de iluminação – Proposta A.....	38
4.2.2 Realocação de luminárias sobre linhas de produção – Proposta B .....	41
4.2.3 Análise dos resultados.....	42
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Proporcionar um posto de trabalho com boa iluminância, influencia diretamente no ritmo dos colaboradores ao exercer suas atividades nas indústrias, mas está é uma preocupação que ainda não tem prioridade nas empresas.

Pensando no bem-estar dos colaboradores a Norma Regulamentadora 17 – Ergonomia, estabelece que em todos os locais de trabalho possua iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, que seja apropriada à atividade desempenhada (BRASIL, 2016), visto que um ambiente iluminado adequadamente evita acidentes de trabalho, cansaço visual, fadiga e stress.

O ambiente de trabalho deve sempre buscar se aproximar o máximo possível da iluminação natural, segundo Baumer, quanto à iluminação natural, evidentemente que a norma se refere à luz solar que a princípio, se puder ser utilizada, resolverá os problemas de conforto ambiental nas atividades de trabalho (BAUMER, 2004, p.03).

Na impossibilidade de prover um ambiente com iluminação natural emprega-se o uso da luz artificial, que segundo a NBR 5413/1992 Iluminância de interiores, tem por objetivo estabelecer valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p 01).

A iluminação artificial dos ambientes deve ser projetada para se obter o máximo de eficiência na visibilidade, o Engenheiro Pierre Rodrigues afirma que se deve definir o nível de iluminância no local, de acordo com a utilização do ambiente (RODRIGUES, 2002, p 21) e ainda diz que não se deve se levar em conta unicamente os aspectos quantitativos, mas também os qualitativos, de modo a criar uma iluminação que responda a todos os requisitos que o usuário exige do espaço iluminado (RODRIGUES, 2002, p 22).

O estudo apresentado neste trabalho desenvolveu-se em uma indústria de alimentos na região metropolitana de Curitiba – PR, onde se realizaram análises para verificar o atendimento dos níveis de iluminância no setor produtivo conforme as recomendações da NBR 5413/1992.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as condições de iluminância do setor de produção de indústria alimentícia, de acordo com as especificações da NBR 5413/1992 Iluminância de interiores.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificação dos postos de trabalhos e análise dos níveis de iluminamento;
- Apresentar propostas para adequação dos níveis de iluminamento;
- Orientações para manutenção dos níveis de iluminamento dos postos de trabalho.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Proporcionar um ambiente de trabalho agradável aos colaboradores envolvem inúmeras variáveis, entre uma delas encontra-se a ergonomia que aborda assuntos como a organização do trabalho, levantamento e transporte de cargas, posturas, mobiliários entre outros fatores que influenciam diretamente no bem-estar e processos produtivos dos colaboradores.

Porém observa-se que o fator iluminância não tem sido levado em consideração na adequação dos postos de trabalhos nas indústrias, diante esta ocorrência justifica-se a realização da análise quantitativa em vários postos de trabalho para verificar se estão sendo atendidos os valores mínimos de iluminância estabelecidos na NBR 5413/1992.

A questão visual no ambiente de trabalho é muito importante para os colaboradores, sendo que o empregador tem a obrigação de preservar a integridade física e psíquica de seus colaboradores, melhorar seus postos de trabalho, arranjar as máquinas e equipamentos, móveis de tal forma que proporcionem comodidade de trabalho para todos os profissionais (BARSANO e BARBOSA, 2013, p. 198).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As condições de iluminância no ambiente de trabalho são determinantes para a boa execução das atividades dos colaboradores, e um dos nossos sentidos mais importantes é a visão, e segue como referência esta preocupação na NBR 5413/1992 que nos diz a respeito do campo de trabalho, que para qualquer superfície se exigem condições de iluminância apropriadas ao trabalho visual a ser realizado para o bem-estar e segurança do trabalhador (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p 01).

Os gestores nas indústrias devem levar em consideração ao dimensionar um posto de trabalho aos colaboradores, que a ergonomia, em especial neste estudo de caso a iluminância, deve ser dada uma atenção especial a este item, e lembrar que a ergonomia pode ser definida como a adaptação do posto de trabalho ao homem (FALZON, 2007, p. 03), e o que as empresas fazem é trabalhar com a lógica inversa e adaptar o colaborador ao trabalho.

### 2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO

Nada mais importante do que prover condições e recursos de trabalho aos colaboradores para poder manter uma boa qualidade de vida, diante esta premissa é que foram criadas as Normas regulamentadoras e aprovadas pela portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 que protegem colaboradores em seu ambiente de trabalho.

Hoje se encontram aprovadas um total de 36 Normas regulamentadoras.

As Normas Regulamentadoras de saúde e segurança no trabalho são de caráter obrigatório às empresas privadas ou públicas, a todos que possuam empregados regidos pela consolidação das leis trabalhistas – CLT, e o não cumprimento das disposições legais e regulamentares acarretará ao empregador a aplicação das penalidades previstas na legislação vigente (BRASIL, 2016).

Em especial neste estudo de caso estaremos contextualizando a Norma regulamentadora 17 Ergonomia, que traz o estudo e observância sobre as condições de iluminância dos ambientes no local de trabalho.

## 2.2 NORMA REGULAMENTADORA 17 ERGONOMIA

A Norma Regulamentadora 17 ergonomia, tem por objetivo estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos colaboradores, proporcionando o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2016).

No item 17.5.3.3 a NR – 17 ergonomia, estabelece que os níveis mínimos de iluminação a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidos na NBR 5413/1992, norma brasileira registrada no INMETRO (BRASIL, 2016).

E ainda determina que devam ser seguidas as seguintes orientações do item 17.5.3.4 sobre a medição dos níveis de iluminação previstos no subitem 17.5.3.3 que deve ser realizada no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual, com o auxílio do aparelho luxímetro com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e em função do ângulo de incidência.

E quando não puder ser seguido um plano de trabalho conforme consta no item 17.5.3.4 deve se realizar a medição em plano horizontal a 0,75m (setenta e cinco centímetros) do piso (BRASIL, 2016).

## 2.3 NORMA BRASILEIRA DE REGULAMENTAÇÃO – NBR 5413/1992

Neste trabalho será comentado e utilizado a NBR 5413/1992, uma vez que a nova norma de iluminação a NBR 8995, ainda segundo Nota Técnica do Ministério do Trabalho, não é possível de ser utilizada no Brasil.

A NBR 5413/1992 determina os fatores de iluminância por classes de tarefas visuais com níveis mínimos e máximos que podem ser obtidos no ambiente de trabalho, conforme segue na tabela 01.



Tabela 01 – Iluminâncias por classes de tarefas visuais

<b>Classe</b>	<b>Iluminância (Lux)</b>	<b>Tipo de Atividade</b>
<b>A</b> Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples.	<b>20 – 30 – 50</b>	Área pública com arredores escuros.
	<b>50 – 75 – 100</b>	Orientação simples para permanência curta.
	<b>100 – 150 – 200</b>	Recintos não usados para trabalho contínuo, depósitos.
	<b>200 – 300 – 500</b>	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditório.
<b>B</b> Iluminação geral para área de trabalho.	<b>500 – 750 – 1000</b>	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
	<b>1000 – 1500 - 2000</b>	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
<b>C</b> Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis.	<b>2000 – 3000 - 5000</b>	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno.
	<b>5000 – 7500 – 10000</b>	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
	<b>10000 – 15000 - 20000</b>	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.

Fonte: ABNT (1992)

De acordo com a NBR 5413/1992, na tabela 1 constam os valores de iluminância por classe de tarefas visuais. O uso adequado de iluminância específica é determinado por três fatores, de acordo com a tabela 2.

