

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIÃO DAS AMÉRICAS - UNIAMÉRICA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS BOULEVARD**

**BRUNA ANTUNES DA SILVA
LARISSA FIALHO BASSANES**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA INSTALAÇÃO
ELÉTRICA COMERCIAL**

Foz do Iguaçu

2020

**BRUNA ANTUNES DA SILVA
LARISSA FIALHO BASSANES**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA INSTALAÇÃO
ELÉTRICA COMERCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentada ao Centro Universitário União das Américas – UNIAMÉRICA como parte dos requisitos para obtenção do título de engenheiro eletricitista.

Luis Henrique Chouay Dall’Agnese
Orientador

Luciana Paro Scarin Freitas
Coorientador

Foz do Iguaçu

2020

Dedicamos este trabalho a nossa família por
todo amor, apoio e incentivo constante.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente a Deus, por nos ajudar a superar todos as dificuldades ao longo do curso.

Aos nossos pais e irmãos que nos apoiaram em todos os anos que estivemos na faculdade e nos incentivaram nos momentos difíceis.

Ao nosso orientador prof. Msc Luis Henrique Chouay Dall'Agnese por aceitar nos orientar e não medir esforços para nos ajudar.

A nossa coordenadora prof. Dra Luciana Paro Scarin Freitas pelo apoio, amizade e orientação no transcorrer do curso.

Aos professores que tivemos durante o curso pelos conhecimentos transmitidos.

A todos aqueles que não foram citados, mas que, seguramente, de uma forma ou de outra, contribuíram para que este trabalho chegasse ao final com sucesso.

“Toda história tem um fim, mas na vida todo fim é apenas um novo começo”. (Autor desconhecido)

RESUMO

No momento atual, com o mercado de trabalho cada vez mais competitivo, as indústrias e empresas empenham-se em descobrir maneiras para reduzir custos em sua produção. Com isso conseguem ofertar um melhor preço, se comparado com concorrentes, pois a diminuição do consumo com a energia elétrica pode ser um fator significativo na hora de controlar as despesas na fabricação do produto. Com base nisso, a pesquisa realizada neste trabalho, tem por objetivo, apresentar maneiras de melhorar a eficiência energética, reduzindo os custos através, se necessário, de mudanças de equipamentos e com a reestruturação na instalação elétrica, porém fornecendo a mesma velocidade e qualidade nas linhas de produção.

Palavras-chave: Eficiência energética. Consumo energético. Redução de custos.

ABSTRACT

At the moment, with the increased competition in the labor market, industries and companies strive to find ways to reduce production costs, so they are able to offer a better price compared to their competitors. The decrease in electricity consumption can be a significant factor to controlling expenses in the manufacture of the product. In this way, this research present ways to improve energy efficiency, reducing costs through equipment changes and restructuring the electrical installation, however providing the same speed and quality on the production lines.

Keywords: Energy efficiency. Energy consumption. Cost reduction.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Quadro de distribuição – Espaço reserva	20
Tabela 2	- Seção mínima dos condutores	21
Tabela 3	- Iluminação por classe de tarefas visuais	24
Tabela 4	- Fatores determinantes para iluminação adequada.....	25
Tabela 5	- Índice de refletância	26
Tabela 6	- Equipamentos da fábrica	30
Tabela 7	- Análise da potência das máquinas.....	35

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BTU	British Thermal Unit
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
LED	Empresa de Pesquisa Energética
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
TUE	Tomada de uso específico
TUG	Tomada de uso geral

LISTA DE SÍMBOLOS

<i>A</i>	Comprimento (m)
<i>B</i>	Largura (m)
<i>E</i>	Iluminância (lux)
<i>CL</i>	Carga ligada (kW)
<i>dl</i>	Fator de depreciação luminosa
<i>Dmáx</i>	Demanda máxima (kVA)
<i>Dméd</i>	Demanda média (kVA)
<i>Fc</i>	Fator de carga
<i>Fd</i>	Fator de demanda
<i>Fdu</i>	Fator de utilização
<i>Fp</i>	Fator de potência
<i>Hlp</i>	Altura da fonte de luz sobre o plano de trabalho (m)
<i>K</i>	Índice do recinto
<i>S</i>	Área do compartimento (m ²)
Ψ	Fluxo luminoso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivo	13
1.2	Organização dos Capítulos	13
1	ESTADO DA ARTE	15
1.1	Definição do Problema.....	15
1.2	Revisão bibliográfica.....	15
3	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	18
3.1	Instalações elétricas.....	18
3.1.2	Condicionadores de ar.....	21
4	LUMINOTÉCNICA	23
4.1	Dimensionamento luminotécnico.....	23
4.1.2	Iluminação artificial	27
5	LEVANTAMENTO DE DADOS FÁBRICA DE MÓVEIS	29
5.1	Dados obtidos.....	29
6	METODOLOGIA	32
6.1	Metodologia	32
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
7.1	Resultados e discussão.....	34
7	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38
	ANEXO A – PROJETO ELÉTRICO	40
	ANEXO B – QUADRO DE CARGAS	41
	ANEXO C – DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINARIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A vida no mundo pós-moderno é, em grande parte, dependente da utilização da energia elétrica. Esse fator ocorre devido ao grande número de equipamentos elétricos e eletrônicos desenvolvidos, os quais trouxeram inúmeras facilidades ao dia-a-dia das pessoas, tanto em atividades cotidianas, quanto em fábricas e indústrias.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, com dados atualizados pela Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos, o consumo nacional de energia elétrica apresentado pelo segmento industrial em 2018 foi de 170.041 GWh, representando aproximadamente 35,78 % do consumo energético nacional (EPE, 2018).

Desta forma, dentre os muitos gastos de uma empresa, é possível observar que a energia elétrica representa um elemento significativo nas despesas orçamentárias. Tendo em vista, que grande parte dos equipamentos utilizados dependem da energia elétrica para funcionar.

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, no seminário “O setor produtivo e a energia: questões e soluções na indústria em tempos de crises energéticas” de 2015, as indústrias do Brasil pagam uma das tarifas de energia elétrica mais caras do mundo (FIRJAN,2015). A eletricidade acaba sendo utilizada nas fábricas do início ao fim da fabricação dos produtos, aumentando assim o custo de energia consumido e pago pela indústria. Considerando esse fator, a diminuição do consumo de energia elétrica, pode ser convertido tanto em redução de custos, quanto em um ganho na produção o que resultaria em lucros para a empresa.

Desta forma, é vantajoso para a empresa focar na eficiência energética, que conforme Salomão (2010) ela está relacionada a dois fatores, a troca por equipamentos mais eficientes, que não comprometam a execução da tarefa e a utilização da energia de maneira responsável, através da conscientização dos usuários. Entretanto, nem sempre se utiliza a instalação elétrica de maneira mais efetiva, acarretando um maior consumo de energia elétrica. Conforme a Companhia Paranaense de Energia - COPEL (2018) o mesmo poderia ser evitado, considerado as revisões nas distribuições de cargas, avaliando se elas não estão sobrecarregadas, podendo assim realizar algumas adaptações. Com base nisso, a vida útil das máquinas poderia até ser prolongadas e o consumo da energia seria menor.