Tabela 02 – Fatores determinantes da iluminância adequada

Característica da tarefa e do observador	PESO		
	- 1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: ABNT (1992)

Procedimentos:

- analisar cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 ou +1);
- somar os três valores encontrados, algebricamente considerando o sinal;
- quando o valor total é igual a -2 ou -3, utiliza-se a iluminância mais baixa do grupo;
- quando o valor total é igual a +2 ou +3, utiliza-se a iluminância mais alta do grupo;
- quando o valor total é igual a -1, 0 ou +1, utiliza-se a iluminância média do grupo;

Seguindo as recomendações da NBR 5413/1992 deve se observar os seguintes itens da norma para definir os parâmetros de iluminação:

- A maioria das tarefas visuais apresenta pelo menos média precisão.
- Para cada tipo de local ou atividade, três iluminâncias são indicadas, sendo a seleção do valor recomendado, considerar o valor do meio, devendo este ser utilizado em todos os casos.
- O valor mais alto, das três iluminâncias, deve ser utilizado quando:
  - A tarefa se apresenta com refletâncias e contrastes bastante baixos;
  - Erros são de difícil correção;
  - O trabalho visual é crítico;
  - Alta produtividade ou precisão são de grande importância;
  - A capacidade visual do observador está abaixo da média.
- O valor mais baixo, das três iluminâncias, pode ser usado quando:
  - Refletâncias ou contrastes são relativamente altos;
  - A velocidade e/ou precisão não são importantes;
  - A tarefa é executada ocasionalmente.
- Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço)

**Tabela 03 – Indústria de alimentos**

- Seleção de refugos	150-200-300
- Limpeza e lavagem	150-200-300
- Classificação pela cor (sala de cortes)	750-1000-1500
- Cortes e remoção de caroços e sementes	150-200-300
- Enlatamento: Mecânico (correia transportadora)	150-200-300
Manual	200-300-500
Inspeção de latas cheias (amostras para testes)	750-1000-1500
- Trabalho com latas: Inspeção	750-1000-1500
Selagem das latas	150-200-300
Arranjo de latas e acondicionamento em caixas de papelão	100-150-200

**Fonte: ABNT (1992)**

O caso de estudo é sobre indústria de alimentos, segue parâmetros da NBR 5413/1992 na tabela 03.

Em nosso caso de estudo classificamos as atividades nas linhas de produção como manual, o nível de iluminância para este caso varia entre 200 a 500 lux.

## 2.4 ERGONOMIA

A ergonomia trata do estudo científico entre o Homem, a Máquina e o Ambiente e busca obter uma melhor definição sobre a organização e disposição do trabalho que se possa adaptar o trabalho ao Homem e propor melhores condições de trabalho (IIDA, 2005).

Para isso segundo Barbosa é necessário entender o que é a ergonomia, quais os conhecimentos multidisciplinares que a envolvem, quais cuidados devem ser observados entre o homem e a máquina, compreender as particularidades de cada tarefa e as limitações de cada colaborador em seus postos de trabalho (BARBOSA, 2010).

Com enfoque nestas afirmações deve se aplicar os conceitos multidisciplinares para propor e implementar um ambiente seguro que respeite as limitações dos colaboradores.

Segundo Iida, a interação da tecnologia com homem deve servir para dispor um melhor ambiente de trabalho com mais segurança, conforto e bem-estar na realização das atividades do cotidiano (IIDA, 2005).

O papel fundamental da ergonomia no ambiente de trabalho é prover os recursos necessários para manter a boa qualidade de vida alinhada com bons processos de produção que respeite seus colaboradores e limitações.

## 2.5 ILUMINÂNCIA

Segundo a NBR 5413/1992, tem - se por definição de iluminância o limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície entorno de um ponto considerado, para área da superfície quando está tendendo para zero (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p 01).

A unidade de medição da iluminância de um ambiente é definida por lux, onde um lux é igual a um lúmen por metro quadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ).

Segundo Schreder (2016) para compreender melhor como são medidos os níveis de iluminação e quais os parâmetros de comparação, seguem valores como referência:

- Verão ao meio dia, sob um céu limpo 100 000 lux;
- Iluminação pública 5 – 30 lux;
- Lua cheia, numa noite clara 0,25 lux.

A iluminância é medida por um instrumento chamado Luxímetro, ele usa uma foto célula que deve ser corrigido por um filtro especial, a fim de coincidir com a curva de sensibilidade do olho humano (SCHREDER, 2016).

A característica de cada ambiente influenciará diretamente nos níveis de lux a ser medido, onde fatores como cor da pintura parede, área total do setor, altura do pé direito, iluminação natural da edificação determinará o nível de lux a ser medido.

## 2.6 EFEITOS VISUAIS NO TRABALHO

O campo de visão dos colaboradores em seus postos de trabalho para executar suas atividades está ligado às condições do ambiente e a forma que ele recebe esta informação tem enfoque direto com as condições de iluminamento do local. De acordo com Falzon, uma forma clara para compreender o campo visual, é como se visualiza um gesto motor, uma atividade (FALZON, 2007, p. 60).

Ainda segundo o autor uma iluminação incorreta induz à fadiga, ao desconforto, mas não provoca a priori, nenhuma doença profissional (FALZON, 2007, p. 82).

Com base nestas informações, o autor destaca que a iluminação incorreta contribui significativamente para a ocorrência de acidentes de trabalho e doenças profissionais, porém nos estudos e estatísticas estes itens não são correlacionados.

Diante estas informações é importante estar atento às condições que se encontram os postos de trabalhos e adequar às condições ideais para prover um ambiente iluminado corretamente.

Segundo Couto, devem ser seguidas as seguintes recomendações de ergonomia para a boa iluminação do ambiente:

- O nível de iluminância deve ser adequado;
- Evitar reflexos e ofuscamento;
- O tamanho do objeto deve ser adequado;
- Deve existir um bom contraste dos limites do objeto;
- Garantir uma boa reprodutibilidade cromática nas tarefas em que isto seja necessário

A atenção em se preocupar em atender as recomendações de ergonomia para a questão do iluminamento do local de trabalho proporcionará um ambiente sem riscos de acidentes e aumentará o desempenho dos colaboradores (COUTO, 1996, p. 12).

## 2.7 ANALISE DO POSTO DE TRABALHO

Os postos de trabalho para os colaboradores devem ser avaliados desde a sua concepção no projeto no que se refere às condições ideais de trabalho, quanto às dimensões, altura da bancada, acessos, mobiliários de apoios e principalmente “Iluminação do posto”.

De acordo com Iida, a análise do posto de trabalho é uma parte do sistema que integra o colaborador, para definir os parâmetros ergonômicos devem ser estudadas as tarefas a serem executadas, os movimentos realizados, posturas durante a jornada de trabalho, exigências físicas e cognitivas (IIDA, 2005, p 17).

Ainda segundo o autor, a ergonomia aplicada desde o projeto permite ter um sistema eficiente que contemple a adaptação do trabalho ao homem, sejam para dimensionar uma máquina, sistemas de produção, ambientes ou locais de trabalho, que contribui para melhorar a eficiência, a confiabilidade e a qualidade das operações industriais (IIDA, 2005, p. 19).

Um projeto bem dimensionado permitirá que o colaborador execute suas atividades com foco, atenção e destreza.

Segundo Costa e Costa, aproximadamente 80% das informações que são percebidas pelos nossos sentidos, vêm da nossa visão, que é um fator de extrema importância para garantir nossa saúde e segurança no trabalho, portanto a iluminação do ambiente deve ser adequada aos colaboradores para garantir sua percepção no trabalho e evitar acidentes (COSTA e COSTA, 2004, p. 93)

Portanto afirma-se que a iluminância adequada e corretamente dimensionada no posto de trabalho é essencial para a realização das tarefas sem esforço visual de forma segura e confortável.

## 2.8 LUZ

Para compreender melhor sobre as condições e características da iluminância é preciso conhecer um pouco sobre as referências da luz, segundo Baumer, a Luz é a Radiação eletromagnética que acarreta uma sensação de claridade, ou seja, uma sensação visual (BAUMER, 2004).

Na figura 01, compreende-se a sensibilidade visual do olho humano, onde exposta a um menor comprimento de onda, no caso azul e violeta acabam gerando uma maior intensidade de sensação luminosa quando exposta a pouca luz, enquanto as radiações de maior comprimento de onda nas cores laranja e vermelho tem comportamento inverso.

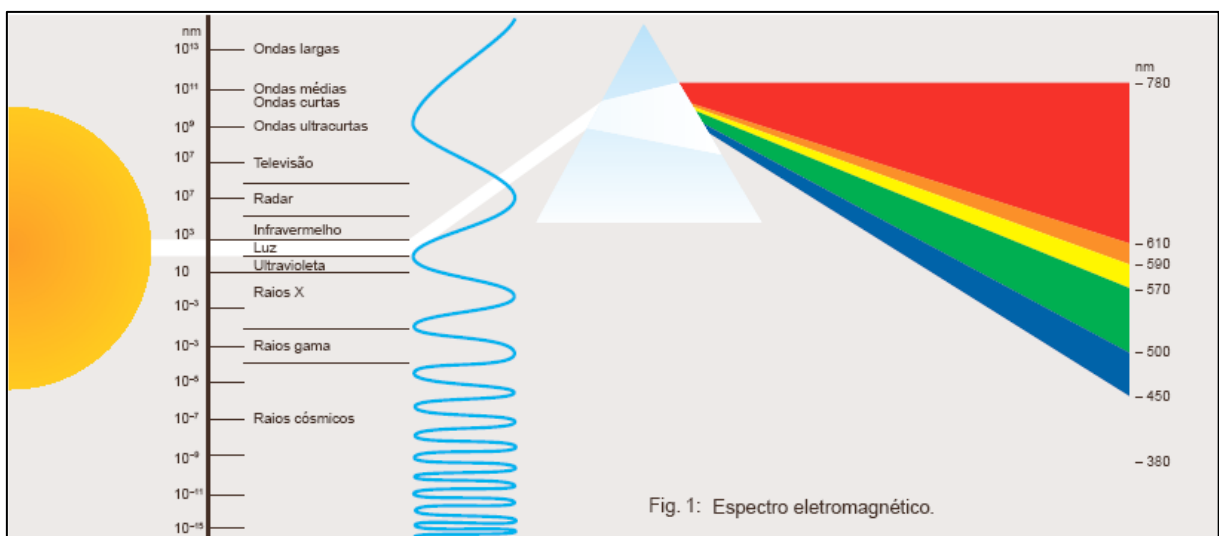
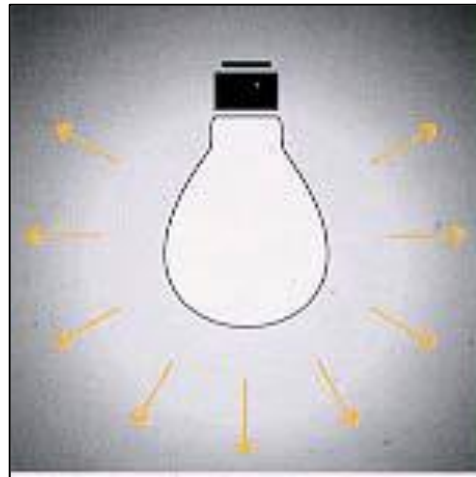


Fig. 1: Espectro eletromagnético.

**Figura 1 – Espectro eletromagnético**  
**Fonte: Baumer (2004)**

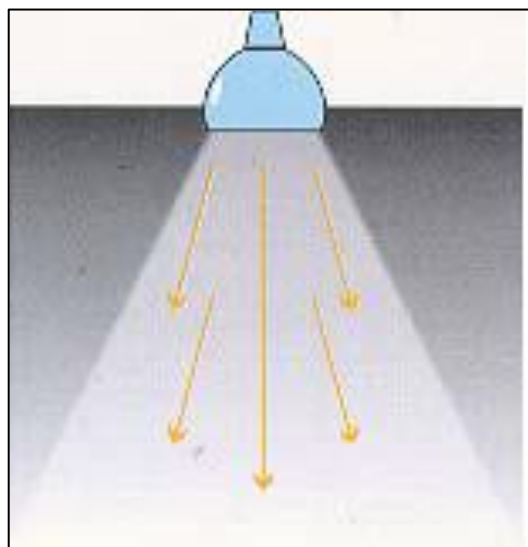
O fluxo luminoso, segundo o autor, pode ser definido como a radiação total da fonte luminosa, entre os limites de comprimento de onda (BAUMER, 2004, p 07), conforme mostra a figura 02, a unidade de medida é Lumen (lm).



**Figura 02 – Fluxo luminoso**  
**Fonte: Baumer (2004)**

A intensidade luminosa, segundo Baumer, é definida por fluxo luminoso irradiado na direção de um determinado ponto. Esta direção é representada por vetores, cujo comprimento indica a intensidade luminosa (BAUMER, 2004, p 08).

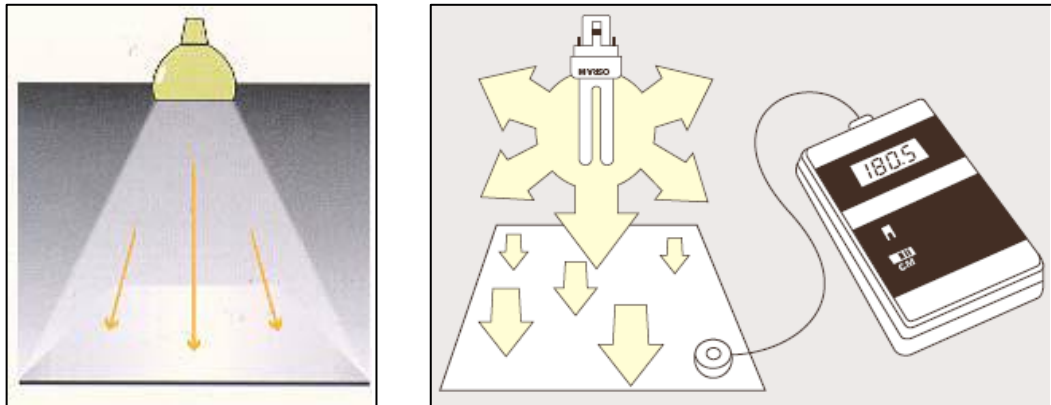
Na figura 03, é possível visualizar a área de cobertura do fluxo luminoso em um posto de trabalho, juntamente com sua intensidade de luminosidade.



**Figura 03 – Intensidade luminosa**  
**Fonte: Baumer (2004)**

Ainda segundo o autor, a iluminância tem se pela relação da razão entre o fluxo luminoso incidente por unidade de área. Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área. (BAUMER, 2004, p. 08).

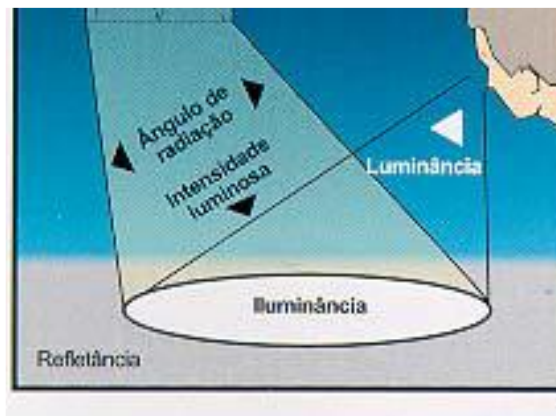
Na figura 04 observam-se as condições de Iluminância.



**Figura 04 – Condições de Iluminância**  
**Fonte: Baumer (2004)**

De acordo com Baumer o conceito de iluminância pode ser definido como intensidade luminosa que emana de uma superfície, pela sua superfície aparente.

A luminância depende tanto do nível iluminação ou iluminância, quanto das características de reflexão das superfícies (BAUMER, 2004, p 09), conforme demonstrado na figura 05.



**Figura 05 – Conceito de Iluminância**  
**Fonte: Baumer (2004)**



Para auxiliar nas condições de iluminação dos ambientes, seguem na tabela 04 os coeficientes de reflexão de materiais e cores.

**Tabela 04 – coeficientes de reflexão de materiais e cores**

<b>COEFICIENTES DE REFLEXÃO DE ALGUNS MATERIAIS E CORES</b>	
<b>Materiais</b>	<b>Cores</b>
Rocha 60%	Branco 70 a 80%
Tijolos 5 a 25%	Creme claro 70 a 80%
Cimento 15 a 40%	Amarelo claro 55 a 65%
Madeira Cara 40%	Rosa 45 a 50%
Esmalte branco 65 a 75%	Verde claro 45 a 50%
Vidro transparente 6 a 8%	Azul celeste 40 a 45%
Madeira aglomerada 50 a 60%	Cinza claro 40 a 45%
Azulejos brancos 65 a 75%	Bege 25 a 35%
Madeira escura 15 a 20%	Verde escuro 10 a 15%
Gesso 80%	Vermelho 20 a 25%
	Preto 5 a 10%
	Laranja 20 a 25%

**Fonte: Baumer (2004)**

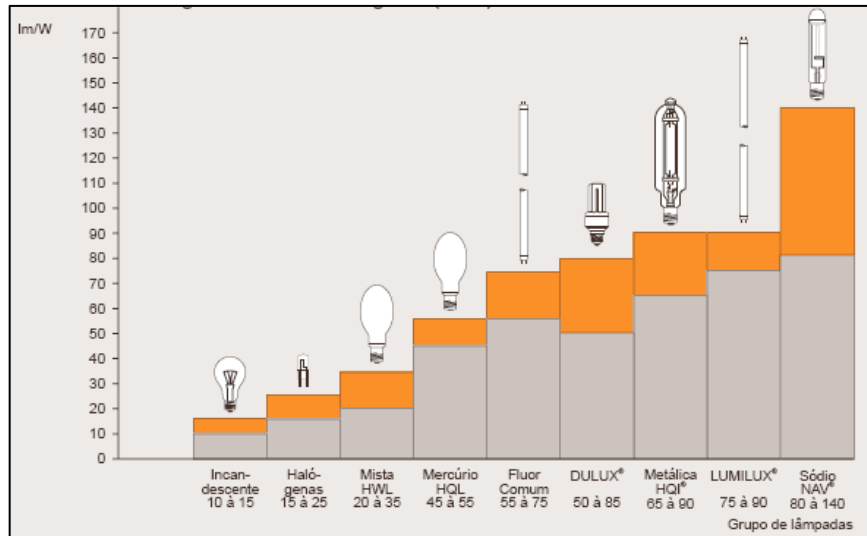
Os coeficientes de reflexão de materiais e cores são importantes para determinar o nível de iluminância do ambiente, e devem sempre ser estudados nos projetos ou adequações para otimizar o sistema de iluminação do local.