O alto consumo de energia também é consequência da falta de planejamento nas instalações e estruturas do local, o que pode ser evitado, com a realização de um projeto elétrico. Deste modo, um projeto elétrico bem elaborado e estruturado, de acordo com as necessidades do local, atende tanto os problemas operacionais, quanto as demandas internas da indústria. Segundo Silva (2011), elaborar uma renovação nas instalações elétricas, efetuando a troca de lâmpadas e modificando circuitos sobrecarregados, poderia reduzir em até 50% na fatura de energia elétrica, trazendo assim, não só uma economia, mas também gerando mais segurança no local.

Além disto, outro fator que quando dimensionado de maneira errônea afeta o consumo de energia do local e pode causar desconforto visual aos que utilizam, causando uma redução no desempenho do trabalho é a iluminação do ambiente. Desta forma, um projeto luminotécnico bem efetuado é de grande importância e traz grandes benefícios, como redução do consumo de energia. Conforme Mamede Filho (2010) para a realização da parte luminotécnica diferentes métodos podem ser utilizados, como o método das cavidades zonais, método ponto a ponto e método de lumens. Neste trabalho, optou-se pela utilização do método de lumens, também conhecido como método do fluxo luminoso.

1.2 Objetivo

O objetivo deste trabalho, é apresentar maneiras e soluções para reduzir o alto consumo de energia elétrica de uma fábrica de móveis, localizada na cidade de Foz do Iguaçu. E através da pesquisa realizada com base na análise do consumo mensal de energia da indústria, na maneira a qual as máquinas estavam instaladas e sendo manuseadas, com o estudo das instalações elétricas e da iluminação utilizada, apresentar diferentes soluções para a diminuição com gastos de energia elétrica. Tais como, adaptação da fiação, instalação de mais tomadas, substituição de lâmpadas, alteração do padrão de entrada e troca de alguns equipamentos.

1.3 Organização dos Capítulos

O trabalho foi organizado em 6 capítulos, da seguinte forma:

O capítulo 1 apresenta uma introdução sobre o assunto abordado durante o trabalho, bem como o objetivo e do mesmo e a organização dos capítulos

No capítulo 2 é feito um estudo da arte, onde é definido o problema proposto e realizada a análise de algumas referências bibliográficas relacionadas com o trabalho.

O capítulo 3 aborda as etapas para a realização de um projeto elétrico, baseado nas normas da ABNT NBR 5410.

O capítulo 4 descreve como deve ser realizado um projeto luminotécnico, bem como as características dos tipos de lâmpadas presente no mercado.

No capítulo 5 há uma descrição do levantamento de dados realizado na fábrica de móveis.

O capítulo 6 apresenta a metodologia utilizada para a realização deste trabalho.

No capítulo 7 está presente a conclusão, mostrando quais os resultados esperados após a finalização deste trabalho.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Definição do Problema

O uso racional de energia elétrica está diretamente ligado a execução de todas as atividades do local utilizando o mínimo de energia elétrica possível. Porém, nem sempre esta é uma realidade nas instalações elétricas, tendo em vista, que muitas vezes elas não são planejadas, dimensionando assim os componentes da instalação como condutores, iluminação, quadro de distribuição, de maneira incorreta. (COTRIM, 2009)

Nesse contexto, levando em consideração o orçamento mensal de uma empresa, é possível que em alguns casos, a despesa com energia elétrica possa ser diminuída através de uma readequação dos equipamentos e da instalação, possibilitando uma considerável economia ao decorrer do tempo.

2.2 Revisão bibliográfica

A eletricidade pode ser considerada um elemento de grande importância para todos os segmentos da sociedade atual, como comércios, lazer e indústrias. Toda instalação elétrica deve ser baseada em normas, segundo Mamede Filho (2010), no Brasil as normas seguidas são estipuladas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela concessionária de energia de cada estado, neste caso, a Companhia Paranaense de Energia - COPEL. As empresas devem seguir rigorosamente estas regras para maximizar a economia, evitar danos na rede elétrica e garantir segurança.

Um fator que influencia muito no consumo de energia elétrica, é a falta de planejamento antes da construção, que poderia ser evitado com a estruturação de um projeto elétrico. Conforme Kowalski (2010), para que um projeto tenha um bom aproveitamento, tendo em vista a eficiência energética, é necessário que exista formas de se prevenir falhas operacionais, produzindo assim mais segurança para o local.

O padrão de entrada é considerado o início da instalação, onde a concessionária local de energia realiza a conexão entre a rede de distribuição e a instalação, onde a entrada de serviço pode ser monofásica, bifásica ou trifásica,

dependendo da demanda e do tipo de consumidor e poderá ser executada somente se todas as estipulações definidas pela norma técnica Copel NTC 901100 forem precisamente executadas. O conjunto do padrão de entrada compreende o poste particular, disjuntor, caixas e quadro de medição (CARVALHO,2019).

Para que a indústria opere de modo eficiente, e obtenha-se um maior equilíbrio, as cargas devem ser distribuídas em diferentes fases, considerando a localização e a grandeza de cada carga, avaliando a corrente, potência e tensão de cada um dos equipamentos. É necessário que haja um sistema de distribuição de energia que deverá obedecer determinados padrões estabelecidos pela norma técnica, como a presença de dispositivos de proteção e circuitos terminais, evitando assim, a privação de energia em toda uma área caso haja falha em um circuito, facilitando as manutenções, verificações, reparo e aumentando a segurança (ABNT NBR 5410, 2004).

Sendo assim, ainda segundo a norma ABNT NBR 5410 (2004) é necessário que a potência de alimentação seja determinada, através do levantamento dos equipamentos que serão utilizados, bem como suas potências nominais. Deverá ser considerado também, não somente os dispositivos utilizados no momento, como a possibilidade de futuras ampliações, tornando a instalação mais segura e econômica.

A definição dos condutores também é de extrema importância em uma instalação, pois a escolha errada do fio pode ocasionar superaquecimento no circuito. Creder e Costa (2016) relatam que para a definição correta da bitola do condutor, deve-se calcular a corrente e aplicar os fatores de correção, dependendo do agrupamento dos condutores e da temperatura do ambiente e verificar se ele satisfaz o critério de queda tensão, escolhendo o condutor de maior seção.

O dimensionamento correto do sistema de iluminação deve ter em vista cada atividade que será realizada, para desta forma fornecer um nível de iluminamento suficiente. Conforme a NBR ISSO/CIE 8995-1 (2013) é preciso levar em consideração a quantidade e qualidade da iluminação, atendendo-se para a maneira pela qual a luz é fornecida, as características da cor da fonte de luz e da superfície em conjunto com o nível de ofuscamento do sistema. Ainda conforme a norma NBR 8995-1 (2013) é importante que não haja desperdício de energia, porém sem comprometer a iluminação adequada do local, para isto é necessário considerar o sistema de iluminação, equipamentos, controles apropriados e a utilização de luz natural, quando possível. Segundo a norma ABNT NBR 5413 (1992) a iluminância adequada para área

de trabalho médio de maquinaria varia de 500 a 100 lux, dependendo da velocidade e precisão do trabalho, refletância do fundo de tarefa e idade das pessoas que executarão as tarefas.