## 2.9 CARACTERÍSTICAS DAS LÂMPADAS

Segundo Baumer, as lâmpadas possuem diversas características que envolvem marcas e modelos, e é muito importante uma boa pesquisa sobre a idoneidade da marca selecionada.

Então para o correto dimensionamento de um ambiente é importante consultar qual a lâmpada mais adequada de acordo com as características do local.

Não se pode deixar de levar em consideração a eficiência energética da lâmpada que é a relação entre o fluxo luminoso em lumens fornecido pela lâmpada e o seu consumo em Watts. Lumens/Watts (lm/W), (BAUMER, 2004, p. 10), conforme a figura 06.



**Figura 06 – Eficiência energética**  
**Fonte: Baumer (2004)**

Um fator importante para se considerar é a temperatura de cor.

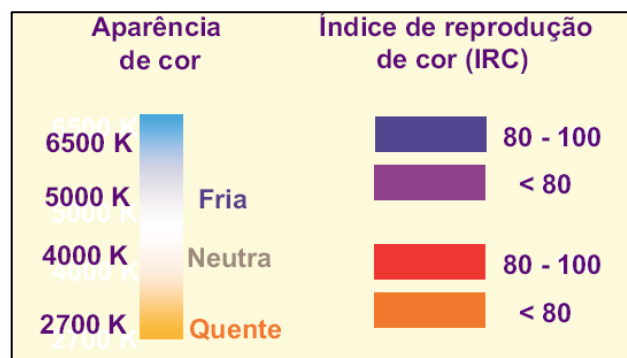
A temperatura da cor é definida em kelvin (K), criada devido à dificuldade em avaliar a sensação das tonalidades das cores.

O autor nos diz que o conceito se baseia em comparar um corpo metálico em aquecimento.

O corpo metálico quando aquecido passa da cor avermelhada e colocando-se mais calor, então a barra começará a ficar num vermelho mais claro.

Continuando com o aquecimento a cor vermelha clara passa por cores como laranja, amarelo, e com a temperatura aumentando logo chegará ao ponto de fusão e terá então uma cor branca azulada.

Então quanto mais calor for gerado na barra, mais branca ficará a luz em graus Kelvin (BAUMER, 2004, p. 11).



**Figura 07 – Índice de reprodução de cores**

Fonte: Baumer (2004)

As variações das cores dos objetos iluminados sobre fontes de iluminações diferentes podem ser identificadas através do Índice de Reprodução de Cores – IRC segue na figura 07.

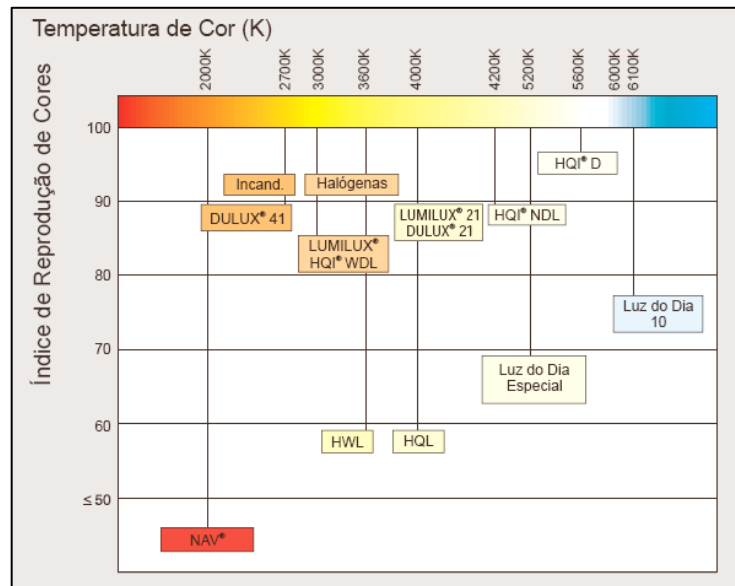


Figura 08 – Temperatura de cor - IRC  
Fonte: Baumer (2004)

De acordo com Baumer, o Índice de Reprodução de Cores (IRC) tem a finalidade de medir a quantidade de luz artificial que consegue imitar a luz natural (figura 08), desta forma, quanto mais próximo de 100% for o IRC de uma fonte de luz artificial, mais próxima da luz natural estará, ou seja reproduzirá mais fielmente as cores e, quanto menor for este índice pior será a reprodução de cores (BAUMER, 2004, p. 12).

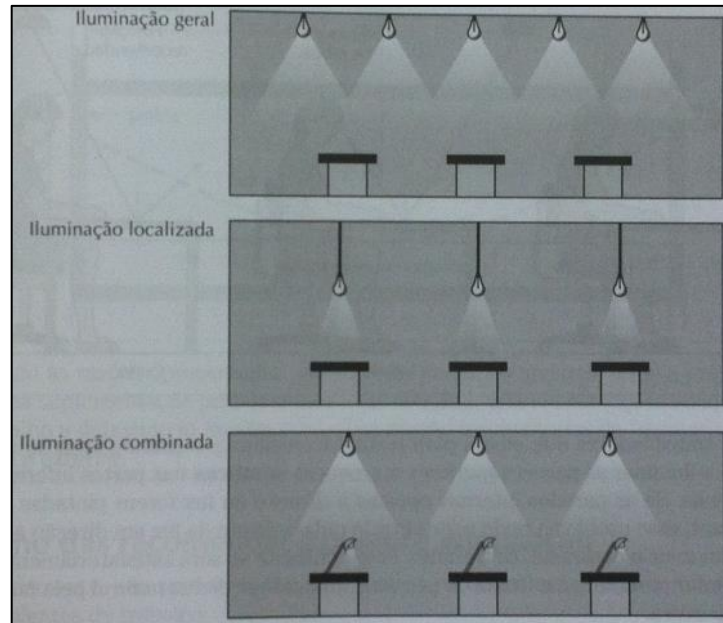
## 2.10 LÂMPADAS E LUMINÁRIAS

As lâmpadas possuem várias marcas e modelos, juntamente com luminárias que auxiliam na projeção das iluminações, de acordo com Rodrigues, classificam - se de acordo com sua eficiência luminosa (RODRIGUES, 2002, p 07).

- Lâmpadas Incandescentes: Possuem de 10 a 15 lm/W.
- Lâmpadas Halógenas: Possuem de 15 a 25 lm/W.
- Lâmpadas Mistas: Possuem de 20 a 35 lm/W.
- Vapor de Mercúrio: Possuem de 45 a 55 lm/W.
- Fluorescente tubular: Possuem de 55 a 75 lm/W.

- Fluorescente compacta: Possuem de 55 a 80 lm/W.
- Vapor Metálico: Possuem de 65 a 90 lm/W.
- Vapor de Sódio: Possuem de 80 a 140 lm/W.

Segundo Iida, para cada tipo de ambiente (figura 09), deve ser escolhido o tipo de lâmpada que mais se adequa as necessidades e características do local (IIDA, 2005, p 472).



**Figura 09 – Sistemas de iluminação**  
Fonte: Iida (2005)

- Iluminação geral: Através da colocação regular de luminárias em toda a área
- Iluminação localizada: Concentra-se a maior intensidade sobre a tarefa.
- Iluminação combinadas: Completada com focos de luz localizados nas tarefas.

## 2.11 SIMULAÇÃO DE ILUMINAMENTO DE AMBIENTES VIA SOFTWARE

Para adequar corretamente o nível de iluminamento de um ambiente de trabalho, temos disponível hoje no mercado, softwares que possibilitam dimensionar os locais de trabalho de acordo com as características estruturais da cada edificação, seguindo as recomendações da NBR 5413/1992 Iluminância de Interiores.

Para esta pesquisa foi selecionado o software SoftLux versão 2.2 que é de fácil utilização e auxilia profissionais para desenvolvimento de projetos luminotécnicos.

Segundo ITAIM Iluminação (2016), As características das edificações para compor o projeto luminotécnico são:

- Comprimento
- Largura
- Pé direito
- Plano de trabalho
- Altura de suspensão da luminária
- Cores de refletância
- Condições do ambiente
- Tipo de atividade
- Tipo de luminárias
- Tipo de lâmpadas

Na simulação é possível verificar de acordo com o nível de iluminamento desejado, as quantidades de luminárias e lâmpadas distribuídas em linhas e colunas no ambiente, para facilitar o desenvolvimento e implantação do leiaute de produção atendendo as recomendações da NBR 5413/1992 Iluminância de Interiores, respeitando as características da edificação.

### 3 METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa foram realizados levantamentos técnicos e pesquisas de bibliografias que tratam do assunto, para compreender a metodologia de avaliação a ser empregada para verificação das condições de iluminamentos dos postos de trabalho.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÕES DA EMPRESA

O estudo de caso desenvolveu-se em uma indústria de alimentos situada na região metropolitana de Curitiba – PR, a empresa tem aproximadamente 1000 colaboradores, os horários de trabalho são divididos em quatro turnos, sendo:

- Primeiro turno: 05hs00min às 13hs30min;
- Segundo turno: 13hs30min às 22hs00min;
- Terceiro turno: 22hs00min às 05hs00min;
- Administrativo: 08hs00min às 17hs30min.

#### 3.2 MÉTODOS DE TRABALHO NA PRODUÇÃO

Para definir os métodos de trabalho na produção, realizou-se visita no local para acompanhar as etapas produtivas de cada produto e identificou-se que o trabalho manual é predominante nos processos e exige atenção visual para acompanhamento da transformação das matérias primas em produtos acabados, envolvendo aspectos como quantidades de matérias primas a serem abastecidos nas máquinas, dimensões dos produtos, cores, qualidade e embalagem.

#### 3.3 ILUMINAÇÕES DO AMBIENTE DE PRODUÇÃO

Apesar de a empresa trabalhar em turnos, um fato que se destaca é que todas as áreas de produção não sofrem a incidência de luz solar, possuindo apenas iluminação artificial.

O local não possui janelas, a ventilação é realizada através de sistema de ar condicionado para controlar os níveis de temperatura e umidade que são parte do processo produtivo devido às características dos produtos.

### 3.4 LEVANTAMENTOS DE DADOS

O estudo de caso desenvolveu-se no setor de fabricação de barras de cereais.

Para realizar as avaliações de iluminância realizou-se o mapeamento das etapas e processos, sendo:

- Linha de produção 01: Produção de barras de cereais frutas vermelhas.
- Linha de produção 02: Produção de barras de cereais aveia e coco.
- Linha de produção 03: Produção de barras de cereais aveia, banana e mel.

Após a caracterização das linhas de produção, realizou-se o desdobramento dos postos de trabalhos para realizar as avaliações de iluminância.

**Quadro 01 – Linha de produção 01**

<b>Posto</b>	<b>Descrição</b>	<b>Função</b>
01	Panela de abastecimento	Operador de máquinas
02	Misturador	Operador de máquinas
03	Painel de operação	Operador de máquinas
04	Ficha de apontamento	Operador de máquinas
05	Faca longitudinal	Operador de máquinas
06	Faca guilhotina	Operador de máquinas
07	Cobrideira	Operador de máquinas
08	Drop station	Auxiliar de produção
09	Embaladora	Operador de máquinas
10	Esteira	Auxiliar de produção
11	Encaixotadeira	Operador de máquinas
12	Passadeira de fita produto acabado	Auxiliar de produção
13	Máquina smipack	Operador de máquinas
14	Máquina fechadora multipack	Operador de máquinas

Fonte: Autoria própria (2016)

No quadro 01, temos a descrição dos postos de trabalhos por equipamentos e processos da linha 01, onde são processadas as barras de cereais de frutas vermelhas.

**Quadro 02 – Linha de produção 02**

<b>Posto</b>	<b>Descrição</b>	<b>Função</b>
01	Panela de abastecimento	Operador de máquinas
02	Misturador	Operador de máquinas
03	Painel operação	Operador de máquinas
04	Ficha de apontamentos	Operador de máquinas
05	Faca longitudinal	Operador de máquinas
06	Faca guilhotina	Operador de máquinas
07	Cobrideira	Operador de máquinas
08	Drop station	Auxiliar de produção
09	Esteira drop station 2B	Auxiliar de produção
10	Área espirro esteira 2B	Auxiliar de produção
11	Máquina Ilapack	Operador de máquinas
12	Esteira de entrada embaladora 2B	Auxiliar de produção
13	Embaladora 2B	Operador de máquinas
14	Esteira de saída de produto acabado 2B	Auxiliar de produção
15	Máquina Smipack 2B	Auxiliar de produção
16	Passadora de fita	Auxiliar de produção
17	Esteira de saída drop station 2 <sup>a</sup>	Auxiliar de produção
18	Máquina Ilapack 2 <sup>a</sup>	Operador de máquinas
19	Embaladora 2 <sup>a</sup>	Operador de máquinas
20	Robô 2A	Operador de máquinas
21	Embaladora saída robô	Operador de máquinas
22	Esteira de saída robô encaixotamento	Auxiliar de produção
23	Passadeira de fita de produtos acabados	Auxiliar de produção

**Fonte: Autoria própria (2016)**

No quadro 02, temos a descrição dos postos de trabalhos por equipamentos e processos da linha 02, onde são processadas as barras de cereais de cereais avelã e coco.



No quadro 03, temos a descrição dos postos de trabalhos por equipamentos e processos da linha de produção 03, onde são processadas as barras de cereais de cereais aveia, banana e mel.

**Quadro 03 – Linha de produção 03**

<b>Posto</b>	<b>Descrição</b>	<b>Função</b>
01	Panela de abastecimento	Operador de máquinas
02	Misturador	Operador de máquinas
03	Misturador de barras	Operador de máquinas
04	CEP Controle do processo	Controlador de qualidade
05	Faca longitudinal	Operador de máquinas
06	Faca guilhotina	Operador de máquinas
07	Cobrideira	Operador de máquinas
08	Drop station	Auxiliar de produção
09	Esteira saída drop station 3A	Auxiliar de produção
10	Máquina Ilapack 3A	Operador de máquinas
11	Área de espirro da esteira 3A	Operador de máquinas
12	Embaladora 3A	Operador de máquinas
13	Robo esteira 3A	Operador de máquinas
14	Esteira de saída do robô	Auxiliar de produção
15	Encaixotadora	Operador de máquinas
16	Esteira de saída encaixotadora	Auxiliar de produção
17	Passadeira de fita	Auxiliar de produção
18	Esteira de saída drop station	Auxiliar de produção
19	Máquina Ilapack 3B	Operador de máquinas
20	Área de espirro esteira 3B	Operador de máquinas
21	Embaladora 3B	Operador de máquinas
22	Raio x	Operador de máquinas
23	Esteira de saída raio x	Auxiliar de produção
24	Máquina Smipack 3B	Auxiliar de produção
25	Passadeira de fita produtos acabados	Auxiliar de produção

**Fonte: Autoria própria (2016)**

### 3.5 APARELHO PARA MEDIÇÃO DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO

Para realizar a análise do nível de iluminância utilizou-se o aparelho Luxímetro, figura 10, que mede a intensidade da luz através de um sensor e tem sua unidade de medida em iluminância.

Mapeou-se 62 postos de trabalhos, para realizar as avaliações do nível de iluminamento, conforme segue na NBR 5413 de 1992, Iluminância de Interiores.



**Figura 10 – Luxímetro**  
**Fonte: O autor (2016)**

Segue características do aparelho utilizado na coleta de informações:

- Marca Instrutemp;
- Modelo ITDEC 4000;
- Calibração em 14/09/2016;
- Certificado n° 152662/16.