Desta forma a escolha da lâmpada adequada é considerada um fator indispensável quando se pensa em diminuir os gastos com a energia elétrica, visto que algumas lâmpadas consomem mais do que necessitam. De acordo com Mamede (2009), as lâmpadas incandescentes não possuem uma grande eficiência, ou seja, produzem uma baixa quantidade de luz e consomem muita energia, visto que a maior parte de energia consumida se perde através do calor gerado, acarretando assim um aumento na fatura de energia. Conforme Siqueira (2008), as lâmpadas fluorescentes, desde a sua criação sofreram algumas modificações, ficando assim mais compactas e econômicas, em relação as lâmpadas incandescentes, consumindo assim em torno de 20% das lâmpadas convencionais.

A comercialização de lâmpadas mais tecnológicas, tem oferecido progressivamente, uma redução no consumo de energia elétrica. Conforme Carvalho Júnior (2019), as lâmpadas chamadas de diodo emissor de luz, do inglês Light Emitting Diode (LED), tem sido a melhor opção quando o assunto é economia de energia, pois tem uma melhor eficiência energética e uma maior durabilidade se comparado a outros modelos de lâmpadas. Segundo Siqueira (2008) o LED tem dois grandes benefícios, o baixo consumo de energia, pois consegue operar com corrente de baixa intensidade e a produção de luz com o mínimo de aquecimento, o que a torna assim mais satisfatória no momento da definição da escolha de lâmpadas, independentemente do local que serão utilizadas.

3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Ao longo deste capítulo, serão abordados conceitos referentes a instalações elétricas, dimensionamento de lâmpadas, tipos de condicionadores de ar e principais maneiras de reduzir o consumo mensal elétrico de pequenas indústrias, com a realização de um projeto elétrico com um bom planejamento.

3.1 Instalações Elétricas

Define-se como instalação elétrica, um conjunto de componentes elétricos apropriados para distribuir e conduzir energia. As instalações, deverão ter como base, as normas da ABNT, mais especificamente a NBR 5410 (2004), para garantir um bom funcionamento, fornecendo assim mais segurança e acessibilidade.

O projeto elétrico consiste em realizar o levantamento das áreas e perímetros de todos os cômodos e ambientes da indústria, que de acordo com a NBR 5410 (2004), é regulamentado que a quantidade de pontos de iluminação, e dos pontos de tomadas do ambiente é conforme a área e a função destinada para cada específico local. Seguindo essa primeira etapa, determina-se a instalação correta para cada espaço, sendo assim, efetua-se o levantamento de cargas, por meio de uma previsão de potências, das cargas mínimas, das tomadas e da iluminação.

Realizado o levantamento das cargas, é possível calcular o fator de carga, que basicamente, verifica o quanto de energia elétrica, é utilizada de forma coerente em cada instalação. Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2010), o fator de carga, é determinado pela razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora, em um intervalo específico de tempo, como mostra a equação 1. O resultado varia entre 0 e 1, quanto mais se aproxima de 1, mais regular e mais racional será o consumo de energia utilizado em determinada instalação.

$$F_c = \frac{D_{méd}}{D_{máx}} \quad (1)$$

Onde:

F_c – Fator de utilização

$D_{máx}$ – Demanda máxima

$D_{méd}$ – Demanda Média

A determinação dos circuitos, é a próxima etapa da elaboração do projeto elétrico. Ao dimensioná-los, segundo Machado (2017), é primordial observar para que um mesmo circuito não se misture as passagens de energia de antenas e telefone com as tomadas do local. Os circuitos de acordo com a Norma NBR 5410 (2004), são separados de três maneiras, o primeiro o circuito de iluminação, seguido do circuito das tomadas de uso geral (TUG), para aparelhos, ou um conjunto de aparelhos, que consomem até 10 A de corrente, como eletrodomésticos, e por último, o circuito das tomadas de uso específico (TUE), destinado a equipamentos fixos e estacionários, como exemplo o chuveiro, para que assim não sobrecarregue nem um dos circuitos.

Na determinação da quantidade de tomadas e a potência destinada em cada uma delas, deve ser levado em consideração a destinação do local, quais e quantos equipamentos elétricos serão utilizados, segundo a Norma NBR 5410 (2004). Também é especificado que em certos cômodos a quantidade deverá ser maior do que em outros, no entanto essa tomada de decisão varia de acordo com o tamanho de cada ambiente, porém em algumas aplicações, como é o caso de uma indústria, recomenda-se dispor de um maior número de tomadas, para que não seja necessário o uso de extensões.

O quadro de distribuição de circuitos, também conhecido como caixa de distribuição, é sem dúvida, um dos passos mais importantes em instalações elétricas. Nele, contém dispositivos de proteção e é responsável por distribuir os circuitos presentes no ambiente. Segundo a Norma NBR 5410 (2004), o quadro de distribuição deve ser instalado em local de fácil acesso, e com identificação do lado externo. De acordo com Machado (2017), em um dimensionamento correto, a capacidade de reserva de cargas deve ser levada em consideração, para que se caso houver uma ampliação futura e novos equipamentos sejam instalados, tanto os circuitos, quanto o fornecimento adequado de energia, não sejam afetados e comprometidos, como determina a tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Quadro de distribuição - Espaço da reserva

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
Até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N > 30	0,15 N

Fonte: ABNT NRB 5410

A escolha dos disjuntores, conseqüentemente é o próximo passo. Conforme Gonçalves (2014), os disjuntores devem ser instalados, em série com o circuito que ele irá proteger, para que assim, se caso houver uma sobrecarga, ele suspenderá a corrente do circuito, funcionando então com um interruptor. Assim, determina-se quais disjuntores são adequados para cada circuito e conseqüentemente as curvas de proteção.

Na seleção dos condutores, em um projeto elétrico, deve-se obter bastante cuidado, pois como condutor de eletricidade, os condutores precisam ser bem isolados e protegidos. De acordo com Fowler (2013), tanto para os fios quanto para os cabos, é primordial que tenham identificação distintas, como por exemplo a seção e tensão do isolamento. As seções mínimas são recomendadas e especificadas pela Norma NBR 5410 (2004), como distingue a tabela 2, onde a seção varia de acordo com os circuitos, para então determinar a bitola correta do fio. Por esse motivo os circuitos não podem ficar muito sobrecarregados, pois os condutores ideais seriam muito grandes, dificultando, tanto a ligações terminais, quanto a própria instalação dos condutores nos elétrodutos.

Tabela 2 - Seção mínima dos condutores

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de Iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e Circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e Circuitos de controle	4 Cu
	Linhas flexíveis com cabos isolados	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
Para qualquer outra aplicação		0,7 Cu ⁴⁾	
Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais		0,75 Cu	

Fonte: ABNT NBR 5410

Em virtude do dimensionamento e a divisão da instalação elétrica em circuitos, e realizada a escolha de alguns materiais, como disjuntores e condutores, todos os dados devem ser transpassados, para um diagrama elétrico. Estes dados, deverão estar contidos na planta, no software AutoCad, para a então simulação e conferência de materiais, ou em forma de tabelas com informações elétricas, esquemas com a disposição e posicionamento das lâmpadas, tomadas e com a distribuição dos condutores.

E como último passo, é definido a lista de materiais que serão utilizados em todo o projeto. Para isso, é preciso saber o comprimento, levando em considerações, as descidas e subidas da parede, para então, conhecer a quantia de fios e cabos que serão comprados, a quantia de tomadas e interruptores, caixas de passagens, quadro de distribuição, entre outros equipamentos designados no projeto elétrico.