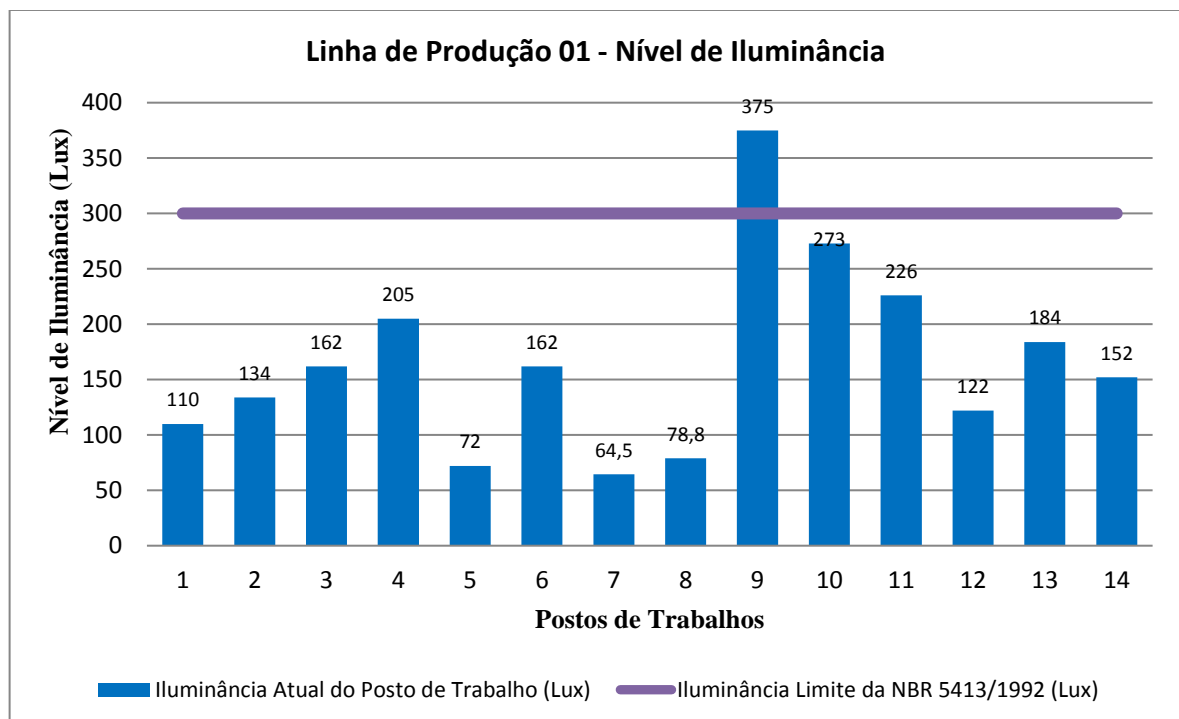
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 LEVANTAMENTO DOS NÍVEIS DE ILUMINAMENTO

A análise dos índices dos níveis de iluminância foi realizada de acordo com as recomendações da Norma Regulamentadora 17 Ergonomia, sendo realizadas no campo de trabalho do colaborador onde é realizada a tarefa visual. Os parâmetros de medição foram realizados de acordo com a classificação da NBR 5413/1992, onde a empresa estudo de caso se enquadra no item 5.3.31 Indústrias alimentícias, com atividades manuais que recomenda o nível de iluminância de 200 - 300 - 500 lux.

Para determinar qual o nível de iluminância (lux) a ser utilizado como parâmetro de comparação para atendimento a NBR 5413/1992, enquadrando-se a atividade como manual sem exigência de atenção especial nem criticidade na operação, enquadrando-se no item 5.2.4.1 que considera o valor do meio (300 lux) para todas as atividades.

Na figura 11, seguem os dados de iluminância (lux) coletados na linha de produção 01.



**Figura 11 – Linha de produção 01 – Nível de iluminância**  
 Fonte: O autor (2016)

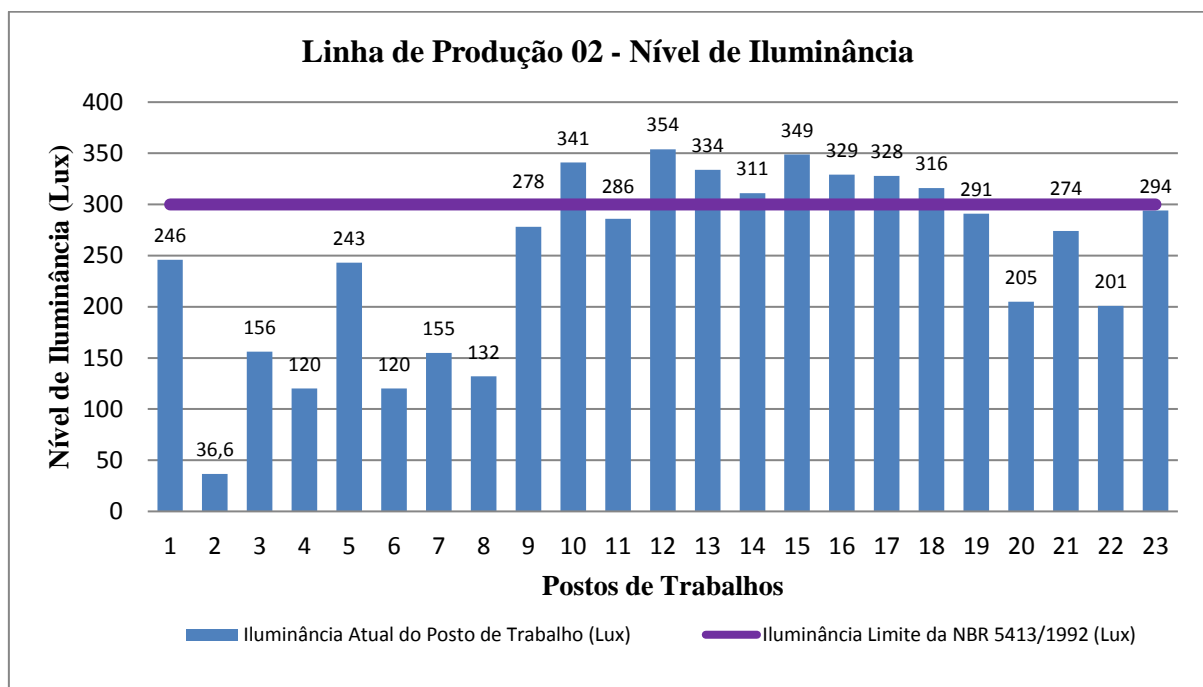
Na figura 11, apenas o posto de trabalho número 09 atende a NBR 5413/1992, atingindo o nível de 375 lux, tendo como referência a iluminância para o setor de 300 lux.

Nos demais postos de trabalhos não houve atendimento à normatização, ficando o nível de iluminância bem abaixo do esperado, que é 300 lux.

Mais um fator que chamou a atenção é em relação aos postos de trabalhos números 05, 07 e 08, que estão abaixo do nível de iluminância de 100 lux, o que torna o posto um ponto crítico, devida a baixa luminosidade, aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes e esforço visual devido à falta de iluminação.

Na linha de produção 02, figura 12, pode se verificar um resultado diferente da linha de produção 01, como se pode observar tem-se um número maior de postos de trabalho que atendem a NBR 5413/1992, sendo os postos 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18, ficando acima do nível mínimo de iluminamento de 300 lux.

Nestes setores adequados os colaboradores possuem uma maior comodidade para realizar suas tarefas sem esforço visual, preservando o bem-estar físico e mental.



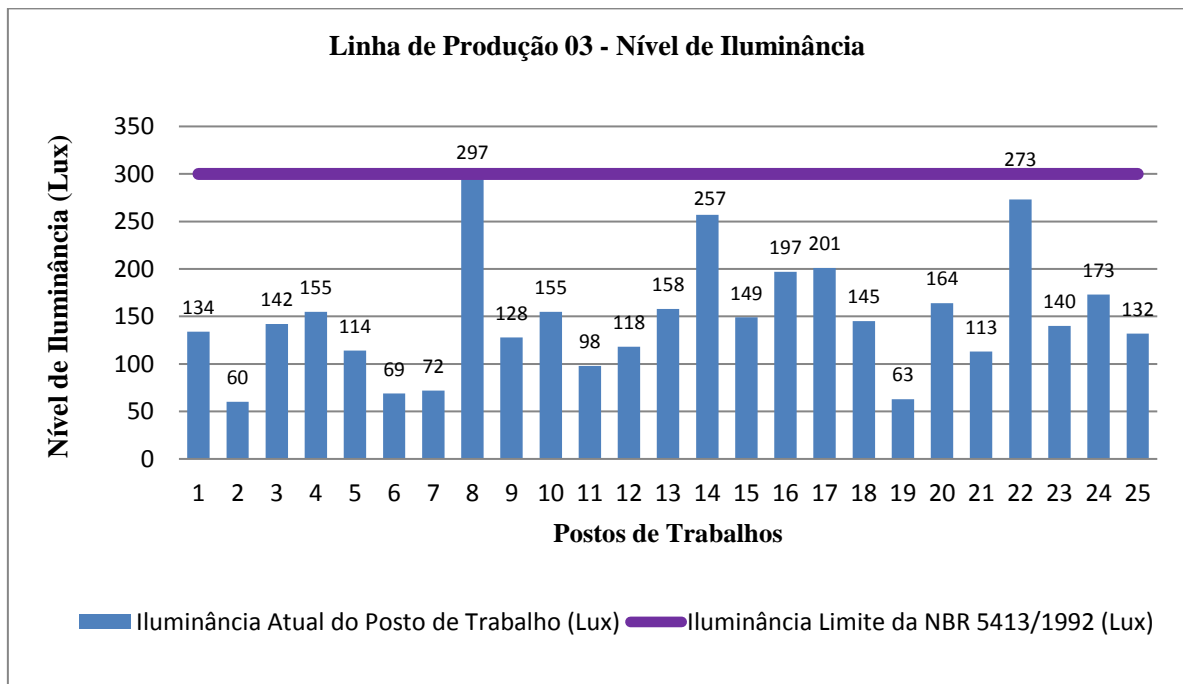
**Figura 12 – Linha de produção 02 – Nível de iluminância**  
Fonte: O autor (2016)

Na linha de produção 02, o posto número 02 é dado como situação crítica, o nível de iluminância está muito abaixo da normatização, com 36,6 lux, sendo que a NBR 5413/1992 recomenda 300 lux.