3.1.2 Condicionadores de ar

A utilização de ar condicionados vem crescendo e com isto a busca pela instalação do sistema mais econômico. Para Creder (2004) para a escolha do ar

condicionado adequado deve-se examinar o custo/benefício e assim definir o sistema indicado. Em instalações pequenas como residências e escritórios, os modelos mais viáveis de condicionares de ar são os do modelo Split e os do modelo de janela.

Os aparelhos do tipo janela apresentam uma fácil manutenção e são justapostos na parede, fazendo continua renovação do ar e possuem uma capacidade entre 6.000 e 30.000 BTU/h, porém são ruidosos, causando em alguns casos incomodo aos usuários (SOUZA, 2010).

Souza (2010) ainda diz que os aparelhos do tipo Split possuem uma maior flexibilidade em relação ao tipo janela, tendo em vista que possuem duas partes, sendo uma instalada internamente e outra externamente, desta forma seu nível de ruído é consideravelmente menor. Estes aparelhos também possuem um sistema de filtragem de ar e capacidade entre 7.000 e 60.000 BTU/h.

Conforme a norma NBR 6401 (1980) independente de qual seja a finalidade, para a instalação de um ar condicionado é necessário considerar a temperatura do ar no termômetro de bulbo seco, a umidade relativa do ar, a movimentação do ar, o grau de pureza do ar, o nível de ruído admissível e a porcentagem ou volume de renovação de ar. Desta forma, considerando também as dimensões do ambiente, é possível definir qual ar condicionado será utilizado.

4 LUMINOTÉCNICA

Neste capítulo serão abordados os métodos para realizar o dimensionamento luminotécnico, bem como uma explanação do método de lumens, que possibilitará um melhor entendimento do método utilizado para definição da quantidade e tipos de lâmpadas escolhidas para serem utilizadas neste trabalho.

4.1 Dimensionamento luminotécnico

A iluminação é responsável por parte do consumo energético de um ambiente, um aumento desnecessário pode muitas vezes ocorrer devido ao superdimensionamento do projeto luminotécnico, a aplicação de lâmpadas ineficazes, a falta de setorização das áreas ocasionando um maior número de lâmpadas acesas sem utilização e a manutenção inadequada dos equipamentos (SALOMÃO,2010).

Além disto, em um ambiente de trabalho a iluminação é parte essencial, pois este sendo bem iluminado proporciona maior conforto visual para execução de tarefas, conseqüentemente um melhor rendimento das atividades. Uma iluminância adequada depende das características da tarefa a ser executada e das pessoas que utilizarão o ambiente. As variáveis que compõem essas características são: a velocidade e precisão do trabalho a ser realizado, a idade dos usuários e a refletância do fundo da tarefa. Além disto, um bom projeto luminotécnico depende da escolha apropriada dos aparelhos de iluminação, da cor da luz e do seu rendimento e da refletância do teto, piso e parede (ABNT NBR 5413,1992).

Sendo assim, o projeto luminotécnico tem como principal objetivo, não só a estética do ambiente a ser iluminado, mas também um sistema econômico, que proporcione a iluminação necessária, sem comprometer a noção de objeto no campo visual, evitando assim, que haja iluminação insuficiente em alguns locais, bem como excesso de luz em outros que pode ocasionar prejuízo a visão (COSTA,2006). Fornecendo, desta forma, um maior conforto aos trabalhadores.

Segundo Mamede Filho (2010) existem diversos métodos para a realização do dimensionamento luminotécnico, entre eles, o método das cavidades zonais, o método ponto a ponto e o método de lumens. Mamede Filho (2010) ainda diz que o primeiro, é utilizado para projetos que exigem alta precisão, e é baseado na transferência de fluxo, sendo consideradas a cavidade do teto, do recinto e do piso.

Já o método ponto a ponto é baseado na lei de Lambert, a qual está relacionada a proporcionalidade entre a iluminância produzida em um ponto e à intensidade luminosa nesta mesma direção, sendo assim, este método leva em consideração as curvas fotométricas das fontes de luz (CREDER E COSTA,2015).

O Método de lumens ou método do fluxo luminoso é um dos mais simplificados, portanto o escolhido para a realização deste trabalho. Conforme Creder e Costa (2015) através do método de lúmens é possível calcular o número de lâmpadas ideal para determinada área, considerando o fluxo luminoso total. Para isto é necessário levar em consideração alguns fatores, como o tamanho do local e as tarefas que serão executadas ali. A realização deste método ocorre a princípio com a definição do nível de iluminação médio (E), levando em consideração a atividade realizada no local. Esse valor é dado em LUX e pode ser definido através figura 3 abaixo, tabela presente na NBR 5413, a qual mostra os três fatores para o uso adequado da iluminância específica.

Tabela 3 – Iluminância por classe de tarefas 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	Orientações simples para permanência curta
	100-150-200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200-300-500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 -750-1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000-1500-2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual , inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	5000-7500-10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000-15000-20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Fonte: ABNT NBR 5413 (1994)

Como demonstrado na tabela 3 acima, é atribuído um peso (-1; 0 ou +1) para cada característica da tarefa ou do observador. Sendo considerado a idade dos usuários, a velocidade e precisão da tarefa realizada no local e a refletância do fundo de tarefa. Após definir-se cada um dos fatores, é realizada a soma algébrica dos pesos, a partir deste valor é possível definir qual será a iluminância média para este recinto. Conforme a norma NBR 5413 (1992), para os valores iguais a -2 ou -3 deve-se utilizar a iluminância inferior do grupo, quando a soma for +2 ou +3 a iluminância superior e para outros casos, a iluminância média. Os valores presentes na norma podem ser observados na tabela 4 abaixo, através da tabela presente na NBR 5413.

Tabela 4 - Fatores determinantes para iluminância adequada

Características da tarefa e do observador	Peso	Peso	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 NBR 5413(1994)

Definido o iluminamento médio, tem-se como próximo passo a definição do índice do recinto (K), o qual associa as dimensões do ambiente, ou seja, o comprimento, largura altura da luminária em relação ao plano de trabalho e é definido através da equação 2 a seguir:

$$K = \frac{A \times B}{Hlp(A+B)} \quad (2)$$

Onde:

K – Índice do recinto

A – Comprimento (m)

B – Largura (m)

Hlp – Altura da fonte de luz sobre o plano de trabalho (m)

A definição da luminária a ser utilizada é a próxima etapa a se realizar. Creder (2015) afirma que nesta etapa é necessário levar em consideração qual o objetivo da instalação, ou seja, se será industrial, comercial ou domiciliar. Outros fatores também devem ser analisados, como a curva de distribuição luminosa, o total do fluxo luminoso da lâmpada, bem como o custo, a funcionalidade e a facilidade de manutenção.

Estabelecido o índice do local é possível consultar no datasheet da luminária escolhida o fator de utilização, sendo este definido como a relação entre o fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas e o que chega ao plano de trabalho, o qual depende da refletância do teto, parede e pisos (MAMEDE,2010). A tabela 5 abaixo apresenta os valores para o índice de refletância dependendo da tonalidade da superfície.