Neste setor devido à falta de iluminação exige-se uma maior atenção do colaborador, cansaço visual, que pode provocar graves acidentes de trabalho.

Na linha de produção 03 nenhum dos postos de trabalho atingiu ao nível de iluminância da NBR 5413/1992, apenas os postos 08, 14 e 22 se aproximaram de 300 lux, figura 13.

O nível de iluminância desta linha de produção é crítica, há várias máquinas e equipamentos que possuem partes móveis como guilhotina, misturadores e facas longitudinais e a baixa luminosidade contribui para gerar condições propícias a acidentes.



**Figura 13 – Linha de produção 03 – Nível de iluminância**  
Fonte: O autor (2016)

Na linha de produção 03 identificaram-se os postos 2, 6, 7, 11 e 19 como pontos críticos, estão com os níveis de iluminância muito abaixo da NBR 5413/1992 que nos traz como limite 300 lux, e a média destes postos estão em 60 lux, que conseqüentemente ocasiona cansaço visual por exigir maior atenção e aumenta a probabilidade da ocorrência de acidentes.

Dentre os postos críticos destaca-se o ponto 06 de maior risco, nesta etapa do processo é utilizada a faca guilhotina para cortar a matéria prima na dimensão da especificação técnica para fabricação do produto, a baixa luminosidade contribui para significativamente para acidentes.

## 4.2 PROPOSTAS PARA ADEQUAÇÕES

Conforme os resultados obtidos na avaliação do setor produção de barras de cereais, nenhuma das linhas produtivas está conforme as exigências da NBR 5413/1992.

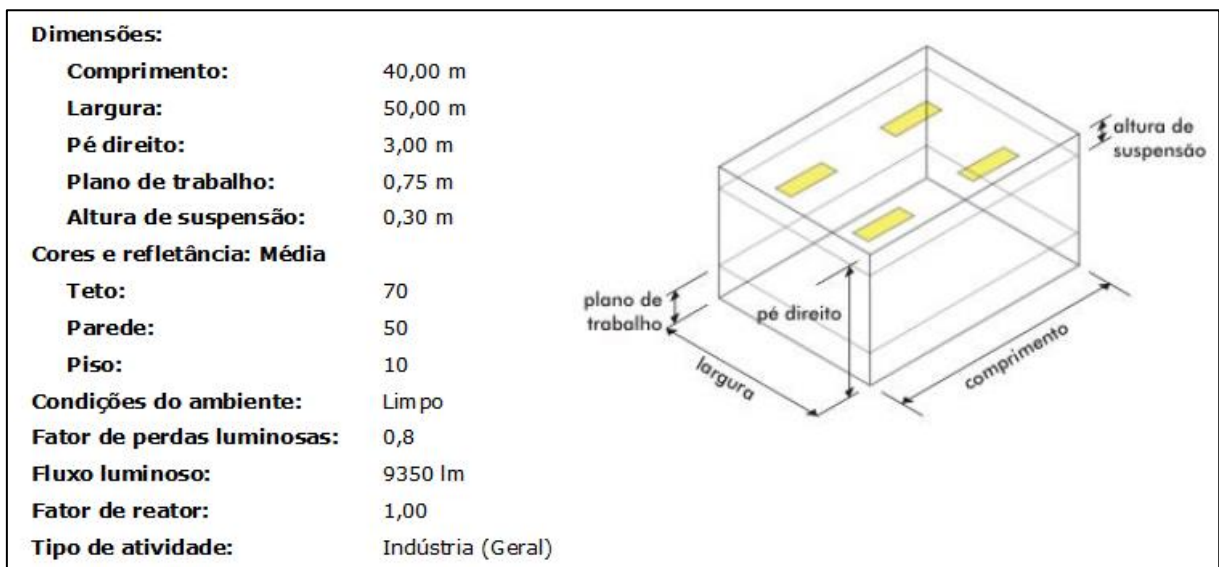
Manter um ambiente com o índice de iluminância nos padrões da normatização contribui para o bem-estar dos colaboradores, reduz os acidentes de trabalho e aumenta a produtividade.

Com o quadro atual do sistema de iluminação não conforme, sugerem-se duas propostas para adequações do ambiente com baixa luminosidade e atender a iluminância de 300 lux que exige a norma.

### 4.2.1 Novo projeto de iluminação – Proposta A

Para o desenvolvimento de um novo projeto de iluminação, utilizou-se o software SoftLux versão 2.2, que contempla o cálculo luminotécnico, com todas as características do ambiente, para dimensionar o nível de iluminação correto para todo o setor.

Na figura 14, seguem os dados inseridos sobre o ambiente analisado:



**Figura 14 – Cálculo luminotécnico – Dados do ambiente**  
**Fonte: Software SoftLux versão 2.2 (2016)**

Conforme consta na figura 14, são inseridas no software as dimensões das características da área a ser dimensionada para determinar a distribuição das luminárias do local adequadamente.

Após serem inseridos os dados do ambiente, o software solicita para concluir o cálculo para a distribuição das luminárias o tipo de lâmpada a ser utilizada.



**Figura 15 – Cálculo luminotécnico – Tipo de lâmpada**  
**Fonte: Software SoftLux versão 2.2 (2016)**

Para atender o nível de iluminação estabelecido pela NBR 5413/1992 de 300 lux, recomendou-se a lâmpada modelo LPT 14 2XT38 de 110 Watts, que atende aos requisitos estabelecidos para a indústria de alimentos, conforme figura 15.

<b>DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINÁRIAS</b>			
<b>Luminária:</b>	LPT 14 2xT38 110W	<b>Código:</b>	7014.21A.300
<b>Iluminância solicitada:</b>	300 lux		
<b>Quantidade:</b>	64		
<b>Número de colunas:</b>	8	<b>Número de linhas:</b>	8
<b>Distância entre colunas:</b>	5 m	<b>Distância entre linhas:</b>	6,25 m
<b>Distância parede-colunas:</b>	2,5 m	<b>Distância parede-linhas:</b>	3,12 m

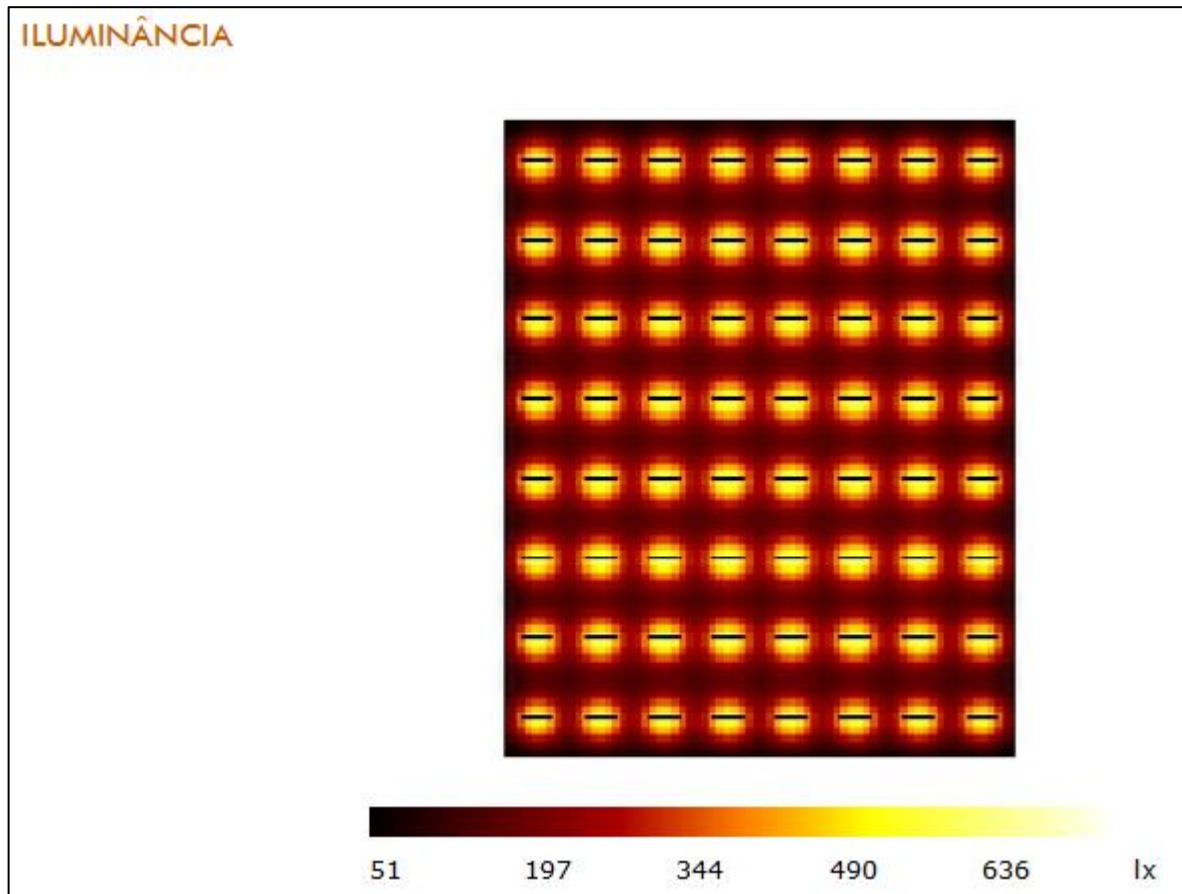
**Figura 16 – Cálculo luminotécnico – Distribuição das luminárias**  
**Fonte: Software SoftLux versão 2.2 (2016)**

Após informar o tipo de lâmpada a ser utilizado o software informa os números de colunas, linhas e distâncias entre luminárias e paredes necessárias para cobrir toda a área corretamente com o nível de iluminamento de 300 lux, figura 16.

Para esta simulação poderão ser utilizadas as luminárias atuais, será necessário fazer a substituição das lâmpadas atuais de 18 Watts por de 110 Watts, sendo substituídas no total de 64 lâmpadas.

Também será necessário organizar a distribuição das luminárias conforma as especificações disponibilizadas pelo software, respeitando as informações iniciais inseridas como distancias das paredes, entre colunas, linhas e altura de suspensão das luminárias.

Com o auxílio do software é possível visualizar a distribuição ponto a ponto e o nível de iluminância de toda a área dimensionada, conforme segue na figura 17.



**Figura 17 – Cálculo luminotécnico – Distribuição ponto a ponto**  
**Fonte: Software SoftLux versão 2.2 (2016)**

Conforme observar-se na figura 17, com este novo dimensionamento é possível adequar todo o setor produtivo de barras de cereais que contemplam as linhas de produção 01, 02 e 03, tendo a iluminação geral dentro dos padrões exigidos na NBR 5413/1992.



#### 4.2.2 Realocação de luminárias sobre linhas de produção – Proposta B

Nesta proposta é sugerida a realocação das luminárias que estão sobre os corredores para a área acima dos postos de trabalhos.



**Figura 18 – Posto de trabalho**

**Fonte: O autor (2016)**

Conforme se observa na figura 18, as luminárias estão concentradas nos corredores das linhas de produção e não sobre os postos.

Na proposta segue orientação para realocar as luminárias sobre as linhas de produção, visto que nas medições realizadas nos pontos que estão com as luminárias dispostas sobre o local de trabalho está atendendo ao nível de iluminância exigido na NBR 5413/1992, conforme pode ser observado nos postos:

Linha de produção 01: Posto 09;

Linha de produção 02: Postos 10, 12, 13,14, 15, 16,17 e 18.

Ainda para otimizar a iluminação, sugere-se aumentar para sessenta centímetros a distância entre a luminária suspensa e o teto, no dimensionamento atual o pé direito do setor tem três metros e a distância da luminária suspensa o teto é de trinta centímetros.

#### 4.2.3 Análise dos resultados

Pelo estudo de campo realizado, sugere-se a proposta B como a mais viável para adequação e atendimento a iluminância, conforme determina a NBR 5413/1992.

Para a adequação dos postos que não atendem ao nível de iluminamento, será necessário o reposicionamento das luminárias sobre as linhas de produção, visto que esta ação não necessita de investimento oneroso, e pode ser realizada pela mão de obra interna do setor de manutenção da empresa.

Sugere-se a criação de um plano de ação para o ano de 2017, tabela 05, sendo elencados os pontos críticos que devem ser adequados, levantamento de materiais necessários para a manutenção, prazos e responsáveis.

**Tabela 05 – Plano de ação**

Descrição	Responsável	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Identificação dos pontos críticos de iluminância	Segurança do Trabalho	x				
Levantamento dos postos de trabalhos a serem adequados nas linhas de produção 01, 02 e 03	Segurança do Trabalho	x				
Levantamento de materiais elétricos para adequação	Manutenção	x				
Orçamento de materiais elétricos	Suprimentos	x				
Aprovação de orçamento	Gerência	x				
Cronograma de parada das linhas de produção para manutenção	Coordenação Industrial	x				
Execução de manutenção das luminárias nos pontos críticos	Manutenção		x			
Execução de manutenção da linha de produção 01	Manutenção			x		
Execução de manutenção da linha de produção 02	Manutenção				x	
Execução de manutenção da linha de produção 03	Manutenção					x

**Fonte: Autoria própria (2016)**

A elaboração do plano de ação é importante para o gerenciamento das ações, identificando quais responsáveis por cada tarefa, qual o prazo estabelecido e situar como está o andamento do projeto.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa identificaram que dos 62 postos de trabalhos analisados apenas 14,5% apresentam conformidade com os valores definidos pela NBR 5413/1992 Iluminância de interiores.

O desenvolvimento das propostas apresentadas para adequação do setor avaliado como realocação das luminárias sobre as linhas de produção ou o desenvolvimento de novo projeto luminotécnico, atenderá aos níveis de iluminância da NBR 5413/1992, proporcionará melhor qualidade de trabalho sem esforço visual, fadiga, maior produtividade e a redução da probabilidade de ocorrência de acidentes, pela deficiência de iluminação do local.

Para todas as alterações realizadas no ambiente de trabalho, devem ser consideradas as condições de iluminação, realizando análises pontuais dos postos de trabalhos, com auxílio do aparelho luxímetro e se necessário ainda, o desenvolvimento de um novo projeto luminotécnico, utilizando softwares, para o correto dimensionamento do local.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma. 5413:** iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.  
Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/>>. Acesso em: 26 de nov.2016.

BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do Trabalho & Gestão Ambiental.** 3 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010.

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Segurança do Trabalho:** Guia Prático e Didático. 1 ed. São Paulo: Editora Érica Ltda., 2013.

BAUMER, M. R. **Higiene do Trabalho Luminotécnica.** 2004. Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Elétrica – DEE. Disponível em: <[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/Manual\\_Iluminacao.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/Manual_Iluminacao.pdf)>. Acesso em: 26 de nov.2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma regulamentadora NR-17:** Ergonomia. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/>>. Acesso em: 26 de nov.2016.

COSTA, M. A. F. C.; COSTA, M. F. B. **Segurança e Saúde no Trabalho:** Cidadania, Competitividade e Produtividade. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2005.

COUTO, H. A. **Guia de bolso de Ergonomia Aplicada ao Trabalho.** ed. Belo Horizonte: Ergo Editora Ltda., 1996.

FALZON, P. **Ergonomia.** ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2007.

IIDA, I. **Ergonomia:** Projeto e Produção. 2 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2005.

ITAIM Iluminação. **Software de Cálculo Luminotécnico Softlux**. Disponível em: <<http://www.itaimiluminacao.com.br/serviços/downloads>>. Acesso em: 02 de dez.2016.

JUSBRASIL. **Diários**. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/87617427/trt-23-judiciario-10-03-2015-pg-246>>. Acesso em: 26 de nov.2016.

RODRIGUES, P. **Manual de Iluminação Eficiente**. 1 ed. Procel, 2002.

SCHREDER. **Iluminância**. Disponível em: <http://www.schreder.com/PT-PT/LEARNINGCENTER/CONCEITOSBASICOSDEILUMINACAO/ILLUMINANCE>>. Acesso em: 26 de nov.2016.