Tabela 5 - Índice de refletância

Índice	Reflexão	Significado
1	10%	Superfície escura
3	30%	Superfície média
5	50%	Superfície clara
7	70%	Superfície branca

Fonte: Creder e Costa (2015)

Através de todos os valores obtidos nos passos anteriores, calcula-se o fluxo luminoso, que segundo Costa (2006) é considerado a quantidade de luz emitida por uma fonte em sua tensão nominal total e é obtida através da equação 3 abaixo:

$$\Psi = \frac{E \times S}{dl \times Fdu} \quad (3)$$

Onde:

Ψ – Fluxo luminoso

E – Iluminância (lux)

S – Área do compartimento (m²)

dl – Fator de depreciação luminosa

Fdu – Fator de utilização

Encontrado o valor do fluxo luminoso (Ψ), é possível definir qual a quantidade de luminárias necessárias para que haja um iluminamento adequado no local. Para

isto, divide-se o valor do fluxo luminoso, definido anteriormente, pela iluminância da lâmpada escolhida.

A conferência dos resultados obtidos, pode ser realizada através do software de simulação DIALUX, o qual segundo o fabricante, fornece recursos para o planejamento, cálculo e visualização da luz para áreas internas e externas, de edifícios inteiros e salas individuais, vagas de estacionamento ou iluminação pública.

4.1.2 Iluminação artificial

As lâmpadas elétricas podem ser classificadas de duas maneiras, por seu processo de emissão de luz, onde estão incluídas lâmpadas incandescentes e lâmpadas de descarga e por seu desempenho, onde inclui-se a sua vida útil, rendimento luminoso e índice de reprodução de cores (MAMEDE, 2010).

Existe uma inúmera variedade de lâmpadas disponíveis no mercado, cada uma com sua especificidade, sendo adequadas para diferentes situações. Desta forma é necessário conhecer as características de cada uma, para que se faça a escolha adequada na hora da instalação, garantido a escolha mais econômica.

Conforme Creder e Costa (2015) as lâmpadas incandescentes foram recentemente banidas do mercado brasileiro, devido ao seu baixo rendimento luminoso. Elas apresentaram um valor inferior na hora da compra em detrimento das outras, tendo assim seu maior uso em residências, porém o seu consumo é maior, tornando as mesmas inviáveis, para qualquer ambiente, se levando em consideração o consumo de energia.

Existe também, as lâmpadas halógenas, que são lâmpadas incandescentes que tiveram um acréscimo de gases halógenos. Conforme Siqueira (2008), as halógenas, tem uma melhor iluminação em ambientes, sendo utilizadas assim em vitrines e pavilhões, e possui uma longa duração de vida útil, contudo, consomem uma quantidade muito alta de energia, o que não a torna mais rentável.

Como as lâmpadas incandescentes não estão mais em circulação no mercado, as lâmpadas fluorescentes vieram como substitutas, sendo mais econômicas que as incandescentes, dissipando menos energia em forma de calor. Segundo Tregenza (2015), as fluorescentes mais modernas, apresentam um acendimento quase que imediato, deste modo atingem o seu fluxo luminoso máximo em um curto período, entretanto, como em sua composição o elemento químico Mercúrio está presente,

elemento esse altamente nocivo para pessoas e para o meio ambiente, aos poucos esse tipo de lâmpada vem sendo retirada do mercado.

Com o passar dos anos, e com a tecnologia cada vez mais avançada, as lâmpadas fluorescentes, também já estão, cada vez mais sendo substituídas pelas lâmpadas de LED. De acordo com Valentim (2010), o LED, é um diodo semiconductor capaz de emitir luz quando energizado, sendo uma tecnologia de baixo consumo e com a sua vida útil de aproximadamente 100.000 horas. Em questão de compra, as lâmpadas de LED, ainda são mais caras que as demais, entretanto em compensação, gastam menos energia e são mais eficientes, pois tem uma durabilidade maior.

5 LEVANTAMENTO DE DADOS FÁBRICA DE MÓVEIS

Este capítulo aborda o levantamento de dados efetuado na fábrica de móveis em que este trabalho será realizado. Explanando os diversos problemas encontrados que afetam o consumo de energia no local, trazendo um aumento na conta de luz que pode ser evitado com algumas alterações nos projetos elétrico e luminotécnico.

5.1 Dados obtidos

A fábrica de móveis está instalada em um terreno de 500 m², e é constituída por um único barracão. Foi construída sem a realização de um projeto elétrico e um projeto luminotécnico, tendo como consequência diversos erros na instalação, levando assim a um consumo maior de energia elétrica, do que o esperado.

Desta forma, para iniciar uma análise foi necessário a realização do levantamento de todo o maquinário, o qual é apresentado na tabela 6 abaixo.

Tabela 6 – Equipamentos da fábrica

EQUIPAMENTOS MÓVEIS / ESTACIONÁRIOS	QUANTIDADE
Lixadeira Pneumatica Orbital	01 un.
Desempenadeira em Aço	01 un.
Tupia Laminadora	01 un.
Furadeira	01 un.
Lixadeira De Cinta Pequena	02 un.
Desempenadeira Manual	02 un.
Desempenadeiras manual	02 un.
Furadeira Manual	04 un.
Retificadora Plana	02 un.
Serra Mármore Makita	01 un.
Soprador Térmico	01 un.
Lixadeira Orbital Hookit	01 un.
Lâmina Serra Sabre	01 un.
Lixadeira Disco De Bancada	01 un.
Compressor de Ar	01 un.
Furadeira de Bancada	01 un.
Serra Fita Para Madeira	01 un.
Lixadeira de disco de bancada	02 un.

Fonte: Autoria própria

Com os dados obtido foi possível verificar que muitos dos equipamentos utilizados apresentavam tensão de 220 V, porém constatou-se que o padrão de

entrada do local era monofásico, ou seja, conforme relata a NTC 901100 (2020) neste caso o fornecimento é feito a dois condutores, onde a tensão é de 127 V. Sendo assim, para que seja possível a utilização das máquinas, é necessário em muitos casos o uso de transformadores, aumentando o consumo de energia. Harlow (2007) afirma que a perda de carga do transformador é uma função da temperatura dele, desta forma, ao aquecer, a energia é desperdiçada, causando um consumo desnecessário em detrimento da utilização de uma rede 220 V.

Além disto, toda a energia do recinto está ligada através de um condutor de secção 10 mm², conectado a outro fio de secção 4 mm². Desta forma, Lima Filho (1997) diz que devido aos fios não estarem dimensionados de maneira correta, não suportam as condições de limite de temperatura, limite de queda de tensão, capacidade dos dispositivos de proteção e capacidade de condução de corrente, ocorrendo um superaquecimento e conseqüentemente ocasionando perdas de energia.

Ademais, o fio apresenta diversas ramificações, ou seja, diversas emendas conectadas muitas vezes de maneira incorreta. Uma isolação ou emenda de fios e cabos, mal executadas podem ocasionar problemas na segurança do local, assim como, pode ocorrer o acúmulo e a dissipação de calor na região da emenda, o que geraria o desperdício da própria energia, aumentando ainda mais o consumo da própria. Segundo Salgado (2014), as emendas devem ser realizadas da melhor maneira possível, ou seja, bem presas e efetuadas, para que não ocorra de o fio ficar solto, podendo até causar acidentes e até mesmo um incêndio.

O número de tomadas no local é reduzido, não sendo o suficiente para todas máquinas utilizadas ali. Sendo assim, grande parte das máquinas necessitam ser ligadas na mesma tomadas, tornando-se necessário o uso de um multiplicador de tomadas. Conforme Carvalho Júnior (2019), na maior parte das instalações, é comum que a quantidade de tomadas, seja menor do que a necessidade do local, com isso, a maioria das tomadas acabam sendo sobrecarregadas, com o uso de extensões e conectores, comprometendo a segurança do ambiente.

A iluminação além de insuficiente e mal distribuída, também é composta apenas por lâmpadas incandescentes. Estas lâmpadas, conforme Bastos (2011), consomem muita energia, sendo inclusive este um dos motivos de estarem fora de circulação no mercado brasileiro. Portanto, a utilização da mesma também tem uma influência ruim na conta de luz.

6. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o seguimento e as maneiras em que se desenvolveram as soluções para gerar uma redução na fatura de energia elétrica e um melhor aproveitamento de equipamentos em cada cômodo.

6.1 Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho, refere-se a uma análise de campo na fábrica onde o projeto será realizado, mediante a obtenção de dados como o uso e consumo dos equipamentos e máquinas que operam no local, a instalação elétrica e iluminação do recinto. Com essa análise, buscou-se a redução do consumo de energia elétrica da fábrica, apresentando medidas e parâmetros para se ter uma melhor eficiência energética.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de carga, de todo o maquinário e da instalação elétrica da fábrica, incluindo o escritório, copa e banheiro, para então descobrir qual era a origem do alto consumo elétrico.

Utilizou-se um alicate amperímetro multímetro digital 400 A – 600 V para medir a corrente real em cada máquina durante o seu período de operação e calcular a potência real entregue, conforme equação 4, para assim comparar com a potência nominal de cada um dos equipamentos. A iluminação foi analisada através da observação dos modelos e quantidade das lâmpadas presente no local.

$$P = I \cdot U \quad (4)$$

Onde:

P – Potência

I – Intensidade da corrente

U – Tensão

Após o levantamento e análise dos dados, identificou-se a necessidade da realização de um projeto elétrico, para a definição dos componentes que deverão ser trocados, para geração de uma economia no consumo de energia da fábrica e consequentemente uma diminuição no custo da produção do material fabricado na indústria. Para tal utilizou-se o software Autocad seguindo todas as exigências previstas na norma NBR 5410.

Com a finalidade de gerar uma melhor análise da quantidade de luz disponível para cada ambiente, sem ocorrer um superdimensionamento ou subdimensionamento, foi efetuado o projeto luminotécnico onde foi utilizado como base a norma NBR 5413 e o método de lúmens.

Para a determinação da quantidade de luminosidade em cada ambiente, foi utilizado então o método do fluxo luminoso. Neste método, é considerado o tipo do ambiente a ser iluminado, levando em considerações as funções dos equipamentos utilizados e algumas características do local.

A realização do método ocorreu através de alguns fatores, como o fator de depreciação da luminária, onde se considera as perdas da iluminação em relação as condições do acúmulo de sujeiras nas luminárias; o fator de utilização da lâmpada, no qual indica qual a eficiência luminosa do conjunto de lâmpadas; a dimensão do recinto; refletância das superfícies, como a cor do teto, das paredes e do piso; e a definição da iluminância do ambiente, considerando as atividades a serem realizadas em cada um dos ambientes.

Para a verificação dos cálculos e simulação do projeto luminotécnico utilizou-se o software Dialux, onde é possível obter a representação do ambiente. Os recursos do software incluem, automaticamente os cálculos de iluminação, determinando a quantidade de luminárias necessárias para a planta inserida e a distribuição da densidade de fluxo luminoso no ambiente dependendo do posicionamento de cada uma das luminárias.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo expõe os resultados obtidos através da análise dos dados e realização dos projetos elétrico e luminotécnico, bem como as considerações a respeito dos mesmos.

7.1 Resultados e discussão

O fator de potência, é considerado a diferença entre a potência nominal e a potência real, ou seja, o consumo aparente do equipamento e o consumo entregue. Quando esse fator de potência é muito baixo, indica que a eficiência do equipamento não está sendo utilizado da melhor maneira, o que acarreta maior consumo de energia. Sendo assim foi realizada a análise da potência que estava chegando aos equipamentos, conforme exibido na tabela 7 abaixo

Tabela 7 – Análise da potência das máquinas

Equipamentos	Potência nominal (W)	Tensão nominal (V)	Corrente medida (A)	Potência entregue (W)
Lixadeira disco Razi	550	127	4	508
Parafusadeira/furadeira	400	127	2,2	279,4
Platina makita 220V	500	220	1,8	396
Tupia manual Makita	530	127	2,8	355,6
Furadeira Vonder	550	127	3,5	444,5
Serra Marmore Makita	1500	127	3,2	406,4
Lixadeira disco Manual	1400	220	2,2	484
Grampeador elétrico Dexter	250	127	1,95	247,65
Serra de corte policorte	2206,5	127	10,5	1333,5
Compressor Schuls	1500	127	10,3	1308,1
Tico tico de bancada	130	127	1,02	129,54
Serra circular de bancada makita	1500	127	11,55	1467
Martelo Rompedor SDS-Plus 1	550	127	3,3	419,1
Furadeira baixa rotação	600	220	2,3	506
Lixadeira orbital	250	127	1,8	228,6
Platina manual Hammer	750	220	3,2	704
Serra sabre skil	1050	220	3	660
Retificadora Profield	480	127	3,24	412
Soprador termico	2000	220	8,89	1956,6
Serra circular manual skil	1400	127	10,43	1324,9

Fonte: Autoria Própria

Desse modo, foi verificado a necessidade da realização de um projeto elétrico, descrito no Anexo A, o mesmo foi elaborado seguindo rigorosamente a

normativa NBR 5410, e as norma técnica NTC 901100, da distribuidora de energia local, a Companhia Paranaense de Energia - COPEL, pois esta define a quantidade mínima de tomadas e iluminação em cada ambiente, conforme a área e perímetro, respectivamente.

Durante a realização da análise das cargas no decorrer do projeto, foi constatado que algumas das máquinas utilizadas na fábrica possuem uma maior potência e necessitando assim circuito separado. Estes equipamentos anteriormente estavam todos ligados em um mesmo circuito, sendo assim, havia uma sobrecarga nos condutores, com isto as máquinas não podiam ser ligadas ao mesmo tempo ocasionando atraso na produção dos móveis e conseqüentemente uma perda financeira para a fábrica.

A partir do levantamento de carga, foi possível calcular a potência total utilizada naquele local. Desta forma, o cálculo da demanda máxima pôde ser efetuado, de acordo com a equação 5, tendo como objetivo calcular o maior valor de demanda em um determinado período de tempo, apresentando assim um resultado de 6,86 kW.

$$D = \frac{CL \cdot FD}{FP} \quad (5)$$

Onde:

D – Demanda Máxima (kVA)

CL – Carga ligada (kW)

FD – Fator de demanda

FP – Fator de potência

Na fábrica havia apenas um circuito conectado em um disjuntor monofásico, ocasionando constantemente o desarme do mesmo e conseqüentemente queda de energia, interrompendo o funcionamento das máquinas, gerando assim um prejuízo financeiro ao local. Desta forma, para solucionar o problema, conforme o Anexo B, a instalação foi dividida em 18 circuitos, sendo 2 de iluminação, 5 de tomadas específicas, 1 para tomadas 220 V, 6 para tomadas de uso geral e 4 separadas para os circuitos reservas.

Para a proteção da instalação elétrica estabeleceu-se quais seriam os disjuntores adequados para cada um dos circuitos, efetuando o cálculo da corrente, bem como suas cargas (resistivas ou capacitivas) e foi definido o melhor disjuntor. Os

disjuntores utilizados nesse projeto foram de 6A,10A,15A e 20A para os circuitos e 60A para o disjuntor geral.

Através do cálculo da corrente, também foi possível designar os condutores mais adequados para cada caso, sendo constatado que toda a instalação estava utilizando condutores subdimensionados, ou seja na bitola desses cabos, estão passando mais corrente do que suportaria, o que proporcionou uma sobrecarga, desta forma ocorria um demasiado aumento da potência dissipada nas instalações, ocasionando um aquecimento nos fios, conseqüentemente, a potência nas máquinas era menor do que o esperado, impedindo os equipamentos de operarem de maneira adequada, afetando o rendimento na produção.

Para a correção deste problema, foram dimensionados para a instalação fios de 1,5 mm² para a iluminação, 4 mm² para as tomadas de uso geral (TUG) e determinadas tomadas de uso específico (TUE) e 6 mm² para as TUE restantes.

Após finalizada a análise dos equipamentos, também foi constatado que a fábrica apresentava apenas 8 lâmpadas fluorescentes, portanto o número de lâmpadas era insuficiente para as tarefas realizadas, até mesmo para trabalhos diurnos. Além disto, foi informado pelo proprietário que ocorria uma queima constante nos reatores das lâmpadas utilizadas, fato este ocasionado devido ao elevado número de vezes que ocorriam quedas de energia

Dessa forma observou-se a necessidade da realização de um projeto luminotécnico, conforme o Anexo C. Neste, ficou definido a utilização da luminária Phillips DN130B D217 1xLED 20S/830, a qual utiliza uma lâmpada de LED, para as partes internas da fábrica e a RC 132V W30L 120 PSU 1XLED36S/840 NOC, para a parte externa, que apesar de ambas mais caras, se comparadas a compra da lâmpada fluorescente e do reator, apresentam uma diferença estimada de apenas 10% a 15% e fornecem uma maior economia e uma boa durabilidade, portanto, tendo em vista a eficiência energética, é uma opção viável a longo prazo.

As lâmpadas foram distribuídas, de uma forma que haverá melhoria imediata na qualidade de vida e segurança para os funcionários e do trabalho executado através da melhor luminosidade do ambiente. Este número foi definido através do cálculo realizado pelo método de lúmens e norma ABNT NBR 5413, a qual define 300 LUX para áreas de dimensionamento, plainagem, lixamento grosso, aparelhamento semipreciso, colagem folheamento e montagem e 500 LUX para lixamento fino e acabamento, pinturas e acabamento de alta qualidade.

8. CONCLUSÃO

Como visto, com a concorrência cada vez mais elevada em todos os setores industriais, as empresas devem buscar maneiras de minimizar os custos em sua produção, para que, desta forma, consigam ofertar um melhor preço em seus produtos e serviços. No decorrer do trabalho, foi demonstrado que a energia elétrica é um fator agravante quando se fala em custos altos de uma indústria, sendo assim, foram apresentados projetos para uma melhor eficiência energética.

O projeto elétrico reuniu todas as informações elétricas e metodologias necessárias para a sua elaboração, visando então uma melhor eficiência energética, maior segurança dos trabalhadores e demais pessoas que frequentam o local, mais funcionalidade nas instalações e principalmente uma redução de consumo de energia elétrica.

Além do projeto elétrico, foi apresentado também o projeto luminotécnico, onde foram utilizados indispensáveis métodos de cálculos, para descobrir os melhores pontos para toda a iluminação, levando em consideração todas as funções de cada comôdo, e produzindo luz necessária para o trabalho realizado em cada um deles.

A finalidade deste trabalho é oferecer maneiras efetivas de reduzir o consumo de energia elétrica no local, conceber um local de trabalho mais perceptível e com maior segurança, através da análise dos dados obtidos e execução de um projeto elétrico e luminotécnico. Desta forma, pretende-se fornecer para a empresa sugestões de mudanças para proporcionar uma economia na conta de luz da fábrica.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Resolução Normativa nº 414, Brasília, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação e ambientes de trabalho, Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de; Interfaces Prediais: Hidráulica, Gás, segurança contra incêndios, elétrica e Telefonia, 2º Edição, São Paulo, Blucher, 2019.

Companhia Paranaense de Energia. Manual de eficiência energética na indústria, 2018.

Consumo Anual de Energia Elétrica por classe. Empresa de pesquisa energética; disponível em <[http://www.epe.gov.br/pt/publicações-dados-abertos/publicações/consumo-de-energia-elétrica/consumo-anual-de-energia-elétrica-por-classe-\(nacional\)](http://www.epe.gov.br/pt/publicações-dados-abertos/publicações/consumo-de-energia-elétrica/consumo-anual-de-energia-elétrica-por-classe-(nacional))> acesso em 27 de março de 2020

COSTA, Gilberto José Correa Iluminação econômica - Cálculo e avaliação 4ª Edição 4. Porto Alegre. EDIPUCRS 2006

COTRIM, Ademaro A.M.B Instalações elétricas 5ª Edição. São Paulo. Pearson Education do Brasil LTDA, 2009

CREDER, Hélio; COSTA, Luís Sebastião. Instalações elétricas. 17ª Edição. Rio de Janeiro: LTC/Grupo Gen, 2015.

CRUZ, Eduardo Cesar Alves; ANICETO, Larry Aparecido. Instalações elétricas: fundamentos, práticas e projetos em instalações residenciais e comerciais. Saraiva Educação SA, 2011.

FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Seminário: O setor produtivo e a energia: questões e soluções na indústria em tempos de crises energéticas, Rio de Janeiro, 2015.

FOWLER, Richard; Fundamentos de eletricidade. 7º Edição, São Paulo: AMGH Editora Ltda, 2013.

GONÇALVES, Water Vicioni. Sistemas Elétricos Prediais - Instalações, São Paulo: Senai-SP Editora, 2014.

HARLOW, James H. (Ed.). Electric Power Transformer Engineering. CRC Press, 2007.

KOWALSKI, F. D.; FERNANDES, F. C.; FARIA, A. C. DE. Análise dos Controles Internos Relacionados às Atividades Ambientais das Cooperativas Catarinenses de Energia Elétrica por meio da Matriz de Importância-Desempenho de Slack. Contabilidade Vista & Revista, v. 21, n. 2, p. 153-177, 28 jun. 2010.

MACHADO, Roberto; Projetos elétricos 1º edição, São Paulo: Érica, 2017.

MAMEDE FILHO, João. Instalações elétricas Industriais, 8ª Edição. Rio de Janeiro: LTC/Grupo Gen, 2010.
NTC 901100 Fornecimento em tensão secundária de distribuição, Curitiba, março de 2020

LIMA FILHO, Domingos Leite. Projetos de instalações elétricas prediais. Saraiva Educação SA, 1997.

SALGADO, Júlio César Pereira; Técnicas e práticas construtivas para edificação. 3º Edição. São Paulo: Érica, 2014.

SALOMÃO, Thais Mazziotti. Eficiência energética: projetos luminotécnicos em plantas industriais. 2010. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Potência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi: 10.11606/D.3.2011.tde-30112010-150117. Acesso em: 29 de maio de 2020.

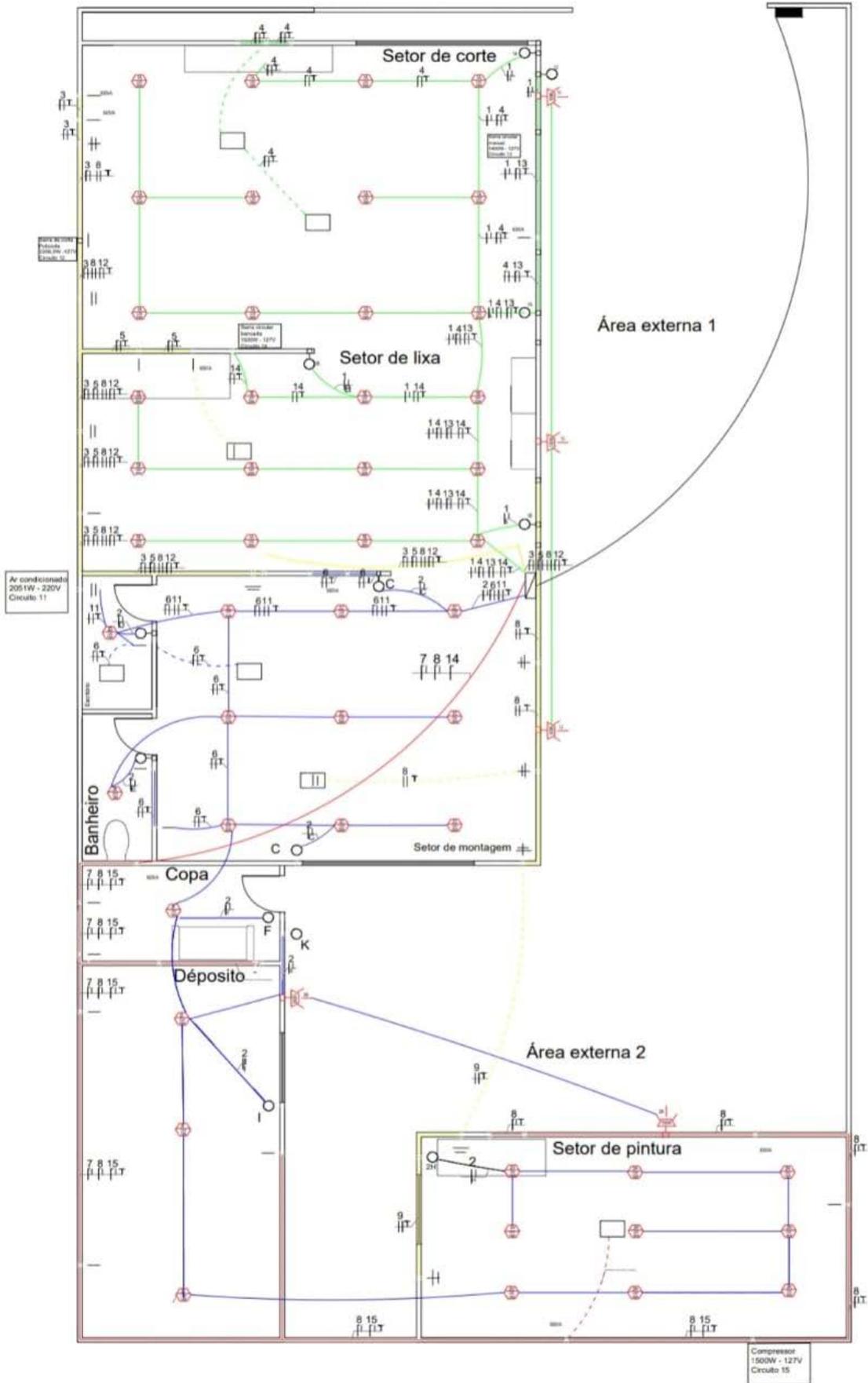
SILVA, Gustavo Antônio. Gerenciamento de risco de incêndio ativados por eletricidade em sítios históricos. (Mestrado em Engenharia Geotécnica da Universidade Federal de Ouro Preto), Ouro Preto, 2011.

SIQUEIRA, Ethevaldo. Para compreender o mundo digital, 1º Edição, São Paulo: Globo AS, 2008.

TREGENZA, Peter; LOE, David; Projeto de Iluminação, 2º Edição, Rio Grande do Sul: Bookman Editora Ltda, 2015.

VALENTIM, Alexandre Abib; FERREIRA, Helder Saldanha; COLETTI, Matheus; Lâmpadas de LED: Impacto no consumo e fator de potência. Universidade Estadual de Campinas; São Paulo, 2010.

ANEXO A – PROJETO ELÉTRICO



ANEXO B – QUADRO DE CARGAS

Circuito	Tipo	Local	Tomadas [VA]				Iluminação [W]		Total do Circuito [VA]	Tensão [V]	Corrente [A]	Condutor [mm ²]	Disjuntor proposto [A]	Distribuição nas fases		
			100	600	TUE	100	29	A						B	C	
																TUG
1	Ilum.1	Setor de corte					12	996	127	7,8425197	1,5	10	996			
		Setor de lixa					12									
		Área externa 1					3									
		Escritório					1									
		Banheiro					1									
2	Ilum.2	Copa					1	735	127	5,7874016	1,5	6		735		
		Setor de Pintura					9									
		Área externa 2					3									
		Depósito					3									
		Setor de corte 1	0	2												
3	Ponto de tomada	Setor de corte 1	0	2			1200	127	9,45	2,5	10			1200		
4	Ponto de tomada	Setor de corte 2	6	1			1200	127	9,45	2,5	10		1200			
5	Ponto de tomada	Setor de lixa	6	1			1200	127	9,45	2,5	10		1200			
			Setor de montagem	3	1											
6	Ponto de tomada	Escritório	2				1200	127	9,45	2,5	10		1200			
			Banheiro	1												
			Depósito	3	1											
7	Ponto de tomada	Copa	4	1			1300	127	10,24	2,5	15		1300			
8	Ponto de tomada	Setor de pintura	4	2			1600	127	12,60	4	15		1600			
			10				1000	220	4,55	2,5	6		1000			
9	Circuito 220V		10													
10	RESERVA										20		RESERVA			
11	Ponto específico	Ar condicionado					2051	220	9,32	4	15		2051			
12	Ponto específico	Serra de pollicorte					2206,5	127	17,37	6	20		2206,5			
13	Ponto específico	Serra circular manual					1400	127	11,02	4	15		1400			
14	Ponto específico	Serra circular de bancada					1500	127	7,3	4	10		1500			
15	Ponto específico	Compressor					1500	127	7,3	4	10		1500			
16	RESERVA										20		RESERVA			
17	RESERVA										20		RESERVA			
18	RESERVA										20		RESERVA			
CD	Circuito de distribuição															
							Total	19088,5		131,12566	Total por fase [VA]	6702,5	6435	5951		
							Demanda máxima	6,86 kW			Disjuntor	60A				

Quadro de Cargas - Carga Instalada

ANEXO C – DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINARIAS

