

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Minimização de Custo por Meio do Uso Racional de
Energia Elétrica – Estudo de Caso em Uma Indústria
de Fios**

Cristiani Moscato Malavazi

TCC-EP- 27-2006

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Informática
Curso de Engenharia de Produção

**Minimização de Custo por Meio do Uso Racional de
Energia Elétrica – Estudo de Caso em Uma
Indústria de Fios**

Cristiani Moscato Malavazi

TCC-EP- 27-2006

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Márcia Marcondes Altimari Samed

**Maringá - Paraná
2006**

Cristiani Moscato Malavazi

**MINIMIZAÇÃO DE CUSTO POR MEIO DO USO RACIONAL DE
ENERGIA ELÉTRICA – ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE
FIOS**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

Orientador(a): Prof^(a). Márcia Marcondes Altimri Samed
Departamento de Informática, CTC

Prof^(a). Patrícia Mello Machado Cardoso
Departamento de Engenharia Têxtil, DET

Maringá, novembro de 2006

DEDICATÓRIA

A minha mãe, Josephina, ao meu marido, Sérgio e aos meus filhos, Guilherme e Ana Paula, pelo apoio e incentivos constante.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora e amiga, Prof^a Dr^a Márcia Marcondes Altimari Samed pela enorme paciência em me orientar durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professores do Curso de Engenharia de Produção, pelo apoio e conhecimento dados durante o período do curso.

Aos meus dois amores, meus filhos Guilherme e Ana Paula, que souberam entender a necessidade de minha freqüente ausência no convívio diário, durante os anos em que realizei o curso.

E, finalmente, a Deus. Sem Ele minha vida não teria sentido.

RESUMO

Este trabalho refere-se a um estudo de caso realizado em uma indústria de fios de algodão, com o objetivo de minimizar custos através do uso racional de energia elétrica. O Capítulo 1 descreve a motivação do trabalho, estrutura e objetivos. No Capítulo 2 encontra-se toda a Referência, onde são abordados os temas referentes ao assunto. Prosseguindo, temos no Capítulo 3, Metodologia, a descrição completa dos passos realizados para a realização deste estudo. Em seguida, no Capítulo 4, tem-se a Análise dos Resultados obtidos e, finalmente, o Capítulo 5, onde pode-se encontrar a conclusão realizada com o desenvolvimento deste trabalho.

Palavras-chaves: Eficiência Energética. Minimização de Custos. Iluminação.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE TABELAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Motivação do Trabalho	1
1.2 Objetivos Geral e Específicos	1
1.3 Estrutura do Trabalho	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Produção	3
2.1.1 Papel estratégico e objetivos da produção	4
2.1.2 Critérios de desempenho	5
2.2 Terminologia em custos industriais	6
2.2.1 Caracterização de custos	8
2.3 Custos de energia elétrica em uma indústria	9
2.3.1 Por que economizar energia?	10
2.3.2 Indicadores de energia elétrica	12
2.3.3 Conta de energia elétrica industrial	14
2.3.4 Sistema de tarifação	15
2.3.5 Contrato de energia elétrica por tipo de consumidor	18
2.4 Medidas de eficiência energética	18
2.4.1 Aspectos motivacionais	19
2.4.2 Aspectos técnicos	20
2.4.3 NBR 5413/92	20
2.5 Iluminação	20
2.5.1 Avaliação do local	21
2.5.2 Lâmpadas	21
2.5.3 Luminárias	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 Apresentação da Empresa.....	24
3.2 Análise de Iluminação da Indústria de Fios.....	24
3.3 Métodos de Cálculo de Iluminação.....	26
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
4.1 Potência Instalada Total da Indústria.....	27
4.2 Análise dos Dados Obtidos.....	27

4.3	Estudo de Luminotécnica.....	28
4.4	Método para Dimensionamento da Iluminação da Indústria.....	30
4.5	Dimensionamento da Iluminação.....	30
4.5.1	Dimensionamento da Iluminação da Área Externa da Indústria.....	31
4.5.2	Dimensionamento da Iluminação das Áreas Adequadas.....	31
4.5.3	Dimensionamento da Iluminação das Áreas com Excesso.....	31
4.5.4	Dimensionamento para Iluminação das Áreas com Falta.....	32
4.6	Resultados Obtidos com o Novo Dimensionamento.....	32
5	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	38
	ANEXOS	40

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Processos <i>input</i> -transformação- <i>output</i>	3
Figura 2:	Objetivos de desempenho da produção	5
Figura 3:	Curva de carga	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Quantidade de Locais Avaliados e Resultados Obtidos.....	28
Tabela 2:	Resultados Obtidos com o Novo Dimensionamento da Iluminação da Indústria.....	33

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação do Trabalho

Atualmente, as questões que envolvem redução de consumo de energia elétrica, através do seu uso racional têm sido amplamente difundidas, já que esta é uma preocupação mundial. Embora nosso país seja rico em água, nossa maior fonte geradora de energia, não devemos ignorar o fato de que o setor possa entrar em colapso e também que o meio ambiente sofre com a exploração dos seus recursos naturais de forma desordenada e sem planejamento.

A empresa a ser estudada busca constantemente a redução de seus custos, motivo pelo qual motivou o desenvolvimento desse estudo, já que busca constantemente a minimização de custos.

Tendo em vista esses fatores, a proposta do tema se justifica pelo fato de que devemos nos concentrar em racionalizar o uso da energia disponível e, em consequência, diminuir custos, tendo em vista a acirrada competitividade do mercado que exige cada vez mais produtos de qualidade a baixo custo. Em todos os tipos de produção a energia elétrica está direta ou indiretamente relacionada ao processo produtivo. Um bom dimensionamento e uso racional desse recurso, pode trazer uma grande vantagem competitiva.

1.2 Objetivo Geral e Específico

O objetivo da proposta é diminuir o consumo de energia elétrica, abrangendo todos os setores de uma Indústria de Fios. É importante ressaltar que não apenas as máquinas que compõem o processo produtivo são importantes para análise e sim todos os setores que, de forma direta ou indireta, apóiam e contribuem com a produção, devendo todas elas serem consideradas e dimensionadas, para que o estudo seja feito de forma confiável e real. Com este estudo pretende-se detectar as fontes consumidoras de energia, sua participação percentual e, através de uma análise dimensional, propor melhorias para redução do consumo de energia, contribuindo assim para melhorar a competitividade e a produtividade da indústria.

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho encontra-se dividido em cinco Capítulos. No primeiro Capítulo tem-se a introdução, a qual apresenta a motivação do trabalho e os objetivos geral e específico. No segundo Capítulo, encontra-se a revisão bibliográfica, tendo sido abordados os seguintes temas: produção, custos, energia elétrica e iluminação. No Capítulo 3 tem-se a Metodologia que consta todo o processo de levantamento de dados. No Capítulo 4 encontra-se toda a Análise dos Resultados obtidos durante a realização deste trabalho e no Capítulo 5 a Conclusão, que inclui ainda algumas propostas de melhorias para a indústria, voltadas para o tema deste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse capítulo será apresentada a revisão bibliográfica, abordando temas como a produção, custos industriais, energia elétrica e iluminação.

2.1 Produção

Inclui-se no âmbito da administração da produção a maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. A função produção é central para a organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é a única nem, necessariamente, a mais importante (SLACK *et al.*, 2002).

Toda operação produz bens ou serviços ou um misto de ambos, e o faz por um processo de transformação, ou seja, através do uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo para produzir *outputs*.

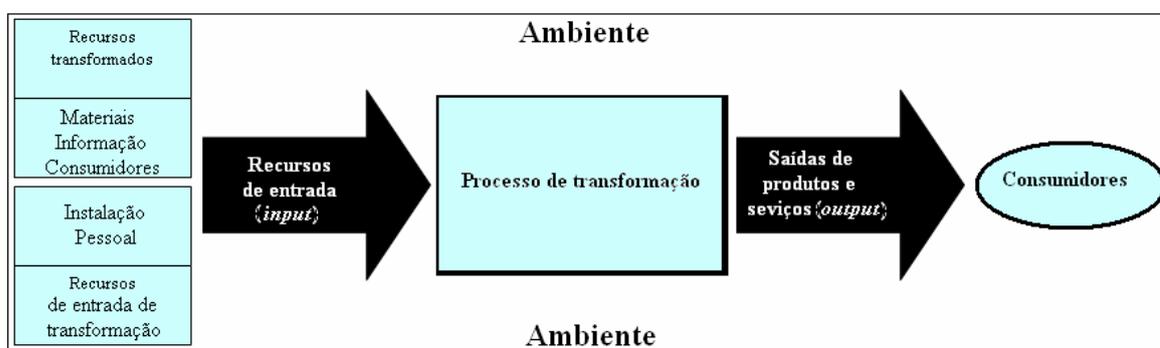


Figura 1 – Processos *input*-transformação-*output*

Fonte: Slack *et al.* (2002).

Qualquer atividade de produção pode ser vista conforme esse modelo apresentado na figura acima – *input* – transformação – *output*.

Os *inputs* para a produção podem ser classificados em: a) recursos transformados, aqueles que são tratados, transformados ou convertidos de alguma forma; e b) recursos de transformação, aqueles que agem sobre os recursos transformados. Geralmente, os recursos transformados que a produção emprega são um composto de materiais, informações e consumidores (SLACK *et al.*, 2002).

SLACK *et al.* (2002) ainda mencionam que há dois tipos de recursos de transformação que formam as “pedras fundamentais” de todas as operações: a) instalações (prédios, equipamentos, terreno e tecnologia do processo de produção); e b) funcionários (aqueles que operam, mantêm, planejam e administram a produção).

O propósito do processo de transformação das operações está diretamente relacionado com a natureza de seus recursos de *input* transformados. As operações que processam materiais podem também transformar suas propriedades físicas, mudarem sua localização (empresa de transportes, por exemplo) etc.

Os *outputs* e o propósito do processo de transformação são bens e serviços, geralmente visto como diferentes com relação a tangibilidade, estocabilidade, transportabilidade e simultaneidade.

2.1.1 Papel estratégico e objetivos da produção

Constituem papéis da função produção: implementar a estratégia empresarial, apoiar a estratégia empresarial e impulsionar a estratégia empresarial. Muitas empresas possuem algum tipo de estratégia, mas é a produção que a coloca em prática, pois mesmo a estratégia mais original pode tornar-se ineficaz por causa de uma produção inepta. A produção ainda deve apoiar a estratégia da organização, ou seja, desenvolver seus recursos para que forneçam as condições necessárias para que a empresa atinja seus objetivos estratégicos. O terceiro papel da produção é impulsionar a estratégia, dando-lhe vantagem competitiva a longo prazo (SLACK *et al.*, 2002).

A habilidade de qualquer função produção de exercer seus papéis na organização pode ser julgada pela consideração de seus propósitos ou aspirações organizacionais. Um modelo de quatro estágios, proposto pelos professores Hayes e Wheelwright, da Universidade de Harvard, permite que seja avaliado o papel competitivo e a contribuição produção de qualquer tipo de empresa (SLACK *et al.*, 2002).

2.1.2 Critérios de desempenho

Uma estratégia de produção consiste na definição de um conjunto de políticas no âmbito da função de produção que sustenta a posição competitiva da unidade de negócios da empresa. A estratégia produtiva deve especificar como a produção suportará uma vantagem competitiva e como complementar e apoiará as demais estratégias funcionais.

Para Tubino (2000), a definição de uma estratégia produtiva se baseia em dois pontos chaves: as prioridades relativas aos critérios de desempenho e a política para diferentes áreas de decisões da produção. Portanto, uma estratégia de produção consiste em estabelecer o grau de importância relativa entre os critérios de desempenho e formular políticas consistentes com esta priorização para as diversas áreas de decisão.

O objetivo da estratégia de produção, afirma Tubino (2000), é fornecer à empresa um conjunto de características produtivas que dêem suporte à obtenção de vantagens competitivas à longo prazo. Para tanto é necessário estabelecer quais os critérios de desempenho que são relevantes para a empresa e que prioridades relativas devem ser dadas a eles. De maneira geral, os principais critérios de desempenho nos quais a produção deve agir são colocados em quatro grupos: custo, qualidade, desempenho de entrega e flexibilidade. A esses critérios, Slack, *et al.* (1999) acrescentam o critério rapidez, apresentando o seguinte diagrama (Figura 2.2):

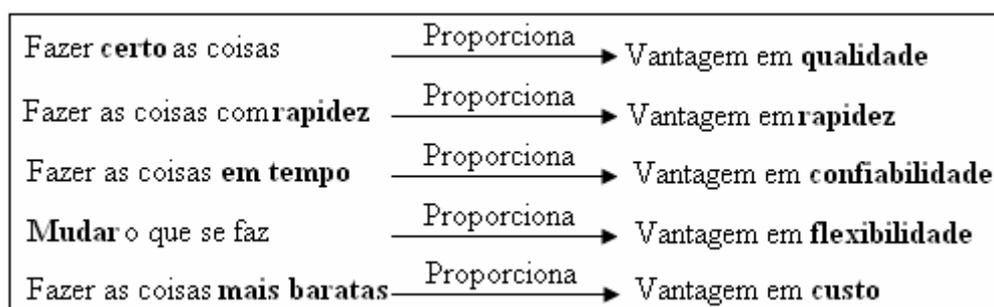


Figura 2 – Objetivos de desempenho da produção

Fonte: Slack *et al.*, (1999).

Tubino (2000) menciona, ainda, que atualmente estão sendo considerados como critérios de desempenho desejáveis nos sistemas de produção, além dos acima citados, a inovatividade e a não-agressão ao meio ambiente. A inovatividade corresponde à capacidade de o sistema introduzir de forma rápida em seu processo produtivo novos bens e/ou serviços. A não

agressão ao meio ambiente consiste em se ter um sistema de produção integrado ao meio ambiente.

No entanto, deve ser enfatizada a questão do custo, pois constitui um importante aspecto que confere à empresa vantagem competitiva.

2.2 Terminologia em Custos Industriais

É importante que o contador e os usuários das informações produzidas pela Contabilidade de Custos utilizem os mesmos termos com a mesma significação, ou seja, é tão importante a familiarização do ambiente operacional por parte do contador de custos quanto a do pessoal operacional em relação aos critérios, sistemas e significado de cada uma das informações contábeis que esteja recebendo (LEONE, 1997).

Verifica-se que apesar de não haver controvérsias quanto ao significado de alguns dos principais termos utilizados pela contabilidade de custos, normalmente eles são mal interpretados, em algumas ocasiões. Como exemplo típico cita-se que os termos “custos”, “despesas”, “gastos” e “perdas” são empregados, com certa frequência, como se fossem sinônimos, principalmente os três primeiros. Portanto, a seguir apresenta-se a definição dos mesmos.

O termo *gastos*, segundo Leone (1997), refere-se

“as transações financeiras em que há ou diminuição do disponível ou a assunção de um compromisso em troca de algum bem de investimento ou bem de consumo. Desse modo, o gasto pode ser [...] classificado como gasto de investimento (aquele que vai ser ativado) ou como gasto de consumo (que será logo batizado como uma despesa)”.

Para Oliveira e Perez Jr. (2000), gastos podem ser definidos como consumo genérico de bens e serviços, ou seja, dos fatores de produção. Salientam ainda que não se pode confundir gastos com desembolsos, pois são gastos ou consumidos os bens e serviços que são obtidos através do desembolso de dinheiro. Assim, constituem-se gastos: a matéria-prima consumida no processo produtivo; o material de expediente consumido no processo administrativo; os serviços de frete consumidos no processo de venda; a energia elétrica consumida na área

industrial, por exemplo. O gasto pode ser classificado em custos, despesas, perdas ou desperdícios, de acordo com a aplicação.

As despesas definem os gastos imediatamente consumidos ou o consumo lento dos gastos de investimentos na medida em que estes são utilizados pelas operações (LEONE, 1997).

Para Maher (2001), uma despesa representa um custo lançado contra a receita de determinado período contábil. Portanto, difere do custo, que representa um sacrifício de recursos, independentemente se ser contabilizado como um ativo ou como despesa.

De acordo com Maher (2001), custo é “um sacrifício financeiro” ou um “sacrifício de recursos”, sendo que quando se compra coisas diferentes, o preço de cada item mede o sacrifício que se precisa fazer para adquiri-lo. Independentemente se pagar imediatamente ou no futuro, o custo do item é estabelecido pelo seu preço.

Martins (1999) define custo como “um gasto relativo a bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços”. Esse autor explica que o custo também é um gasto, mas reconhecido como tal, ou seja, como custo, no momento da utilização dos fatores de produção (bens ou serviços) para a fabricação de um produto ou execução de um serviço.

Para Leone (1997) o conceito é sempre o mesmo, sendo que o termo *custo* fica mais explícito por que a contabilidade não o utiliza sozinho, pois dessa forma se torna vago. Hammer *et al.* (*apud* Leone, 1997) complementam afirmando que “o termo *custo* é bem definido quando vem modificado por descrições como direto, primário, de conversão, indireto, fixo, variável, controlável, do produto, do período, conjunto, estimado, padrão, irreversível, ou caixa. Cada qualitativo implica um atributo que é muito importante na mensuração dos custos”.

Desembolso é o pagamento resultante da aquisição do bem ou serviço, o qual pode ocorrer, antes, durante ou após a entrada da utilidade comprada e, portanto, defasada ou não no momento do gasto (MARTINS, 2001).

Investimento é o gasto ativado em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a período(s) futuro(s). São chamados de investimentos todos os sacrifícios que ocorreram pela aquisição de bens ou serviços (gastos) que são “estocados” nos Ativos da empresa para baixa

ou amortização no momento de sua venda, consumo, desaparecimento ou desvalorização (MARTINS, 2001).

Perda é o bem ou serviço consumido de forma anormal ou involuntária. Observa-se que a perda não se confunde com a despesa e tampouco com o custo, devido à sua característica de anormalidade e involuntariedade, pois não se trata de sacrifício feito com a intenção de se obter lucro (MARTINS, 2001).

2.2.1 Caracterização de custos

Considerando que os custos são efeitos das atividades, o volume de produção deve determinar os montantes dos mesmos. Assim, a contabilidade de custos analisa o comportamento dos custos diante da variação do volume das operações. Logo, tem-se os custos variáveis, os custos fixos e os custos semi-fixos (LEONE, 1997).

Os custos variáveis são definidos por Oliveira e Perez Jr. (2000), como “aqueles custos que mantêm uma relação direta com o volume de produção ou serviço e, conseqüentemente, podem ser identificados com os produtos”. Portanto, o total dos custos variáveis cresce na medida em que o volume de atividades da empresa aumenta, sendo que esse crescimento no total evoluiu na mesma proporção do acréscimo no volume produzido.

Esses autores enumeram as seguintes características dos custos variáveis: a) seu valor total varia na proporção direta do volume de produção; b) o valor é constante por unidade, independentemente da quantidade produzida; e c) a alocação aos produtos ou centros de custos é normalmente feita de forma direta, sem necessidade de utilização de critérios de rateios.

Os custos fixos são aqueles que não variam com a variabilidade da atividade escolhida, ou seja, o valor total dos custos permanece praticamente igual mesmo que a base de volume selecionada como referencial varie (LEONE, 1997).

Os custos fixos apresentam as seguintes características, segundo Oliveira e Perez Jr. (2000): a) o valor total permanece constante dentro de determinado intervalo de volume de produção,

considerado normal e denominado de intervalo de significância; b) o valor por unidade produzida varia na medida em que ocorre variação no volume de produção, pois se trata de um valor fixo total diluído por uma quantidade maior ou menor de produção; c) sua alocação para os departamentos ou centros de custos necessita, geralmente, de critérios de rateios determinados pela administração.

Os custos semi-fixos, por sua vez, guardam relação especial com as alterações da base de volume tomada como referência. São custos que após a análise, se verifica que possuem uma parte variável que se comporta como se fosse um custo variável e uma parte fixa que se comporta como se fosse custo fixo. Portanto, é necessário que se coloque o custo diante de uma base de volume e se verifique seu comportamento (LEONE, 1997).

Martins (2001) enfatiza que é importante observar que a classificação em fixos e variáveis considera a unidade de tempo, o valor total dos custos com um item nessa unidade de tempo e o volume de atividade, não se tratando como no caso da classificação de direto e indiretos, de um relacionamento com a unidade produzida. Outra característica importante dessa classificação, segundo esse autor, é que considerando a relação entre período de atividade, não se está comparando um período com outro, o que é relevante na prática para não confundir custo fixo com custo recorrente (repetitivo).

Martins (2001) ainda explica que todos os custos podem ser classificados em fixos e variáveis ou em diretos e indiretos simultaneamente como, por exemplo, a matéria-prima é custo direto e variável, os materiais de consumo são normalmente custos indiretos e variáveis, os seguros da fábrica são custos indiretos e fixos, entre outros.

2.3 Custos de Energia Elétrica em uma Indústria

O gerenciamento da energia elétrica é de fundamental importância para uma indústria por diversas razões, destacando-se a questão do custo final dos produtos e a preocupação com o meio ambiente. A seguir será apresentada a revisão bibliográfica sobre os custos da energia elétrica.

2.3.1 Por que economizar energia?

O Brasil é um país muito rico em recursos naturais, especialmente em recursos hídricos. Dessa forma, a energia elétrica consumida é predominantemente gerada pelas usinas hidrelétricas, que são recursos naturais que não podem ser expostas a uma exploração sem controle sob risco de se ter a degradação ambiental, difícil de ser reconstruída na sua totalidade. Os principais danos ambientais que podem ocorrer são: alterações climáticas no planeta, efeito estufa, buraco na camada de ozônio, poluição do ar, da água e do solo, escassez de água potável e exclusão social (SANTIAGO JR. *et al.*, 2003a).

Diante de todos esses fatores é necessário que as necessidades do ser humano sejam supridas através da utilização racional dos recursos naturais, preservando o meio ambiente e, com isso otimizar os recursos disponíveis.

De acordo com Santiago Jr. *et al.* (2003a), a economia de insumos energéticos gera diversas vantagens e benefícios. Para a sociedade como um todo esta economia permite a obtenção de maiores benefícios para a população, uma vez que haverá maior disponibilidade de energia. Além disso, evitando o desperdício, o país disponibiliza mais recursos para investir na área social. Para o meio ambiente, a economia dos recursos energéticos leva a uma redução dos impactos ambientais, tais como: de alagamento, desmatamento, poluição atmosférica/efeito estufa (gás carbônico), radiação nuclear e lixo atômico.

Para as empresas, a economia de energia elétrica proporciona: a) sustentabilidade do negócio, pois possibilita aumento no suprimento de energia para atender as necessidades futuras da empresa; b) viabilidade econômica do negócio, através da economicidade das fontes de energia e dos processos energéticos empregados; c) ganhos de marketing, pois uma empresa ecologicamente correta causa impacto positivo junto ao mercado e aos clientes, decorrentes da melhoria da imagem; d) custos de produção, levando à redução das despesas diretas referentes ao consumo ineficiente de energia; e) aumento da produtividade pela elevação do volume de produção com o mesmo consumo energético; f) melhoria do ambiente de trabalho e da segurança através do incremento e participação dos colaboradores devido à melhoria do ambiente, com adequação de instalações e equipamentos aos novos processos de trabalho (SANTIAGO JR. *et al.*, 2003a).

Para o País, a economia de energia proporciona menores investimentos em usinas hidrelétricas e termelétricas, contribuindo para o menor endividamento e ganho de competitividade internacional. Além disso, leva a maior atração de novos investimentos e geração de emprego e renda, assim como a garantia do suprimento de energia elétrica.

Importante destacar que no Brasil verificou-se um aumento de consumo no período 1970/1999, o qual foi acompanhado por um igual aumento no fornecimento, proporcionado pelo milagre econômico da década de 1970 e amparado pela utilização de parcela do grande potencial energético do Brasil. As concessionárias dos serviços de energia, em grande parte, estaduais e federais, investiam em grandes projetos hidroelétricos nesse período. Estas hidrelétricas produziam, até 1988, 93% da eletricidade consumida no país (BEN, 2006).

A filosofia das concessionárias, incentivando o uso da eletricidade calcado numa rápida expansão do fornecimento, sem pesar custos ou questões ambientais, está abandonada; mesmo porque existem outras áreas mais prementes de investimentos, como saúde, habitação e educação (CARDOSO, 2002).

Em paralelo, novas alternativas energéticas foram sendo tentadas, como gás natural, termo-eletricidade e também a importação de energia, concomitantemente com a intenção de aumentar a eficiência dos equipamentos no uso da eletricidade, pois economizar e racionalizar o uso da energia custa muito menos que gerá-la (GELLER *apud* CARDOSO, 2002).

Apesar de a oferta ter acompanhado a demanda até o final da década de noventa, alerta-se para o fato de que a economia sofreu forte retração a partir de meados dos anos noventa; estando, a oferta, associada à renovação de investimentos públicos no setor, que até 1975 giravam em torno de 8% a 10% dos investimentos totais, chegando ao ápice em 1984, quando alcançou 24% do total. Atualmente encontra-se na faixa dos 8 a 9% do investimento total (BEN, 2000).

A situação começa efetivamente a preocupar, e nos anos de 1999 e 2000 apontam para uma iniciante defasagem oferta-demanda de energia, principalmente eletricidade. A partir de 1987, quando a energia elétrica não estava mais sobrando na região Sudeste, não só foram suspensas as tarifas "incentivadoras" como também receberam aumento no preço, o que gerou a volta de algumas indústrias aos fornos e caldeiras não-elétricas (CARDOSO, 2002).

Segundo Santiago Jr. *et al.* (2003a), a demanda mundial de energia deverá dobrar até 2010 e 8% da população mundial não possuirá energia elétrica. Isto justifica a preocupação em economizar energia, pois, assim tem-se a diminuição da necessidade de instalação de novas hidrelétricas, evitando a degradação do meio ambiente nas áreas alagadas para construção dessas usinas, no que diz respeito à fauna, flora e questões sociais. Há ainda a ocupação de grandes faixas de terra, onde as linhas de transmissão são instaladas, modificando a paisagem natural.

Enquanto a comunidade científica estuda novas fontes renováveis e baratas de energia, de modo a substituírem as não-renováveis, devemos nos conscientizar que não racionalizando o uso estamos contribuindo para a degradação ambiental.

2.3.2 Indicadores de energia elétrica

Os indicadores ou parâmetros são números que expressam como a energia elétrica está sendo utilizada. Os principais são: consumo, demanda, fator de carga, fator de potência, consumo específico e preço médio (SANTIAGO JR. *et al.*, 2003).

O consumo é a quantidade de energia elétrica, expressa em kWh, utilizada durante um período de trinta dias ou 730 horas/mês. Para calcular o consumo de cada equipamento, basta multiplicar a potência (Watts) pelo número de horas em que ele for usado no mês e dividir o resultado por mil para se obter o kWh.

A energia está relacionada com a potência utilizada ao longo do período de 730 horas/mês. Quanto maior for o número de máquinas, lâmpadas, aparelhos de ar condicionado e computadores ligados, por exemplo, maior será a quantidade de energia consumida. O consumo (kWh) também aumenta com o acréscimo do número de horas trabalhadas (hora extra) após o término do expediente, pois as máquinas ficam ligadas por mais tempo e, conseqüentemente, consomem mais energia.

A demanda é uma medida de potência elétrica expressa em kW. Este parâmetro indica a soma de vários aparelhos elétricos utilizados em um intervalo de tempo (15 minutos). O aparelho medidor faz uma varredura a cada 15 minutos e pesquisa com qual potência sua empresa está trabalhando. Em 730 horas, que corresponde a um mês, o aparelho medidor faz 2.920 leituras

de demanda, sendo que a legislação estabelece que será considerado, para efeito de faturamento, o maior valor entre a demanda registrada e demanda verificada por medição; a demanda fixada em contrato de fornecimento com a concessionária.

O fator carga é um parâmetro elétrico que expressa o grau de utilização da demanda máxima de potência. Este indicador varia de zero a um: próximo de um indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Um fator baixo de carga indica que houve concentração no consumo de energia elétrica em um período curto de tempo, isto é, se a empresa ligar quase todas as máquinas, luminárias e demais aparelhos por um pequeno intervalo de tempo, o fator de carga será baixo. O ideal é trabalhar com a menor demanda (kW) no maior intervalo de tempo. Quanto mais alto for o fator carga, menor será o preço médio. O custo da energia elétrica decresce exponencialmente em relação ao crescimento do fator de carga.

Fator potência é o número que indica o quanto de energia elétrica é transformada em outras formas de energia. A energia elétrica consumida por uma instalação pode ser dividida em duas formas: a) energia ativa é a parcela de energia transformada em energia técnica, luminosa etc.; b) energia reativa é a parcela não transformada. Os motores precisam de parte dessa energia reativa para funcionar. Ela é transformada em corrente de magnetização existente nos motores elétricos e transformadores. Juntas, a energia ativa e reativa constituem a energia aparente, que é a energia total transmitida à carga.

De acordo com Santiago Jr. *et al.* (2003), a correção do fator de potência apresenta quatro vantagens: a) econômica; b) liberação da capacidade elétrica no sistema de distribuição de energia; c) elevação do nível de tensão; e d) redução nas perdas de energia.

Ainda de acordo com esses autores, máquinas que ficam ligadas sem estar trabalhando; motores e transformadores superdimensionados; grande quantidade de motores de pequena potência; lâmpadas de descarga fluorescentes, vapor de mercúrio e vapor de sódio sem reatores de alto fator de potência constituem as causas mais comuns do baixo fator de potência.

A energia elétrica também pode ser considerada como matéria-prima nas empresas, ou seja, pode-se calcular quanto se gasta de energia para a execução de determinada tarefa. Estes

números são obtidos pela divisão entre o consumo do mês (kWh) pela produção física do mês correspondente (unitária).

O preço médio do kWh é estabelecido de acordo com a classificação da unidade consumidora, Grupo B e Grupo A. Para o Grupo B, o preço médio representa o preço da energia elétrica pago pelo consumidor para cada kWh consumido. Uma forma simplificada de calcular o preço médio mensal de cada kWh na empresa consiste em dividir o total da conta do mês (R\$) pelo consumo de energia do mês (kWh). Para o Grupo A, o preço médio varia em função do fator de carga da unidade consumidora. Quanto mais alto for o fator de carga, mais baixo será o preço médio da energia elétrica paga pela unidade consumidora.

2.3.3 Conta de energia elétrica industrial

A conta de energia de cada empresa é única, mas a informação fornecida na conta na maioria dos casos inclui, segundo o SENAI (2002), os itens descritos a seguir.

Quilowatt-Hora Consumido (kWh), que se refere à energia consumida desde a última leitura do medidor, e pode incluir valores para períodos de pico e fora de ponta.

A cobrança de demanda (kW e/ou kVA) é a demanda máxima experimentada durante o período de cobrança. Um, ou os dois valores, podem ser medidos e listados. Se ambos são fornecidos, o fator potência está no momento de demanda máxima. Além disso, o valor da demanda máxima para ambos os períodos de ponta e fora de ponta podem ser listados (SENAI, 2002).

O código de tarifa determina que tarifa de cobrança é aplicada para as leituras de consumo e demanda, o que depende de cada empresa em particular.

O número de dias cobertos pela conta também é discriminado na conta de energia. Isso é importante porque o tempo entre as leituras pode variar em até mais ou menos cinco dias, tornando alguns custos mensais artificialmente mais altos ou mais baixos.

A data de leitura também consta da conta de energia. Os dias cobertos e a data de leitura podem ser utilizados para correlacionar aumentos de consumo e demanda com fatores dependentes de produção ou do clima.

Santiago Jr. *et al.* (2003), ainda mencionam que na conta de energia tem o vencimento, ou seja, a data em que a conta de energia elétrica deverá ser paga; os impostos, ou seja, o valor monetário relativo à tributação, o qual varia conforme a Unidade da Federação; o histórico de faturamento, que são informações sobre o consumo nos últimos meses; e o valor total a pagar em reais.

2.3.4 Sistema de tarifação

Estrutura tarifária é definida por Santiago Jr. *et al.* (2003b) como o conjunto de tarifas aplicáveis aos componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência ativa, de acordo com a modalidade de fornecimento. As tarifas de energia elétrica variam conforme a opção contratual firmada entre a empresa e a concessionária.

Se a empresa recebe energia em baixa tensão (Grupo B), pagará somente o consumo mensal em kWh. Se a empresa recebe energia elétrica em alta tensão (Grupo A), pagará de acordo com o contrato firmado com a concessionária, pelos valores de consumo (kWh) e demanda (kW) nas opções de tarifas convencional ou horosazonal verde ou azul.

Empresas alimentadas em baixa tensão (Grupo B) podem reduzir seu custo com energia elétrica se tiverem a seguinte condição: possuírem carga instalada superior a 75 kW; apresentarem uma demanda (medida de potência) igual ou superior a 30 kW.

Potência/carga instalada é a quantidade de energia elétrica solicitada do sistema elétrico (watts). Por outro lado, potência instalada/carga instalada pode ser obtida, somando todas as potências identificadas nas plaquetas dos equipamentos e lâmpadas e dividir o resultado por mil. O resultado é a potência instalada em kW.

As tarifas de energia elétricas em vigor são denominadas binômias por terem dois componentes básicos na definição do seu preço: um componente relativo à demanda (expressa em kW); outro componente relativo ao consumo de energia ativa (expresso em kWh).

Com este tipo de tarifa, não existe diferença de preço ao longo das horas, nem são levados em consideração os períodos do ano. Esta é denominada tarifa convencional.

As empresas são tarifadas pelo consumo de energia e pela maior demanda de potência registrada ou contratada. A tarifa independe da hora do dia e do período do ano em que a energia elétrica for utilizada.

É indicada para empresas que utilizam processo contínuo de produção ou prestação de serviços, sem possibilidade de modulação, e também para empresas cuja maior demanda de energia elétrica ocorre no horário de ponta (em que se registra o auge de consumo).

As tarifas horo-sazonais se subdividem em duas: horo-sazonal verde e horo-sazonal azul. Para entender o que são essas modalidades, é necessário explicar como é utilizada a energia elétrica de uma cidade ou região ao longo do dia. A Figura 2.3, denominado “curva de carga”, ilustra bem essa questão.

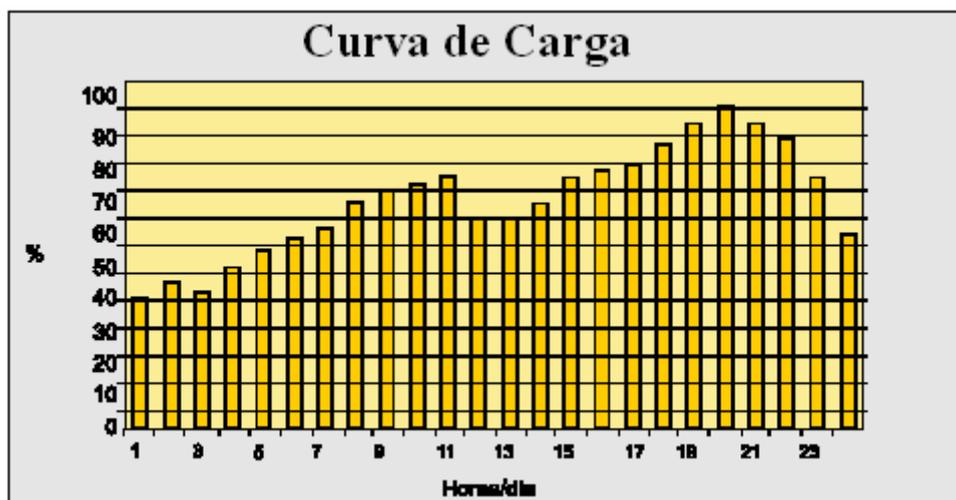


Figura 3 – Curva de carga

Fonte: Santiago Jr. *et al.* (2003b)

No horário das 17h às 22h, existe um aumento do uso de eletricidade, que decorre de diversos fatores. Neste horário, a iluminação pública e os chuveiros elétricos nas residências são ligados, exercendo forte influência na curva de carga. Outro componente que contribui para o aumento do consumo de energia é a demanda das indústrias – muitas empresas permanecem trabalhando nesse horário. O comércio, com a iluminação das vitrines, principalmente nos *shopping centers* (que encerram suas atividades entre 21h e 22h), também ajudam a elevar o consumo. Este intervalo em que ocorre maior carregamento é denominado “horário de ponta”. No horário de ponta, o atendimento de cada novo consumidor tem custo adicional para a concessionária, porque exige a ampliação do sistema.

Além do componente de carga ao longo do dia, o mercado de energia é afetado também pela disponibilidade média de água nos mananciais. Em função da disponibilidade hídrica, foram classificadas duas épocas do ano: o fornecimento de energia no período seco impõe a necessidade de construir grandes reservatórios para estocagem de água. Eventualmente, é necessário colocar em operação usinas térmicas alimentadas por combustíveis derivados do petróleo, o que implica aumento de custos para as concessionárias. Devido a essas características do comportamento da carga, ao longo do dia e do ano, foi concebida uma estrutura tarifária denominada horo-sazonal.

Essa tarifa prevê preços diferenciados da energia elétrica de acordo com o horário (de ponta e fora de ponta) e o período do ano (seco e úmido) em que ela for utilizada.

Entre os meses de maio e novembro, é o período em que a disponibilidade de água nos mananciais é mínima (período seco). Entre dezembro de um ano e abril do ano seguinte, é o período de maior precipitação pluviométrica (período úmido). É a modalidade de tarifa definida em função da hora do dia e dos períodos do ano em que a energia é utilizada.

Possui tarifas diferenciadas de consumo na ponta e fora de ponta, com uma única demanda de potência. É ideal para empresas que: podem reduzir a demanda de potência e o consumo de energia no horário de ponta; têm todo o funcionamento fora do horário de ponta.

A tarifa horo-sazonal verde, possui tarifas diferenciadas de consumo e demanda na ponta e fora da ponta. É ideal para empresas que podem reduzir, parcialmente, a demanda de potência e o consumo de energia no horário de ponta. Tem como limite de tolerância para aplicação de tarifa de ultrapassagem 10% para unidade consumidora limitada em tensão inferior a 69 kV.

No entanto, deve-se observar que todas as modalidades estão sujeitas a multa de ultrapassagem de demanda estabelecida em contrato, aplicável sobre a diferença positiva entre a demanda medida e a contratada.

A tarifa horo-sazonal azul possui tarifas diferenciadas de consumo e demanda na ponta e fora da ponta. É ideal para empresas que podem reduzir, parcialmente, a demanda de potência e o consumo de energia no horário de ponta. Tem como limite de tolerância para aplicação de

tarifa de ultrapassagem 5% para unidade consumidora limitada em tensão igual ou superior a 69 kV e 10% para unidade consumidora ligada em tensão inferior a 69 kV.

2.3.5 Contrato de energia elétrica por tipo de consumidor

Cada consumidor de energia faz com a concessionária um contrato, conforme Resolução 456/2000 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que estabelece as Condições Gerais do Fornecimento de Energia Elétrica. Segundo SENAI (2002) os consumidores são divididos em duas categorias, sendo Grupo A e Grupo B.

Aqueles que pertencem ao Grupo A são consumidores de alta tensão; aqueles que têm um transformador próprio ou de uso coletivo e recebe energia elétrica em alta tensão, isto é, em tensão maior ou igual a 2.300V. As tensões mais usuais são 13,8kV ou 23,8kV.

No grupo B encontra-se o consumidor de baixa tensão é aquele ligado na rede da concessionária com tensão menor que 2.300V. As tensões mais usuais são 220/127V e 380/220V.

2.4 Medidas de Eficiência Energética

De acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica, a energia total em um sistema isolado é constante e, conforme a Segunda Lei, a entropia de um sistema isolado tende a um máximo. A eficiência energética de um processo pode ser medida em termos da Primeira ou da Segunda Lei. Pela Primeira Lei, a eficiência é a razão entre a energia que sai do processo e a energia que entra nele. Pela Segunda Lei, o quadro é diferente e a eficiência pode ser definida como a razão entre a energia mínima teoricamente necessária para a realização de um processo e a energia efetivamente usada no processo. Neste caso, os processos de transformação têm a energia como principal insumo e seu produto também é medido em termos de energia. Esta é a abordagem termodinâmica, que a rigor, é a única definição precisa de eficiência energética (MARTINS, 1999).

Entretanto, em termos econômicos, os produtos são medidos em valores ou unidades físicas de massa. Exemplificando: em determinado processo tem-se a energia como insumo e seu produto medido por dólares ou toneladas (MARTINS, 1999).

O inverso da eficiência energética, tal como definida acima, é a intensidade energética de um produto ou processo. Esta pode ser expressa como a quantidade de energia por unidade de produto, sendo os indicadores mais utilizados “kWh/US\$” e “kWh/ton.”. No Brasil, assim como nos EUA, Canadá, Reino Unido, França, Japão, Coreia do Sul e México, utiliza-se principalmente os indicadores de intensidade energética para medir a eficiência energética/conservação de energia (MARTINS, 1999).

Na realidade, entende-se por eficiência energética o conjunto de práticas e políticas, que reduza os custos com energia e/ou aumente a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração, que podem ser resumidas em: planejamento integrado dos recursos; eficiência na geração, transmissão e distribuição; gerenciamento pelo lado da demanda; eficiência no uso final (MARTINS, 1999).

2.4.1 Aspectos motivacionais

A motivação é um dos grandes segredos de qualquer planejamento em uma organização que busca melhoria e aumento de produtividade. Nada pode ser feito sem motivar as pessoas (ABRANTES, 2001).

Para o sucesso de um sistema de gestão energética, o fator humano apresenta elevada relevância. Os equipamentos usam energia, mas são as pessoas que controlam os equipamentos. Em outros termos, gerenciar energia é no fundo gerenciar pessoas (ARAGÃO NETO, 2005).

Aragão Neto (2005) cita que o Programa GERBI – *Greenhouse Gás Emissions Reduction in Brazilian Industry* constitui uma iniciativa financiada principalmente pelo *Canadá Climate Change Development Found – CCCDF*. Com o objetivo de apoiar a construção de bases de mercado permanentes para redução de emissões de gases causadores do efeito estufa pela indústria, tendo por base o uso eficiente de insumos energéticos. Esse programa teve início, no Brasil, em outubro de 2002, com duração de 32 meses. O GERBI atuou em três vertentes: treinamento, apoio a projetos de demonstração de gestão energética e apoio a projetos de demonstração elegíveis no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. As ações de treinamento tiveram públicos-alvos diferentes, tendo sido enfatizada como estratégia a capacitação em aspectos gerenciais, uma vez que foram trabalhados temas como motivação para gestão

energética, passos para o estabelecimento de uma política energética corporativa, ferramentas para monitoramento do uso de energia e valoração dos resultados de programas de gestão energética.

2.4.2 Aspectos técnicos

Na realização de diagnósticos energéticos, a análise do sistema de iluminação é essencial, pois além de ser um dos usos finais mais fáceis em se aplicar ações de uso racional e eficiente de energia elétrica, a iluminação corresponde também ao segmento com maior participação do consumo global de instalações comerciais e de ensino (SENAI, 2002).

Há inúmeras ações que promovem o aumento da eficiência e da eficácia de um sistema de iluminação. Entre estas ações incluem-se o emprego da tecnologia de iluminação mais adequado às atividades desenvolvidas, máximo aproveitamento possível da iluminação natural, segmentação dos acionamentos do sistema de iluminação, uso de detectores de presença, uso de equipamentos gerenciadores de energia (controladores de carga), implementação de um programa de manutenção efetivo e educação dos usuários (SENAI, 2002).

2.4.3 NBR 5413/92

A NBR 5413 trata da iluminância de interiores, estabelecendo os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde sejam realizadas atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras.

Para aplicação da NBR 5413 se faz necessário consultar a NBR 5382, que trata da verificação da iluminância de interiores.

2.5 Iluminação

O emprego de uma tecnologia de iluminação adequada às atividades desenvolvidas é essencial para a eficiência e eficácia do sistema. Sistemas de iluminação mal projetados podem reduzir a performance e prejudicar a saúde dos usuários, além de desperdiçar energia elétrica (SENAI, 2002).

2.5.1 Avaliação do local

Iluminância é definida pela NBR 5413 como o limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um determinado ponto, para a área da superfície quando esta tende para o zero. Já em Creder (2002) apresenta a seguinte definição: “iluminância, anteriormente chamada de iluminamento, de uma superfície plana, de área igual a 1m² que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 lúmen, uniformemente distribuído, é a densidade superficial de fluxo luminoso recebido”.

De acordo com Creder (2002), os fatores velocidade e precisão da tarefa executada no local, idade das pessoas e refletância do fundo da tarefa devem ser determinadas. Nele estão definidos os níveis dessas características e a elas são determinados pesos para que seja determinado o nível ideal de iluminância que o local deve ter. A iluminância de um local é extremamente importante. Se ela for insuficiente ou excessiva poderá refletir de forma negativa sobre o desenvolvimento da tarefa no local, além de causar desconforto para quem ocupa essa área.

Segundo Slack *et al.* (2002), alguns tipos de atividades delicadas e que exigem precisão necessitam de níveis altos de iluminação e, em outros casos, em que trabalhos menos delicados são exercidos, os níveis de iluminação pode ser diminuído.

2.5.2 Lâmpadas

As lâmpadas fornecem a energia luminosa com o auxílio das luminárias, que são os seus sustentáculos, que lhes proporcionam melhor rendimento luminoso, melhor proteção contra as intempéries, ligação à rede, além da estética visual (CREDER, 2002).

As lâmpadas podem ser, basicamente, de dois tipos: incandescentes ou de descargas. As lâmpadas incandescentes podem ser para iluminação geral, de quartzo (halógenas). As incandescentes para iluminação geral podem ser usadas em luminárias com lâmpadas do tipo refletoras. As luvas de quartzo são um tipos aperfeiçoados de lâmpadas incandescentes, constituídas por um tubo de quartzo, dentro do qual existem um filamento de tungstênio e partículas de iodo, flúor e bromo adicionados ao gás normal. Suas vantagens sobre as incandescentes comuns é a vida mais longa, ausência de enegrecimento do tubo, alta

eficiência luminosa, excelente reprodução de cores e dimensões reduzidas. Existem ainda outros tipos de lâmpadas incandescentes com aplicações específicas (CREDER, 2002)

As lâmpadas de descarga podem ser fluorescentes, mista, vapor de mercúrio e vapor de sódio de alta pressão. As lâmpadas fluorescentes, por seu ótimo desempenho, são as mais indicadas para iluminação de interiores, como indústrias, lojas, etc., com espectros indicados para cada aplicação. A luz mista apresenta uma eficiência inferior a da lâmpada fluorescente, mas superior a da incandescente. As lâmpadas de vapor de mercúrio são empregadas em interiores de grandes proporções, em vias públicas e áreas externas. As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão são as que apresentam a melhor eficiência luminosa, proporcionando maior economia de energia do que qualquer tipo de lâmpada (CREDER, 2002).

2.5.3 Luminárias

Luminárias, segundo ABNT (*apud* Iwashita, 2004), são aparelhos que distribuem, filtram ou transformam a luz emitida por uma ou mais lâmpadas e que compreendem, com exceção das próprias lâmpadas, todas as partes necessárias para sustentar, fixar e proteger as lâmpadas e, quando necessários, circuitos auxiliares, bem como os meios para ligá-las à rede de alimentação.

A principal função de uma luminária, segundo Alvarez (*apud* Iwashita, 2004), é distribuir de maneira adequada a luz emitida pelas lâmpadas sobre o plano de trabalho. Com esta finalidade, as luminárias podem possuir diferentes componentes de controle de luz.

Para facilitar a organização e especificação de fabricantes e profissionais de iluminação, as luminárias são classificadas conforme várias categorias: aplicação, montagem, tipo de fonte luminosa, construção e características fotométricas (Iesna *apud* IWASHITA, 2004).

A análise da eficiência energética de uma luminária depende do seu desempenho dentro de um grupo com mesmas características, isto porque cada luminária possui necessidades específicas conforme seu tipo de aplicação (seja comercial, industrial ou decorativa), possui características específicas conforme o tipo de fonte luminosa para qual foi projetada (seja pontual, linear, concentrada ou difusa) e características fotométricas específicas conforme tipos de componentes utilizados em sua construção.

As luminárias, segundo Caddet *apud* Iwashita (2004), não produzem economias de energia diretamente, porém podem contribuir significativamente para economias de energia do sistema através da otimização do desempenho de cada um de seus componentes.

As luminárias dividem-se em luminárias de embutir, de sobrepor e pendente e caracterizam-se pela presença ou ausência de componentes de controle de luz (IWASHITA, 2004).

Com base nos estudos realizados e até aqui apresentados sobre consumo de energia, custos industriais, eficiência energética e iluminação, veremos nos próximos Capítulos um estudo sobre como podemos minimizar custos com energia elétrica, racionalizando o seu uso. Para tanto, foi desenvolvida uma análise da iluminação de uma indústria e realizada uma proposta de re-adequação da iluminação, como forma de minimização de custos e economia de energia elétrica.

3 METODOLOGIA

3.1 Apresentação da Empresa

A Cooperativa Agroindustrial COCAMAR possui sua sede na cidade de Maringá, Estado do Paraná, possuindo um complexo industrial estando inserido nele a sua indústria de fios de algodão.

A indústria de fios iniciou suas atividades em 22 de outubro de 1982, objetivando a agregação de valor ao algodão que é entregue por seus associados, trabalhando exclusivamente com fios 100% algodão. No ano de 1988 passou a produzir também fios mistos, resultado da combinação da fibra de algodão com outras fibras artificiais e sintéticas, como por exemplo, o poliéster, a viscose, etc.

Desde o seu início de implantação muitos avanços tecnológicos foram promovidos, visando aumentar a qualidade dos fios e, conseqüentemente, atender aos clientes de forma satisfatória, motivo pela qual a indústria se preocupa constantemente em melhorar a sua estrutura e processo produtivo.

A indústria é altamente comprometida com a qualidade, satisfação dos seus clientes e colaboradores.

3.2 Análise de Iluminação da Indústria de Fios

Diante do exposto no item anterior, a indústria propôs que se fizesse um levantamento para estudo da viabilidade em readequar a sua iluminação, visando o menor consumo de energia possível e a adequação ao trabalho.

Para que o trabalho pudesse ser realizado, iniciou-se com uma visita em todas as áreas da fábrica (produção, administrativo, técnico, etc.) para conhecer toda a estrutura, bem como as atividades desenvolvidas em cada setor a ser estudado.

O trabalho iniciou-se com o levantamento da potência total instalada da fábrica e demais áreas de apoio, com o auxílio do Setor Elétrico/Eletrônica. Os dados que constam do relatório de

potência instalada foram conferidos e modificados quando necessário, já que os mesmos partiram de um relatório já existente.

Seguidamente as áreas que compõem toda a indústria foram vistoriadas e os dados referente a iluminação, como número de luminárias, lâmpadas e sua potência e dimensões do local foram anotados em uma planilha, conforme Anexo 1 (Tabela A: “Potência Total Instalada em Iluminação da Indústria”). As áreas que compõem a indústria são: o piso superior da Fiação I, piso superior da Fiação II, piso inferior da Fiação I, piso inferior da Fiação II, produção da Fiação I, produção da Fiação II, área externa da fábrica, departamento administrativo e centro de treinamento. Com os dados contidos nesta Tabela, foi possível realizar o levantamento da potência total em iluminação da indústria.

O trabalho prosseguiu com a realização da medição do total de iluminância (em lux) de cada ambiente, utilizando o luxímetro da marca instrutherm LDR-380 Light Meter. As medidas foram realizadas no inverno (estação do ano onde a luz natural é a mais fraca), portanto os níveis de iluminamento propostos estão ajustados com base no período com menos iluminância, sendo que para as outras estações do ano atendem às necessidades. Algumas medidas foram realizadas em horário noturno, em ambientes onde há iluminação natural durante o dia, para que os valores correspondessem à quantidade de lux do ambiente sem a interferência da luz do dia. Assim, assegura-se um iluminamento adequado em horários que não há luz natural. A medida apresentada de cada setor corresponde a uma média de três medições, sendo realizada na altura em que se realizam as tarefas.

Para que o trabalho pudesse ser analisado e os resultados obtidos de forma satisfatória, utilizou-se como referência a NBR 5413/92 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, para que a proposta sugerida atendesse aos níveis de recomendados pela norma. Todas essas informações constam do Anexo 2 (Tabela B: “Medidas Realizadas (lux) e Resultados Obtidos”).

As dimensões dos locais (m^2) foram obtidas através da planta baixa da fábrica; já no Departamento Administrativo, Centro de Treinamento, Vestiários e Portaria, os valores foram obtidos através de medidas realizadas no local. Com essas medidas, foi possível constatar quais locais estavam com excesso de iluminação, com iluminação adequada e com falta de

iluminação, sendo que toda a análise realizada foi voltada para dois aspectos: diminuição do consumo de energia elétrica e adequação da iluminação, já que nas medições realizadas, observou-se que em alguns ambientes havia excesso de iluminação e, em outros, iluminação insuficiente.

3.3 Métodos de Cálculo de Iluminação

A quantidade de iluminação de um ambiente deve ser obtida, levando-se em consideração alguns aspectos pertinentes ao local. As atividades desenvolvidas, pessoas e características físicas do ambiente devem ser relatadas e consideradas quando da realização dos cálculos. Os seguintes aspectos devem ser considerados:

- Características da tarefa executada;
- Idade das pessoas que realizam a tarefa;
- Refletância do fundo da tarefa;
- Velocidade e precisão exigida;
- Faixa para cada grupo de tarefas visuais.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Potência Instalada Total da Indústria

Levantou-se a potência instalada total da fábrica, que é de 6.428.681 W e, em seguida, obteve-se o total da potência instalada da iluminação, que é de 203.602 W, valor este que corresponde a 3,17% da potência total, conforme demonstra o cálculo abaixo:

$$R = \frac{P_i}{P_t} \times 100 \quad (1)$$

onde:

P_i = Potência instalada em iluminação

P_t = Potência instalada total da indústria

R = % representada pela iluminação

sendo:

$P_i = 203.602 \text{ W}$

$P_t = 6.428.681 \text{ W}$

tem-se que:

$$R = \frac{203.602\text{W}}{6.428.681\text{W}} \times 100 = 3,17\%$$

Dessa potencial total instalada, 680W corresponde a luz negra, que é utilizada em um ambiente, onde é realizado o controle de qualidade visual dos fios produzidos. Por ser uma iluminação especial, não realizamos a avaliação deste local.

4.2 – Análise dos Dados Obtidos

Através da medição (lux) realizada em cada ambiente, obteve-se um resultado comparativo com a NBR 5413/92, indicando adequação, falta ou excesso de iluminação, conforme nos mostra o Anexo 2 (Tabela B). Os valores adotados da NBR correspondem à média de lux sugeridos, podendo-se diminuir em até 30%, garantindo ainda que o local esteja em condições ideais.

Nesta análise foram avaliadas 158 áreas, onde determinou-se os locais com excesso, falta e com iluminação adequada. A Tabela 4.1 indica essa quantidade e quanto ela representa sobre o total de áreas avaliadas. Constatou-se que os locais com falta de iluminação representam mais da metade das áreas avaliadas.

Tabela 1: Quantidade de Locais Avaliados e Resultados Obtidos

Resultado Obtido	Quantidade de Locais	Representabilidade
Áreas com Excesso de Iluminação	59	37,34 %
Áreas com Falta de Iluminação	83	52,53 %
Áreas com Iluminação Adequada	16	10,13 %
TOTAL:	158	100,00 %

O fato da falta de iluminação prevalecer na maioria das áreas não significa que a nova potência instalada sugerida seja maior do que a já existente. Com o avanço da tecnologia, novos tipos de lâmpadas, mais eficientes e com menor potência foram surgindo no mercado fornecedor, justificando a proposta de readequação também dos locais com falta. Já nos locais com excesso a diminuição pode ser significativa. Nos locais em que existe iluminação adequada não será necessário realizar readequação, mas o estudo é viável já que podemos manter o nível de iluminação existente, com a diminuição da potência instalada.

4.3 Estudo de Luminotécnica

Para que o dimensionamento pudesse ser realizado, uma pesquisa no mercado fornecedor de lâmpadas mostrou as mais eficientes e econômicas, e assim as fluorescentes da marca Philips foram escolhidas para o dimensionamento, conforme abaixo:

- lâmpadas fluorescentes de 54W, com fluxo luminoso de 4.450 lúmens;
- lâmpadas fluorescentes de 28W, com fluxo luminoso de 2.900 lúmens;
- lâmpadas fluorescentes de 14W, com fluxo luminoso de 1.350 lúmens;
- lâmpadas fluorescentes compactas integradas de 28W, com fluxo luminoso de 1.400 lúmens.

As lâmpadas que existem atualmente na indústria, com suas quantidades de lúmens quando novas são:

- 20W com fluxo luminoso de 1.100 lúmens;
- 40W com fluxo luminoso de 2.600 lúmens;
- 110W, com com fluxo luminoso de 7.600 lúmens.

Com isso podemos observar que as lâmpadas escolhidas possuem um fluxo luminoso maior e uma potência menor.

No caso em que há iluminação incandescente e a forma como é instalada, observou-se que só mudando o tipo de lâmpada, o resultado seria satisfatório, não necessitando investir na troca do soquete. Com a troca das lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes compactas integradas, pode-se reduzir o consumo de energia em cada ponto de iluminação em até 80%, aumentando ainda a vida útil da lâmpada, já que a da fluorescente é maior. Segundo o fabricante, essas lâmpadas possuem uma vida média de 08 anos.

Analisando o tipo de lâmpada nos locais onde há lâmpada mista, sugere-se que a troca seja feita por lâmpada fluorescente, mas nos locais onde existe umidade, sugerimos que a troca seja feita por lâmpadas de vapor metálico, também da marca Philips, pois estas lâmpadas possuem um fluxo luminoso maior que a mista, não sendo vulnerável à umidade, ao contrário da fluorescente.

Comparando-se o fluxo luminoso das lâmpadas mistas existentes com as novas lâmpadas sugeridas, observa-se que:

- lâmpadas mista de 250W possuem um fluxo luminoso de 5.600 lúmens;
- lâmpadas mista de 160W possuem um fluxo luminoso de 3.100 lúmens;
- lâmpadas vapor metálico de 150W possuem um fluxo luminoso de 14.000 lúmens;
- lâmpadas vapor metálico de 70W possuem um fluxo luminoso de 5.200 lúmens.

Com essas sugestões de mudança de lâmpadas podemos diminuir a potência instalada em iluminação da indústria e garantir um iluminamento adequado à cada ambiente.

4.4 Método para dimensionamento da iluminação da indústria

De acordo com a escolha das lâmpadas, cada uma das situações encontradas (adequada, falta, excesso e área externa) foram tabeladas e os cálculos da nova iluminação sugerida realizados. Para encontrar o valor ideal em lux dos ambientes, foi realizado um cálculo de número de lâmpadas utilizando o fluxo luminoso das lâmpadas sugeridas, através da equação do Método das Eficiências, sugerida pelo SENAI:

$$n = \frac{A \times Em \times Fd}{\phi \times Fu \times Bf} \quad (2)$$

onde:

n = Número de Lâmpadas;

A = Área do Local (em m²);

Em = Iluminância Média (em lux, de acordo com a norma NBR);

Fd = Fator de Depreciação = 1,25 (relaciona o fluxo emitido no fim do período de manutenção da luminária e o fluxo luminoso inicial da mesma);

ϕ = Fluxo Luminoso de Lâmpadas (em lúmens);

Fu = Fator de Utilização = 0,5 (relaciona o fluxo luminoso inicial imediato pela luminária (fluxo total) e o fluxo recebido no plano de trabalho (fluxo útil);

Bf = Fator de Iluminação do Reator = varia entre 0,88 a 0,95, mas neste caso utilizou-se a média que é de 0,91.

Nesta equação estão contidas, de forma implícita, todas as características pertinentes ao local citadas anteriormente.

4.5 Dimensionamento da iluminação

De acordo com o método de cálculo e tipo de lâmpadas escolhidas, todos os ambientes foram dimensionados, utilizando a mesma equação e o mesmo critério em todas as situações, conforme descreve-se a seguir.

4.5.1 Dimensionamento da iluminação da área externa da indústria

Para os ambientes externos não existe critério para dimensionamento de iluminação segundo a NBR, mas devem-se garantir a segurança e iluminação suficiente para o trânsito das pessoas. Estes dados constam do Anexo 3 (Tabela C: “Medidas de Iluminação – Área Externa”). Nesta tabela constam os locais, lâmpadas utilizadas, quantidade, potência unitária e total e as medidas (lux) realizadas no período noturno. Constatou-se que a potência total da área externa corresponde a 14.685 W, ou seja, 7,24% da potência total instalada.

Embora não haja critério para este dimensionamento, realizou-se sugestões para troca de lâmpadas, visando a diminuição da potência instalada. Essa sugestão consta do Anexo 4: (Tabela D: “Dimensionamento da Iluminação – Área Externa”), onde outros tipos de lâmpadas são sugeridas, diminuindo a potência instalada da área externa mas garantindo que o nível de iluminação não seja diminuído. Atualmente a área possui 14.685W e com a nova proposta tem-se uma potência de 4.499, ou seja, uma diferença de 10.186W a menos.

4.5.2 Dimensionamento da iluminação das áreas adequadas

Em alguns ambientes detectou-se que a iluminância está de acordo com o sugerido pela NBR, conforme consta no Anexo 5 (Tabela E: “Medidas de Iluminação – Áreas Adequadas”). Constatamos que a potência em iluminação destas áreas corresponde a 12,66% da potência total instalada. Embora esta tabela mostre que a iluminação está adequada, um novo dimensionamento foi realizado utilizando as lâmpadas sugeridas anteriormente, ocasionando assim uma diminuição potência instalada nestes locais, conforme consta do Anexo F (Tabela 6: “Dimensionamento da Iluminação – Áreas Adequadas”). Com este novo dimensionamento passa-se de 25.780W para 6.802W, uma diminuição de 78.978W na potência instalada nas áreas com iluminação adequada.

4.5.3 Dimensionamento da iluminação das áreas com excesso

Nos ambientes em que a iluminação se mostrou excessiva, foi realizado um dimensionamento com o objetivo de garantir a quantidade média de lux sugerida pela NBR, diminuindo assim a potência instalada em iluminação nestes locais, otimizando o uso da energia elétrica. As medidas realizadas constam do Anexo 7 (Tabela G: “Medidas de Iluminação – Áreas em

Excesso”). Nesta tabela podemos constatar as áreas que possuem iluminação excessiva, necessitando assim um novo dimensionamento, que consta do Anexo 8 (Tabela H: “Dimensionamento da Iluminação – Áreas em Excesso”). Analisando os dados obtidos, conclui-se que a iluminação das áreas em excesso representa 20,91% da potência total instalada da indústria e que podemos passar de 42.580W para 22.297W de potência instalada nesta área.

4.5.4 Dimensionamento para iluminação das áreas com falta

De acordo com as medidas em lux realizadas e mostradas no Anexo 9 (Tabela 9: “Medidas de Iluminação – Áreas em Falta”), também realizou-se um novo dimensionamento, conforme consta do Anexo 10 (Tabela 10: “Dimensionamento da Iluminação – Áreas em Falta”). Nesta avaliação foi possível constatar que as áreas que estão com falta de iluminação representam 58,88% da potência total instalada da indústria e que, com o novo dimensionamento, a potência instalada desta área pode passar de 119.877W para 121.092W, ocasionando um aumento na potência de 1.215W. Esse aumento pode significar pouco se for considerado que a maioria das áreas onde existe falta de iluminação está com a quantidade de lux muito abaixo do recomendado pela NBR. Com a nova proposta tem-se um acréscimo pequeno na potência instalada, mas um significativo benefício em relação a adequação, já que a indústria passaria a atender às especificações sugeridas pela norma.

4.6 Resultados obtidos com o novo dimensionamento

De acordo com as tabelas de medidas e dimensionamentos, obteve-se as seguintes alterações, utilizando o seguinte cálculo:

$$R = \left[1 - \left(\frac{P_A}{P_S} \right) \right] \times 100 \quad (3)$$

onde:

R = Resultado Obtido (expresso em %)

P_A = Potência Instalada Atual (em W)

P_S = Potência Instalada Sugerida (em W)

Tabela 2: Resultados Obtidos com o Novo Dimensionamento da Iluminação da Indústria

ÁREAS	POTÊNCIA INSTALADA ATUAL (P_A)	POTÊNCIA INSTALADA SUGERIDA (P_S)	RESULTADO
Externa	14.685 W	4.499 W	diminuição de 69,36 %
Adequada	26.460 W	7.482 W	diminuição de 71,72%
Excesso	42.580 W	22.297 W	diminuição de 47,63 %
Falta	119.877 W	121.092 W	aumento de 1,01 %

Relacionando agora o novo dimensionamento com a potência total da indústria, obtemos uma diminuição significativa, conforme podemos contatar abaixo:

Situação da Indústria – com a iluminação atual:

Potência Total da Indústria (P_{TA}): 6.225.079 W

Potência Total da Iluminação Atual (P_{IA}): 203.602 W

Potência Instalada Total da Indústria ($P_{I.T.A.}$): 6.428.681 W

Situação da Indústria – com a iluminação sugerida:

Potência Total da Indústria (P_{TA}): 6.225.079 W

Potência Total de Iluminação Sugerida (P_{IS}): 155.370 W

Potência Instalada Total da Indústria ($P_{I.T.S.}$): 6.380.449 W

Considerando somente a iluminação percebe-se que, com a nova proposta, haveria uma diminuição da potência instalada em iluminação da ordem de 23,69%, conforme calculado abaixo:

$$P_T = \left[1 - \left(\frac{P_{IS}}{P_{IA}} \right) \right] \times 100 \quad (4)$$

onde:

P_T = Diminuição da potência total em iluminação.

$P_{IS} = 155.370W$

$P_{IA} = 203.602 W$

teremos:

$$P_T = \left[1 - \left(\frac{155.370W}{203.602W} \right) \right] \times 100 = 23,69\%$$

Com isso, a diminuição da potência total da indústria seria da ordem de 0,75%, conforme calculado abaixo:

$$R_{PT} = \left[1 - \left(\frac{P_{ITS}}{P_{ITA}} \right) \right] \times 100 \quad (5)$$

onde:

R_{PT} = Diminuição da potência total da indústria.

Sendo:

$$P_{ITS} = 6.380.449 \text{ W}$$

$$P_{ITA} = 6.428.681 \text{ W}$$

temos:

$$R_{PT} = \left[1 - \left(\frac{6.380.449\text{W}}{6.428.681\text{W}} \right) \right] \times 100 = 0,75\% .$$

Com isso, podemos calcular o quanto a empresa pode economizar em reais, com a implantação das sugestões feitas.

A indústria possui, em média, um gasto com energia elétrica de R\$ 299.347,06 mensais (média dos últimos 18 meses). A iluminação representa 3,17% do total instalado portanto, do valor médio, em reais, ela representa R\$ 9.489,30. Se com a nova proposta é possível economizar 23,69% sobre o que representa a iluminação, então pode-se chegar a uma economia mensal de R\$ 2.248,02 , resultando em uma economia anual em energia elétrica de R\$ 26.976,19.

Toda economia gerada poderá ser revertida em favor da indústria, baixando os custos dos seus produtos, sendo utilizada para realização de outras melhorias ou, ainda, investidas na capacitação dos funcionários, o que certamente refletiria na qualidade final do produto.

O valor economizado poderá ser repassado ao produto final. Isso seria uma grande vantagem competitiva, podendo repassar essa economia gerada para o preço final do seu produto, por

exemplo, se for o diferencial necessário para realizar uma venda. Essa economia expressa em R\$ (reais) seria pouco representativa no montante produzido pela indústria, mas expressiva se for utilizada para uma negociação comercial específica.

5 CONCLUSÃO

Hoje as indústrias procuram realizar estudos e implantá-los no sentido de melhorar a sua competitividade, gerando mais mão de obra e riquezas para o país e, ainda, preservando, usando e desfrutando de forma racional as fontes de energia disponíveis, principalmente a hídrica. O desenvolvimento da proposta é justamente visando estes fatores e, diante da análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que embora a representação da iluminação perante a potência total da fábrica seja pequena, é possível realizar melhorias no sentido de economizar, gerando menores custos ao produto final, diminuição da manutenção, adequação e racionalização do uso.

Algumas sugestões podem ser acrescentadas à proposta, como:

- Utilizar o menos possível a iluminação artificial em ambientes onde há iluminação natural, como por exemplo, próximo às janelas.
- Implantação de um cronograma para medição dos ambientes com o luxímetro, para averiguar as condições de iluminação, detectando uma quantidade de lux menor do que a medida já realizada, verificar a possível causa e providenciar a manutenção através de troca, limpeza, etc.
- Implantação de uma ficha de anotações conforme Anexo 11 (Tabela K: “Ficha de Anotações de Sugestões - Iluminação”), com a finalidade de coletar as sugestões e problemas que os ambientes possam ter em relação à iluminação, já que é mais facilmente detectado por quem utiliza diariamente os setores.
- Colocação de protetores acrílicos nas luminárias que as protegem contra poeira, acúmulo de resíduos e umidade, garantindo a que a luminosidade seja uniforme. Os protetores são úteis também para prevenir acidentes, já que na fábrica a vibração das paredes é significativa, podendo provocar queda de lâmpadas, incorrendo em riscos de acidentes.

Pode-se ainda analisar outros trabalhos futuros no que diz respeito a este estudo, como por exemplo a viabilidade econômica da implantação desta nova iluminação, contemplando uma análise detalhada dos tipos de luminária, reatores e ainda realizar o projeto para distribuição da iluminação nos ambientes estudados.

Contribuições para a empresa:

Todo o trabalho desenvolvido foi de grande valia para a empresa, já que foi apresentado o potencial de economia de energia e, ainda, que pode atender as normas estabelecidas. Também deve-se considerar sob o ponto de vista da qualidade, já que um ambiente com iluminação adequada favorece no controle da qualidade de seus produtos. A adequação ao trabalho também foi favorecida com o estudo, já que atende a todos os requisitos ergonômicos de iluminação. Tudo isso reflete positivamente no produto final, colaborando para um fio de maior qualidade e maior valor agregado.

Contribuições pessoais:

As contribuições deste trabalho no âmbito pessoal podem ser destacadas no que se refere a aquisição de novos conhecimentos, superação de dificuldades, forma de busca de informações, interpretação de dados e relacionamento humano.

Análise crítica das etapas:

Com relação as etapas percorridas durante o desenvolvimento, percebe-se que existe uma rica literatura de apoio e muita informação à disposição. Por isso acredito que a primeira etapa foi desenvolvida sem maiores problemas. Com relação à metodologia do trabalho, acredito que foi desenvolvida de forma bastante criteriosa, gerando um nível de confiança bastante significativo para apresentar este trabalho. Como sugestão para um trabalho futuro sugere-se a realização do cálculo da viabilidade econômica da proposta realizada neste estudo.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413/NB-57** – Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABRANTES, José. **Programa 8 S: da alta administração à linha de produção: o que fazer para aumentar o lucro?: a base da filosofia Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

ARAGÃO NETO, Raymundo Muniz de. **O fator humano e gestão energética**. XII SIMPEP – Bauru, 07 a 09 nov. 2005.

BEN: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Ministério das Minas e Energia. 2000. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/sem>>. Acesso em 18. jun. 2006.

CARDOSO, José Carlos Mendes. **Estratégias visando eficiência energética e conforto térmico incorporados aos projetos de edificações residenciais em Maringá-PR**. Dissertação (Mestrado). Florianópolis, 225 p. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 14 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

IWASHITA, Juliana. **Eficiência energética em sistemas de iluminação de Interiores: análise de luminárias comerciais**. Dissertação (Mestrado). São Paulo. 225 p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

LEONE, G. S. G. **Custos: um enfoque administrativo**. 10 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1997.

MAHER, Michael. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MARTINS, Maria Paula de S. **Inovação tecnológica e eficiência energética**. Monografia (Pós-Graduação MBA em Energia Elétrica). Rio de Janeiro, 51 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.

OLIVEIRA, L. M. de; PEREZ JR., J. H. **Contabilidade de custos para não contadores**. São Paulo: Atlas, 2000.

SANTIAGO JR., José Valdir; EIRAS, Mauricio Edson; BOCCASIVUS, Adolfo D. P. **Estudos de caso**. Cuiabá: Sebrae, 2003.

SANTIAGO JR., José Valdir; EIRAS, Mauricio Edson; BOCCASIVUS, Adolfo D. P. **Conceitos básicos**. Cuiabá: Sebrae, 2003a.

SANTIAGO JR., José Valdir; EIRAS, Mauricio Edson; BOCCASIVUS, Adolfo D. P. **Energia elétrica**: como comprar e consumir. Cuiabá: Sebrae, 2003b.

SENAI. DN. **Capacitação de empreendedores na área de serviços de eletricidade**: micro, pequenas e médias empresas; eficiência energética. Brasília, 2002.

SLACK, Nigel; HARRISON, ALAN CHAMBERS STUART; 1999. **Administração da Produção**, 2ª Ed. São Paulo: Ed. Atlas.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**, 2ª Edição, São Paulo: 2002, Editora Atlas.

TUBINO, D.F., 2000. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**, São Paulo: Editora Atlas.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela A: Potência Total Instalada em Iluminação da Indústria

Nº Setor	SETOR	m2	Tipo Lâmpada	Quant. Lum.	Lâmp./ Lum.	Total Lâmp.	Pot. (V)	Pot. Tot. (V)
PISO SUPERIOR - F I								
1	Sala de Cones	104,87	Fluorescente	14	2	28	40	1.120
2	Depósito D. E.	12,40	Mista	2	1	2	250	500
3	Depósito Geral	12,40	Mista	2	1	2	250	500
4	Sala de Engren.Dep. Pç	26,32	Fluorescente	2	2	4	110	440
			Mista	1	1	1	160	160
5	Central	71,72	Mista	1	1	1	250	250
6	Lav. Peças	6,16	Fluorescente	1	2	2	20	40
Departamento Técnico								
7	PCM	25,20	Fluorescente	3	4	12	40	480
8	Manutenção	21,90	Fluorescente	2	4	8	40	320
9	Prod. Desenvolv.	19,61	Fluorescente	2	4	8	40	320
10	PCP	14,26	Fluorescente	1	4	4	40	160
			Fluorescente	1	2	2	40	80
11	Copa	6,80	Fluorescente	1	2	2	20	40
			Fluorescente	1	2	2	40	80
12	WC Feminino	2,22	Fluorescente	1	2	2	20	40
13	WC Masculino	2,22	Fluorescente	1	2	2	20	40
14	Sala de Reunião	13,64	Fluorescente	1	4	4	40	160
15	WC Reunião	2,41	Fluorescente	1	2	2	40	80
								0
16	Almoxarifado Elétrica	218,70	Fluorescente	1	2	2	110	220
			Fluorescente	1	2	2	20	40
			Mista	5	1	5	250	1.250
PISO SUPERIOR - F II								
17	Corredor	3,78	Sem iluminação					
18	Supervisão de Produção	12,39	Fluorescente	1	2	2	110	220
19	Treinamento	7,56	Fluorescente	1	2	2	110	220
20	Almoxarifado	211,52	Fluorescente	7	2	14	110	1.540
PISO INFERIOR - F I								
21	Sala de Compressores	40,75	Fluorescente	2	2	4	110	440
22	Manutenção Conicalreira	25,44	Fluorescente	2	2	4	110	440
23	Lav. Peças	4,70	Fluorescente	1	2	2	40	80
24	Lav. Peças	3,70	Fluorescente	1	2	2	40	80
25	Oficina Funilaria e Solda	16,09	Fluorescente	1	2	2	110	220
26	Lubrificação	14,35	Fluorescente	1	2	2	110	220
27	Manutenção	25,44	Fluorescente	4	2	8	40	320
28	WC Manutenção	2,01	Fluorescente	1	2	2	20	40
29	Retífica	12,40	Fluorescente	2	2	4	40	160
			Fluorescente	1	2	2	110	220
30	Torno	25,50	Fluorescente	2	2	4	110	440
31	Sala Encarregados	12,40	Fluorescente	2	2	4	40	160
32	Elétrica	18,92	Fluorescente	1	2	2	110	220
33	Elétrica	31,75	Fluorescente	4	2	8	110	880
			Fluorescente	1	2	2	20	40
34	34.1 Eletrônica/Instrumentação (mesa)	8,85	Fluorescente	3	2	6	110	660
			Fluorescente	1	2	2	40	80
	34.2 Eletrônica/Instrumentação (geral)	39,97	Fluorescente	3	2	6	110	660
35	Central de Climatização 1	158,00						
	35.1 Entrada (ante sala)	9,03	Mista	1	1	1	250	250
	35.2 Sala de Retorno	158,40	Mista	7	1	7	250	1.750
	35.3 LDF	7,74	Mista	1	1	1	160	160
	35.4 Insuflamento 1	29,40	Mista	2	1	2	250	500
	35.5 Eliminador de Gotas 1	9,45	Mista	1	1	1	250	250
	35.6 Insuflamento 2	9,03	Mista	2	1	2	250	500
	35.7 Eliminador de Gotas 2	9,66	Mista	1	1	1	250	250
	35.8 Sala da Bomba 1	27,45	Mista	2	1	2	250	500
	35.9 Sala da Bomba 2	29,25	Mista	2	1	2	250	500
	35.10 Depósito 1	7,40	Mista	1	1	1	160	160
	35.11 Acesso ao Retorno	19,35	Mista	1	1	1	160	160
36	Depósito de Cardas	17,75	Fluorescente	3	2	6	40	240
37	Depósito (Desenv. Material)	4,80	Fluorescente	1	2	2	40	80
38	Auto Coro	5,30	Fluorescente	1	2	2	40	80
39	Circulação Sanitários	8,77	Fluorescente	2	4	8	40	320
40	Sanitário Masculino	32,40	Fluorescente	4	2	8	40	320
41	Sanitário Feminino	31,70	Fluorescente	4	2	8	40	320
42	Circulação 1	19,79	Fluorescente	2	4	8	40	320
43	Circulação 2	19,52	Fluorescente	3	2	6	40	240
44	Depósito (Sala Mangueiras)	2,86	Fluorescente	1	2	2	40	80
45	Sub. Recept.(Sala CCM)	157,97	Fluorescente	3	2	6	110	660
46	Central de Umidificação 2							
	46.1 Entrada (ante sala)	6,19	Mista	1	1	1	160	160
	46.2 Escada	5,62	Mista	1	1	1	160	160

	46.3 Sala de Retorno	16,40	Mista	2	1	2	160	320
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 1	4,32	Mista	1	1	1	160	160
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 1	14,62	Mista	1	1	1	160	160
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 2	4,32	Mista	1	1	1	160	160
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 2	14,62	Mista	1	1	1	160	160
	46.6 Sala da Bomba	9,48	Mista	2	1	2	160	320
	46.7 Sala de Filtro	5,64	Mista	1	1	1	160	160
	46.8 Eliminador de Gotas	16,96	Mista	2	1	2	160	320
	46.9 Sala de admissão de Ar	13,35	Mista	1	1	1	250	250
	46.10 Sala de Exaustão 1	16,09	Mista	1	1	1	250	250
	46.11 Sala de Exaustão 2	16,09	Mista	1	1	1	250	250
	46.12 Insuflamento 3 e 4	32,80	Mista	2	1	2	250	500
	46.13 Insuflamento 1 e 2	32,80	Mista	2	1	2	160	320
	46.14 Depósito da Central 2	375,68	Mista	3	1	3	250	750
			Mista	1	1	1	160	160
			Mista	1	1	1	110	110
	46.15 Dentro do depósito da Central 2 (Sala da Veneziana)	36,90	Mista	1	1	1	250	250
47	Sala de Filtros	104,87	Mista	6	1	6	250	1500
48	Batedor F I	570,57	Fluorescente	22	2	44	110	4.840
			Fluorescente	2	1	2	20	40
	PISO INFERIOR - F II							
49	Poliéster Preto	107,10	Fluorescente	2	2	4	110	440
50	Batedor F II	747,00	Fluorescente	22	2	44	110	4.840
			Fluorescente	2	1	2	20	40
51	Sala de Filtros	140,42	Mista	6	1	6	250	1500
		69,32	Mista	1	1	1	250	250
52	Laboratório	69,32	Fluorescente	6	2	12	110	1.320
			Fluorescente	1	2	2	20	40
53	WC Laboratório	2,20	Fluorescente	1	2	2	20	40
54	WC - Feminino	3,30	Fluorescente	1	2	2	20	40
55	WC - Masculino	3,30	Fluorescente	1	2	2	20	40
56	Central de Umidificação 4							
	56.1 Entrada (ante sala)	1,69	Mista	1	1	1	160	160
	56.2 Sala de Retorno	81,42	Mista	4	1	4	250	1.000
	56.3 Eliminador de Gotas	16,20	Mista	1	1	1	250	250
	56.4 Sala de Insuflamento	126,00	Mista	2	1	2	250	500
	56.5 Sala da Bomba	44,72	Mista	1	1	1	250	250
	56.6 Antes da Sala de Retorno	1,87	Mista	1	1	1	250	250
	56.7 Sala de Retorno	9,10	Mista	2	1	2	250	500
57	Almoxarifado							
	57.1 Recepção	11,87	Fluorescente	1	2	2	110	220
	57.2 Sala 1	11,89	Fluorescente	1	2	2	110	220
	57.3 Depósito Almox. (Inferior)	45,56	Fluorescente	4	2	8	110	880
			Fluorescente	1	2	2	40	80
58	Abertura Othori	24,78	Fluorescente	3	2	6	40	240
		44,54	Fluorescente	4	2	8	110	880
59	Desenvolvimento	353,72	Fluorescente	25	2	50	110	5.500
			Fluorescente	2	2	4	40	160
60	Central de Climatização 3	282,62						
	60.1 Entrada (ante sala)	40,80	Mista	3	1	3	250	750
	60.2 Eliminador de Gotas 1	16,83	Mista	1	1	1	250	250
	60.3 Insuflamento 1	171,50	Mista	4	1	4	160	640
	60.4 Sala de Retorno 1	30,80	Mista	2	1	2	160	320
	60.5 Sala da Bomba1	46,11	Mista	1	1	1	250	250
	60.6 Eliminador de Gotas 2	17,16	Mista	1	1	1	250	250
	60.7 Insuflamento 2	35,51	Mista	1	1	1	160	160
	60.8 Sala de Retorno 2	31,32	Mista	2	1	2	160	320
	60.9 Sala da Bomba2	47,17	Mista	1	1	1	250	250
61	Expedição	140,42	Fluorescente	12	2	24	40	960
			Fluorescente	3	2	6	110	660
			Fluorescente	1	1	1	20	20
62	Autoclave	288,00	Fluorescente	18	2	36	110	3.960
			Luz Negra	8	2	16	40	640
				1	2	2	20	40
63	Sala de Umidificação	86,57	Mista	12	1	12	160	1.920
	PRODUÇÃO - F I	5.160,62						
64	Conicaleira		Fluorescente	56	2	112	110	12.320
			Fluorescente	5	2	10	40	400
			Fluorescente	1	1	1	20	20
65	Cardas		Fluorescente	34	2	68	110	7.480
66	Maçaroqueiras		Fluorescente	42	2	84	110	9.240
			Fluorescente	3	1	3	20	60
67	Open End		Fluorescente	12	2	24	110	2.640
			Fluorescente	1	1	1	20	20
68	Passadeira		Fluorescente	14	2	28	110	3.080
			Fluorescente	2	1	2	20	40
69	Autocoro		Fluorescente	31	2	62	110	6.820
			Fluorescente	9	2	18	40	720
			Fluorescente	3	1	3	20	60

70	Filatório	(1 ao 48)	Fluorescente	89	2	178	110	19.580
			Fluorescente	4	1	4	20	80
			Fluorescente	1	2	2	40	80
	PRODUÇÃO - FII	4.888,80						
71	Conicaleira		Fluorescente	5	2	10	40	400
			Fluorescente	14	2	28	110	3.080
82	Cardas		Fluorescente	36	2	72	110	7.920
73	Maçaroqueiras		Fluorescente	36	2	72	110	7.920
			Fluorescente	2	1	2	20	40
74	Passadeira		Fluorescente	23	2	46	110	5.060
			Fluorescente	1	2	2	40	80
			Fluorescente	2	1	2	20	40
75	Filatórios	(67 ao 76)	Fluorescente	25	2	50	110	5.500
			Fluorescente	1	1	1	20	20
		(77 ao 83)	Fluorescente	15	2	30	110	3.300
			Fluorescente	2	1	2	20	40
		(49 ao 59)	Fluorescente	25	2	50	110	5.500
			Fluorescente	4	2	8	40	320
		(60 ao 66)	Fluorescente	15	2	30	110	3.300
	EXTERNO DA FÁBRICA							
76	Depósito de Fios	1.543,97	Vapor Metálico	29	1	29	400	11.600
77	Escada		Incandescente	1	1	1	60	60
78	Sala Inferior	9,97	Fluorescente	3	2	6	32	192
79	Sala Superior	17,67	Fluorescente	2	2	4	32	128
80	Corredor W/C	1,26	Incandescente	1	1	1	60	60
81	W/C Masc.	2,16	Incandescente	1	1	1	60	60
82	Corredor W/C	1,26	Incandescente	1	1	1	60	60
83	W/C Fem.	2,16	Incandescente	1	1	1	60	60
84	Iluminação Externa		Mista	30	1	30	250	7.500
			Vapor Metálico	4	1	4	400	1.600
			Vapor Metálico	8	1	8	250	2.000
			Vapor Mercúrio	2	1	2	250	500
			Mista	8	1	8	200	1.600
85	(Indo p/ Centro Treinam.)		Vapor de Sódio	3	1	3	75	225
			Fluorescente	1	2	2	40	80
86	Pesagem de Resíduos	13,40	Fluorescente	1	2	2	20	40
87	Portaria	5,08	Fluorescente	1	2	2	40	80
88	BW	1,33	Incandescente	1	1	1	40	40
89	Portaria Externa		Fluorescente	4	2	8	110	880
90	Refeitório	46,30	Fluorescente	5	4	20	40	800
91	Refeitório Bebedouro	4,69	Fluorescente	1	2	2	40	80
92	Cozinha	15,81	Fluorescente	3	2	6	20	120
93	Dispensa	1,35	Fluorescente	1	2	2	20	40
94	Vestibário (W/C Fem.)	78,21	Fluorescente	6	4	24	40	960
95	(W/C Masc.)		Fluorescente	1	2	2	20	40
			Fluorescente	4	2	8	40	320
		99,45	Fluorescente	8	4	32	40	1.280
			Fluorescente	4	2	8	40	320
	ADMINISTRAÇÃO							
96	96.1 Recepção	26,10	Fluorescente	1	2	2	40	80
	96.2 Recepção		Fluorescente	2	2	4	20	80
97	97.1 Área comum	55,20	Fluorescente	6	4	24	40	960
	97.2 Área comum		Fluorescente	1	2	2	20	40
98	Corredor área comum	3,83	Fluorescente	2	2	4	20	80
99	Sala de Assistência Social	5,13	Fluorescente	2	2	4	40	160
100	Sala de Segurança do Trabalho	7,09	Fluorescente	2	2	4	40	160
101	Sala da Gerência	15,05	Fluorescente	2	2	4	40	160
102	Sala de reunião	18,32	Fluorescente	2	2	4	40	160
103	Sala de Supervisão Administrativa	15,05	Fluorescente	2	2	4	40	160
104	Sala (vazia)	11,98	Fluorescente	2	2	4	40	160
105	Banheiro - F	3,28	Fluorescente	2	2	4	40	160
106	Banheiro - M	3,28	Fluorescente	2	2	4	40	160
107	Corredor Banheiros	2,38	Fluorescente	2	2	4	40	160
108	Banheiro - Gerência	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160
109	Corredor (W/C Gerência)	1,78	Fluorescente	2	2	4	40	160
	CENTRO DE TREINAMENTO							
110	Recepção	10,22	Fluorescente	1	1	1	27	27
111	Corredor	3,40	Incandescente	1	1	1	100	100
112	W/C Fem.	3,15	Incandescente	1	1	1	100	100
113	Copa	6,32	Fluorescente	1	2	2	40	80
114	Sala de Treinamento I	19,24	Fluorescente	2	2	4	40	160
115	Sala de Treinamento II	12,05	Fluorescente	2	2	4	40	160
116	Área Externa	24,68	Incandescente	5	1	5	60	300
117	W/C Masc.	2,28	Incandescente	1	1	1	100	100
118	Depósito	3,60	Incandescente	1	1	1	60	60
			POTÊNCIA TOTAL EM ILUMINAÇÃO (W):					203.602

ANEXO 2

Tabela B: Medidas realizadas (lux) e resultados obtidos

Nº Setor	SETOR	m2	Tipo Lâmpada	Quant. Lum.	Lâmp./ Lum.	Total Lâmp.	Pot. (W)	Pot. Tot. (W)	Medida Dia (Lux)	Medida Noite (Lux)	Recom. NBR 5413/92	Difer. %	Resultado
PISO SUPERIOR - F I													
1	Sala de Cones	104,87	Fluorescente	14	2	28	40	1.120	295		150	49	Excesso
2	Depósito O. E.	12,40	Mista	2	1	2	250	500	75		150	-100	Falta
3	Depósito Geral	12,40	Mista	2	1	2	250	500	7		150	-2043	Falta
4	Sala de Engren.Dep.Pç	26,32	Fluorescente	2	2	4	110	440	24		150	-525	Falta
			Mista	1	1	1	160	160					
5	Central	71,72	Mista	1	1	1	250	250	33		150	-355	Falta
6	Lav. Pegas	6,16	Fluorescente	1	2	2	20	40	150		150	0	Adequado
Departamento Técnico													
7	PCM	25,20	Fluorescente	3	4	12	40	480	446		500	-12	Falta
8	Manutenção	21,90	Fluorescente	2	4	8	40	320	382		500	-31	Falta
9	Prod. Desenvolv.	19,61	Fluorescente	2	4	8	40	320	482		500	-4	Adequado
10	PCP	14,26	Fluorescente	1	4	4	40	160	289		500	-73	Falta
			Fluorescente	1	2	2	40	80					
11	Copa	6,80	Fluorescente	1	2	2	20	40	330		200	39	Excesso
			Fluorescente	1	2	2	40	80					
12	W/C Feminino	2,22	Fluorescente	1	2	2	20	40	267		150	44	Excesso
13	W/C Masculino	2,22	Fluorescente	1	2	2	20	40	153		150	2	Adequado
14	Sala de Reunião	13,64	Fluorescente	1	4	4	40	160	355		500	-41	Falta
15	W/C Reunião	2,41	Fluorescente	1	2	2	40	80	446		150	66	Excesso
16	Almoxarifado Elétrica	218,70	Fluorescente	1	2	2	110	220	30		150	-400	Falta
			Fluorescente	1	2	2	20	40					
			Mista	5	1	5	250	1.250					
PISO SUPERIOR - F II													
17	Corredor	3,78	Sem iluminação										
18	Supervisão de Produção	12,39	Fluorescente	1	2	2	110	220	751		500	33	Excesso
19	Treinamento	7,56	Fluorescente	1	2	2	110	220	623		500	20	Excesso
20	Almoxarifado	211,52	Fluorescente	7	2	14	110	1.540	1250		150	88	Excesso
PISO INFERIOR - F I													
21	Sala de Compressores	40,75	Fluorescente	2	2	4	110	440	550	288	150	48	Excesso
22	Manutenção Conicalceira	25,44	Fluorescente	2	2	4	110	440	810		500	38	Excesso
23	Lav. Pegas	4,70	Fluorescente	1	2	2	40	80	355		200	44	Excesso
24	Lav. Pegas	3,70	Fluorescente	1	2	2	40	80	330		200	39	Excesso
25	Oficina Funilaria e Solda	16,09	Fluorescente	1	2	2	110	220	210		200	5	Adequado
26	Lubrificação	14,35	Fluorescente	1	2	2	110	220	625		100	84	Excesso
27	Manutenção	25,44	Fluorescente	4	2	8	40	320	210		200	5	Adequado
28	W/C Manutenção	2,01	Fluorescente	1	2	2	20	40	176		150	15	Excesso
29	Retífica	12,40	Fluorescente	2	2	4	40	160	670		300	55	Excesso
			Fluorescente	1	2	2	110	220					
30	Torno	25,50	Fluorescente	2	2	4	110	440	555		300	46	Excesso
31	Sala Encarregados	12,40	Fluorescente	2	2	4	40	160	260		500	-92	Falta
32	Elétrica	18,32	Fluorescente	1	2	2	110	220	164		150	9	Adequado
33	Elétrica	31,75	Fluorescente	4	2	8	110	880	353		300	15	Excesso

			Fluorescente	1	2	2	20	40						
34	34.1 Eletrônica/Instrumentação (mesa)	8,85	Fluorescente	3	2	6	110	660	1072			1500	-40	Falta
			Fluorescente	1	2	2	40	80						
	34.2 Eletrônica/Instrumentação (geral)	39,97	Fluorescente	3	2	6	110	660	477			500	-5	Falta
35	Central de Climatização 1	158,00												
	35.1 Entrada (ante sala)	9,03	Mista	1	1	1	250	250	80			150	-88	Falta
	35.2 Sala de Retorno	158,40	Mista	7	1	7	250	1.750	28			150	-436	Falta
	35.3 LDF	7,74	Mista	1	1	1	160	160	68			150	-121	Falta
	35.4 Insuflamento 1	29,40	Mista	2	1	2	250	500	68			150	-121	Falta
	35.5 Eliminador de Gotas 1	9,45	Mista	1	1	1	250	250	9			150	-1567	Falta
	35.6 Insuflamento 2	9,03	Mista	2	1	2	250	500	21			150	-614	Falta
	35.7 Eliminador de Gotas 2	9,66	Mista	1	1	1	250	250	4			150	-3650	Falta
	35.8 Sala da Bomba 1	27,45	Mista	2	1	2	250	500	23			150	-552	Falta
	35.9 Sala da Bomba 2	29,25	Mista	2	1	2	250	500	31			150	-384	Falta
	35.10 Depósito 1	7,40	Mista	1	1	1	160	160	27			150	-456	Falta
	35.11 Acesso ao Retorno	19,35	Mista	1	1	1	160	160	70			150	-114	Falta
36	Depósito de Cartas	17,75	Fluorescente	3	2	6	40	240	354			150	58	Excesso
37	Depósito (Desenv. Material)	4,80	Fluorescente	1	2	2	40	80	466			150	68	Excesso
38	Auto Coro	5,30	Fluorescente	1	2	2	40	80	625			150	76	Excesso
39	Circulação Sanitários	8,77	Fluorescente	2	4	8	40	320	198			100	49	Excesso
40	Sanitário Masculino	32,40	Fluorescente	4	2	8	40	320	342	350		150	57	Excesso
41	Sanitário Feminino	31,70	Fluorescente	4	2	8	40	320	395	350		150	57	Excesso
42	Circulação 1	19,79	Fluorescente	2	4	8	40	320	167	275		100	64	Excesso
43	Circulação 2	19,52	Fluorescente	3	2	6	40	240	380			100	74	Excesso
44	Depósito (Sala Mangueiras)	2,86	Fluorescente	1	2	2	40	80	455			150	67	Excesso
45	Sub. Recept.(Sala CCM)	157,97	Fluorescente	3	2	6	110	660	306	196		150	23	Excesso
46	Central de Umidificação 2													
	46.1 Entrada (ante sala)	6,19	Mista	1	1	1	160	160	115			150	-30	Falta
	46.2 Escada	5,62	Mista	1	1	1	160	160	67			150	-124	Falta
	46.3 Sala de Retorno	16,40	Mista	2	1	2	160	320	39			150	-285	Falta
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 1	4,32	Mista	1	1	1	160	160	90			150	-67	Falta
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 1	14,62	Mista	1	1	1	160	160	15			150	-900	Falta
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 2	4,32	Mista	1	1	1	160	160	90			150	-67	Falta
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 2	14,62	Mista	1	1	1	160	160	15			150	-900	Falta
	46.6 Sala da Bomba	9,48	Mista	2	1	2	160	320	110			150	-36	Falta
	46.7 Sala de Filtro	5,64	Mista	1	1	1	160	160	70			150	-114	Falta
	46.8 Eliminador de Gotas	16,96	Mista	2	1	2	160	320	17			150	-782	Falta
	46.9 Sala de admissão de Ar	13,35	Mista	1	1	1	250	250	5			150	-2900	Falta
	46.10 Sala de Exaustão 1	16,09	Mista	1	1	1	250	250	3			150	-4900	Falta
	46.11 Sala de Exaustão 2	16,09	Mista	1	1	1	250	250	5			150	-2900	Falta
	46.12 Insuflamento 3 e 4	32,80	Mista	2	1	2	250	500	89			150	-69	Falta
	46.13 Insuflamento 1 e 2	32,80	Mista	2	1	2	160	320	7			150	-2043	Falta
	46.14 Depósito da Central 2	375,68	Mista	3	1	3	250	750	16			150	-838	Falta
			Mista	1	1	1	160	160						
			Fluorescente	1	1	1	110	110						
	46.15 Dentro do depósito da Central 2 (Sala da Veneziana)	36,90	Mista	1	1	1	250	250	5			150	-2900	Falta
47	Sala de Filtrros	104,87	Mista	6	1	6	250	1.500	70			150	-114	Falta
48	Batedor F I	570,57	Fluorescente	22	2	44	110	4.840	100			200	-100	Falta
			Fluorescente	2	1	2	20	40						
	PISO INFERIOR - F II													
49	Poliéster Preto	107,10	Fluorescente	2	2	4	110	440	178			300	-69	Falta
50	Batedor F II	747,00	Fluorescente	22	2	44	110	4.840	202			200	1	Adequado
			Fluorescente	2	1	2	20	40						

51	Sala de Filtrros	140,42	Mista	6	1	6	250	1.500	1800	42	150	-257	Falta
		69,32	Mista	1	1	1	250	250					
52	Laboratório	69,32	Fluorescente	6	2	12	110	1.320	640		500	22	Excesso
			Fluorescente	1	2	2	20	40					
53	WC Laboratório	2,20	Fluorescente	1	2	2	20	40	108		150	-39	Falta
54	WC - Feminino	3,30	Fluorescente	1	2	2	20	40	131		150	-15	Falta
55	WC - Masculino	3,30	Fluorescente	1	2	2	20	40	97		150	-55	Falta
56	Central de Umidificação 4												
	56.1 Entrada (ante sala)	1,69	Mista	1	1	1	160	160	89		150	-69	Falta
	56.2 Sala de Retorno	81,42	Mista	4	1	4	250	1.000	26		150	-477	Falta
	56.3 Eliminador de Gotas	16,20	Mista	1	1	1	250	250	4		150	-3650	Falta
	56.4 Sala de Insuflamento	126,00	Mista	2	1	2	250	500	21		150	-614	Falta
	56.5 Sala da Bomba	44,72	Mista	1	1	1	250	250	28		150	-436	Falta
	56.6 Antes da Sala de Retorno	1,87	Mista	1	1	1	250	250	118		150	-27	Falta
	56.7 Sala de Retorno	9,10	Mista	2	1	2	250	500	24		150	-525	Falta
57	Almoxarifado												
	57.1 Recepção	11,87	Fluorescente	1	2	2	110	220	735		150	80	Excesso
	57.2 Sala 1	11,89	Fluorescente	1	2	2	110	220	464		500	-8	Adequado
	57.3 Depósito Almox. (Inferior)	45,56	Fluorescente	4	2	8	110	880	412			100	Excesso
			Fluorescente	1	2	2	40	80					
58	Abertura Othori	24,78	Fluorescente	3	2	6	40	240	304		200	34	Excesso
		44,54	Fluorescente	4	2	8	110	880					
59	Desenvolvimento	353,72	Fluorescente	25	2	50	110	5.500	450		300	33	Excesso
			Fluorescente	2	2	4	40	160					
60	Central de Climatização 3	282,62											
	60.1 Entrada (ante sala)	40,80	Mista	3	1	3	250	750	51		150	-194	Falta
	60.2 Eliminador de Gotas 1	16,83	Mista	1	1	1	250	250	17		150	-782	Falta
	60.3 Insuflamento 1	171,50	Mista	4	1	4	160	640	24		150	-525	Falta
	60.4 Sala de Retorno 1	30,80	Mista	2	1	2	160	320	28		150	-436	Falta
	60.5 Sala da Bomba1	46,11	Mista	1	1	1	250	250	240		150	38	Falta
	60.6 Eliminador de Gotas 2	17,16	Mista	1	1	1	250	250	4		150	-3650	Falta
	60.7 Insuflamento 2	35,51	Mista	1	1	1	160	160	49		150	-206	Falta
	60.8 Sala de Retorno 2	31,32	Mista	2	1	2	160	320	27		150	-456	Falta
	60.9 Sala da Bomba2	47,17	Mista	1	1	1	250	250	53		150	-183	Falta
61	Expedição	140,42	Fluorescente	12	2	24	40	960	315	172	150	13	Excesso
			Fluorescente	3	2	6	110	660					
			Fluorescente	1	1	1	20	20					
62	Autoclave	288,00	Fluorescente	18	2	36	110	3.960	140	236	150	36	Excesso
			Luz Negra	8	2	16	40	640					
				1	2	2	20	40					
63	Sala de Umidificação	86,57	Mista	12	1	12	160	1.920	28		150	-436	Falta
	PRODUÇÃO - FI	5.160,62											
64	Conicaleira		Fluorescente	56	2	112	110	12.320	215		300	-40	Falta
			Fluorescente	5	2	10	40	400					
			Fluorescente	1	1	1	20	20					
65	Cardas		Fluorescente	34	2	68	110	7.480	170		300	-76	Falta
66	Maçaroqueiras		Fluorescente	42	2	84	110	9.240	135		300	-122	Falta
			Fluorescente	3	1	3	20	60					
67	Open End		Fluorescente	12	2	24	110	2.640	330		300	9	Adequado
			Fluorescente	1	1	1	20	20					
68	Passadeira		Fluorescente	14	2	28	110	3.080	277		300	-8	Adequado
			Fluorescente	2	1	2	20	40					
69	Autoooro		Fluorescente	31	2	62	110	6.820	160		300	-88	Falta

			Fluorescente	9	2	18	40	720						
			Fluorescente	3	1	3	20	60						
70	Filatório (1 ao 48)		Fluorescente	89	2	178	110	19.580	186		300	-61	Falta	
			Fluorescente	4	1	4	20	80						
			Fluorescente	1	2	2	40	80						
						0								
	PRODUÇÃO - FII	4.888,80				0								
71	Conicaleira		Fluorescente	5	2	10	40	400	235		300	-28	Falta	
			Fluorescente	14	2	28	110	3.080						
72	Cardas		Fluorescente	36	2	72	110	7.920	270		300	-11	Adequado	
73	Maçaroqueiras		Fluorescente	36	2	72	110	7.920	250		300	-20	Falta	
			Fluorescente	2	1	2	20	40						
74	Passadeira		Fluorescente	23	2	46	110	5.060	290		300	-3	Adequado	
			Fluorescente	1	2	2	40	80						
			Fluorescente	2	1	2	20	40						
75	Filatórios (67 ao 76)		Fluorescente	25	2	50	110	5.500	158		300	-90	Falta	
			Fluorescente	1	1	1	20	20						
		(77 ao 83)	Fluorescente	15	2	30	110	3.300	171		300	-75	Falta	
			Fluorescente	2	1	2	20	40						
		(49 ao 59)	Fluorescente	25	2	50	110	5.500	203		300	-48	Falta	
			Fluorescente	4	2	8	40	320						
		(60 ao 66)	Fluorescente	15	2	30	110	3.300	140		300	-114	Falta	
	EXTERNO DA FÁBRICA													
76	Depósito de Fios	1.543,97	Vapor Metálico	29	1	29	400	11.600	293	286	150	48	Excesso	
77	Escada		Incandescente	1	1	1	60	60	293		100	66	Excesso	
78	Sala Inferior	9,97	Refletora	3	2	6	32	192	331		500	-51	Falta	
79	Sala Superior	17,67	Refletora	2	2	4	32	128	342		500	-46	Falta	
80	Corredor WC	1,26	Incandescente	1	1	1	60	60	330		100	70	Excesso	
81	WC Masc.	2,16	Incandescente	1	1	1	60	60	105		150	-43	Falta	
82	Corredor WC	1,26	Incandescente	1	1	1	60	60	140		100	29	Excesso	
83	WC Fem.	2,16	Incandescente	1	1	1	60	60	452		150	67	Excesso	
84	Iluminação Externa		Mista	30	1	30	250	7.500	Luz do dia	14				
			Vapor Metálico	4	1	4	400	1.600						
			Vapor Metálico	8	1	8	250	2.000						
			Vapor Mercúrio	2	1	2	250	500						
			Mista	8	1	8	200	1.600						
85	(Indo p/ Centro Treinam.)		Vapor de Sódio	3	1	3	75	225	Luz do dia	11				
			Fluorescente	1	2	2	40	80						
86	Pesagem de Resíduos	13,40	Fluorescente	1	2	2	20	40	62		200	-223	Falta	
87	Portaria	5,08	Fluorescente	1	2	2	40	80	252		200	21	Excesso	
88	BV	1,33	Incandescente	1	1	1	40	40	550	122	150	-23	Falta	
89	Portaria Externa		Fluorescente	4	2	8	110	880	Luz do dia	75				
90	Refeitório	46,30	Fluorescente	5	4	20	40	800	820	529	150	72	Excesso	
91	Refeitório Bebedouro	4,69	Fluorescente	1	2	2	40	80	479	471	150	68	Excesso	
92	Cozinha	15,81	Fluorescente	3	2	6	20	120	515		200	61	Excesso	
93	Dispensa	1,35	Fluorescente	1	2	2	20	40	380		150	61	Excesso	
94	Vestiário (WC Fem.)	78,21	Fluorescente	6	4	24	40	960	910	387	150	61	Excesso	
95	(WC Masc.)		Fluorescente	1	2	2	20	40	423	264	150	43	Excesso	
			Fluorescente	4	2	8	40	320						
		99,45	Fluorescente	8	4	32	40	1.280						
			Fluorescente	4	2	8	40	320						
	ADMINISTRAÇÃO													
96	96.1 Recepção	26,10	Fluorescente	1	2	2	40	80	195		200	-3	Adequado	

ANEXO 3

Tabela C: - Medidas de Iluminação - Área Externa

Nº Setor	SETOR	m2	Altura (m)	Tipo Lâmpada	Quant. Lum.	Lâmp./ Lum.	Total Lâmp.	Pot. (W)	Pot. Tot. (W)	Medida Dia (Luz)	Medida Noite (Luz)
EXTERNO DA FÁBRICA											
84	Iluminação Externa			Mista	30	1	30	250	7.500	Luz do dia	14
				Vapor Metálico	4	1	4	400	1600		
				Vapor Metálico	8	1	8	250	2.000		
				Vapor Mercúrio	2	1	2	250	500		
				Mista	8	1	8	200	1.600		
85	(Indo p/ Centro Treinam.)			Vapor de Sódio	3	1	3	75	225	Luz do dia	11
				Fluorescente	1	2	2	40	80		
89	Portaria Externa			Fluorescente	4	2	8	110	880	Luz do dia	75
CENTRO DE TREINAMENTO											
116	Área Externa	24,68	2,66	Incandescente	5	1	5	60	300	Luz do dia	13
POTÊNCIA TOTAL - EXTERNA (W):									14.685		

ANEXO 4

Tabela D: Dimensionamento da Iluminação - Área Externa

Nº Setor	SETOR	Tipo Lâmpada	Pot. (W)	m2	Em NBR 5413/92	Qtd. de Lâmp.	Pot. (W)
	EXTERNO DA FÁBRICA						
84	Iluminação Externa						
	Não se sabe como dimensionar o ambiente é aberto, sugestão Vapor Metálico	Vapor Metálico	70		150	52	3640
85	(Indo p/ Centro Treinam.)						
	Não se sabe como dimensionar o ambiente é aberto, sugestão Vapor Metálico	Vapor Metálico	70		150	3	210
	Não se sabe como dimensionar o ambiente é aberto, sugestão Fluorescente	Fluorescente	28		150	2	56
89	Portaria Externa						
	Não se sabe como dimensionar o ambiente é aberto, sugestão Fluorescente	Fluorescente	54		150	8	432
	CENTRO DE TREINAMENTO						
116	Área Externa	Fluor. Compacta	23	24,68	150	7	161
					Potência Total -Externa (W):		4.493

ANEXO 6

Tabela F: Dimensionamento da Iluminação - Áreas Adequadas

Nº Setor	SETOR	Tipo Lâmpada	Pot. (W)	m2	Em NBR 5413/92	Fator de Depreciação	Fluxo Luminoso (em lúmens)	Fator de Utilização	Fator lum. do Reator	Quant. de Lâmpadas Dimensionadas	Quantidade de Lâmpadas	Potência Total
	PISO SUPERIOR - F I											
6	Lav. Peças	Fluorescente	28	6,16	150	1,25	2.900	0,5	0,91	0,9	1	28
	Departamento Técnico											
9	Prod. Desenvolv.	Fluorescente	54	19,61	500	1,25	4450	0,5	0,91	6,1	6	324
13	WC Masculino	Fluorescente	14	2,22	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,7	1	14
25	Oficina Funilaria e Solda		54	16,09	200	1,25	4450	0,5	0,91	2,0	2	108
27	Manutenção		28	25,44	200	1,25	2900	0,5	0,91	4,8	6	168
32	Elétrica		28	18,92	150	1,25	2900	0,5	0,91	2,7	4	112
	PISO INFERIOR - F II											
50	Batedor F II	Fluorescente	54	747,00	200	1,25	4450	0,5	0,91	92,2	92	4968
57	57.2 Sala 1		54	11,89	500	1,25	4450	0,5	0,91	3,7	4	216
	ADMINISTRAÇÃO											
96	96.1 Recepção / 96.2 Receção	Fluorescente	54	26,10	200	1,25	4450	0,5	0,91	3,2	4	216
103	Sala de Supervisão Administr	Fluorescente	54	15,05	500	1,25	4450	0,5	0,91	4,6	6	324
	CENTRO DE TREINAMENTO											
114	Sala de Treinamento I	Fluorescente	54	19,24	300	1,25	4450	0,5	0,91	3,6	4	216
115	Sala de Treinamento II	Fluorescente	54	12,05	300	1,25	4450	0,5	0,91	2,2	2	108
										Potência Total - Adequado(W):		6802

ANEXO 7

Tabela G: Medidas de Iluminação - Área em Excesso

Nº Setor	SETOR	m2	Altura (m)	Tipo Lâmpada	Quant. Lum.	Lâmp./ Lum.	Total Lâmp.	Pot. (W)	Pot. Tot. (W)	Medida Dia (Lux)	Medida Noite (Lux)	Recom. NBR 5413/92	Difer. %
PISO SUPERIOR - F I													
1	Sala de Cones	104,87	3,45	Fluorescente	14	2	28	40	1.120	295		150	49
Departamento Técnico													
11	Copa	6,80	2,90	Fluorescente	1	2	2	20	40	330		200	39
				Fluorescente	1	2	2	40	80				
12	W/C Feminino	2,22	2,90	Fluorescente	1	2	2	20	40	267		150	44
15	W/C Reunião	2,41	2,90	Fluorescente	1	2	2	40	80	446		150	66
PISO SUPERIOR - F II													
17	Corredor	3,78	2,36	Sem Iluminação									
18	Supervisão de Produção	12,39	2,36	Fluorescente	1	2	2	110	220	751		500	33
19	Treinamento	7,56	2,36	Fluorescente	1	2	2	110	220	623		500	20
20	Almoxarifado	211,52	1,84	Fluorescente	7	2	14	110	1.540	1250		150	88
PISO INFERIOR - F I													
21	Sala de Compressores	40,75	3,73	Fluorescente	2	2	4	110	440	550	288	150	48
22	Manutenção Conicalreira	25,44	3,47	Fluorescente	2	2	4	110	440	810		500	38
23	Lav. Peças	4,70	3,73	Fluorescente	1	2	2	40	80	355		200	44
24	Lav. Peças	3,70	3,50	Fluorescente	1	2	2	40	80	330		200	39
26	Lubrificação	14,35	2,90	Fluorescente	1	2	2	110	220	625		100	84
28	W/C Manutenção	2,01	2,90	Fluorescente	1	2	2	20	40	176		150	15
29	Retífica	12,40	2,90	Fluorescente	2	2	4	40	160	670		300	55
				Fluorescente	1	2	2	110	220				
30	Torno	25,50	2,90	Fluorescente	2	2	4	110	440	555		300	46
33	Elétrica	31,75	4,50	Fluorescente	4	2	8	110	880	353		300	15
				Fluorescente	1	2	2	20	40				
36	Depósito de Cardas	17,75	2,60	Fluorescente	3	2	6	40	240	354		150	58
37	Depósito (Desenv. Material)	4,80	2,60	Fluorescente	1	2	2	40	80	466		150	68
38	Auto Coro	5,30	2,60	Fluorescente	1	2	2	40	80	625		150	76
39	Circulação Sanitários	8,77	2,78	Fluorescente	2	4	8	40	320	198		100	49
40	Sanitário Masculino	32,40	2,78	Fluorescente	4	2	8	40	320	342	350	150	57
41	Sanitário Feminino	31,70	2,78	Fluorescente	4	2	8	40	320	395	350	150	57
42	Circulação 1	19,79	2,18	Fluorescente	2	4	8	40	320	167	275	100	64
43	Circulação 2	19,52	2,18	Fluorescente	3	2	6	40	240	380		100	74
44	Depósito (Sala Mangueiras)	2,86	2,18	Fluorescente	1	2	2	40	80	455		150	67
45	Sub. Recept.(Sala CCM)	157,97	4,35	Fluorescente	3	2	6	110	660	306	196	150	23
PISO INFERIOR - F II													
52	Laboratório	69,32	3,30	Fluorescente	6	2	12	110	1.320	640		500	22
				Fluorescente	1	2	2	20	40				
57	Almoxarifado												
	57.1 Recepção	11,87	2,84	Fluorescente	1	2	2	110	220	735		150	80
	57.3 Depósito Almox. (Inferior)	45,56	2,84	Fluorescente	4	2	8	110	880	412			100
				Fluorescente	1	2	2	40	80				
58	Abertura Othori	24,78	2,60	Fluorescente	3	2	6	40	240	304		200	34
		44,54	4,96	Fluorescente	4	2	8	110	880				

59	Desenvolvimento	353,72	4,50	Fluorescente	25	2	50	110	5.500	450		300	33	
				Fluorescente	2	2	4	40	160					
61	Expedição	140,42	4,45	Fluorescente	12	2	24	40	960	315	172	150	13	
				Fluorescente	3	2	6	110	660					
				Fluorescente	1	1	1	20	20					
62	Autoclave	288,00	4,45	Fluorescente	18	2	36	110	3.960	140	236	150	36	
	EXTERNO DA FÁBRICA													
76	Depósito de Fios	1.543,97	12,00	Vapor Metálico	29	1	29	400	11.600	293	286	150	48	
77	Escada			Escada Incandescente	1	1	1	60	60	293		100	66	
80	Corredor WC	1,26	2,60	Incandescente	1	1	1	60	60	330		100	70	
82	Corredor WC	1,26	2,60	Incandescente	1	1	1	60	60	140		100	29	
83	WC Fem.	2,16	2,60	Incandescente	1	1	1	60	60	452		150	67	
87	Portaria	5,08	2,27	Fluorescente	1	2	2	40	80		252	200	21	
90	Refeitório	46,30	2,75	Fluorescente	5	4	20	40	800	820	529	150	72	
91	Refeitório Bebedouro	4,69	2,75	Fluorescente	1	2	2	40	80	479	471	150	68	
92	Cozinha	15,81	2,75	Fluorescente	3	2	6	20	120	515		200	61	
93	Dispensa	1,35	2,75	Fluorescente	1	2	2	20	40	380		150	61	
94	Vestiário (WC Fem.)	78,21	2,75	Fluorescente	6	4	24	40	960	910	387	150	61	
95	(WC Masc.)			Fluorescente	1	2	2	20	40	423	264	150	43	
				Fluorescente	4	2	8	40	320					
		99,45	2,75	Fluorescente	8	4	32	40	1.280					
				Fluorescente	4	2	8	40	320					
	ADMINISTRAÇÃO													
97	97.1 Área comum	55,20	2,75	Fluorescente	6	4	24	40	960	610		500	18	
	97.2 Área comum		2,75	Fluorescente	1	2	2	20	40					
98	Corredor área comum	3,83	2,75	Fluorescente	2	2	4	20	80	303		100	67	
101	Sala da Gerência	15,05	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	663		500	25	
102	Sala de reunião	18,32	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	510		200	61	
104	Sala (vazia)	11,98	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	660		500	24	
105	Banheiro - F	3,28	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	355		150	58	
106	Banheiro - M	3,28	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	520		150	71	
107	Corredor Banheiros	2,38	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	178		100	44	
108	Banheiro - Gerência	2,75	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	365		150	59	
109	Corredor (WC Gerência)	1,78	2,75	Fluorescente	2	2	4	40	160	322		100	69	
	CENTRO DE TREINAMENTO													
111	Corredor	3,40	2,66	Incandescente	1	1	1	100	100	245		100	59	
112	WC Fem.	3,15	2,66	Incandescente	1	1	1	100	100	230		150	35	
113	Copa	6,32	2,66	Fluorescente	1	2	2	40	80	375		200	47	
117	WC Masc.	2,28	2,66	Incandescente	1	1	1	100	100	360		150	58	
				POTÊNCIA TOTAL - EXCESSO (V):						42.580				

ANEXO 8

Tabela H: Dimensionamento da Iluminação - Área em Excesso

Nº	SETOR	Tipo Lâmpada	Pot. (W)	m2	Em NBR 5413/92	Fator de Depreciação	Fluxo Luminoso (em lúmens)	Fator de Utilização	Fator Ilum. do Reator	Quant. de Lâmpadas Dimensionadas	Quantidade de Lâmpadas	Potência Total
PISO SUPERIOR - F I												
1	Sala de Cones	Fluorescente	54	104,87	150	1,25	4.450	0,5	0,91	9,7	10	540
Departamento Técnico												
11	Copa	Fluorescente	28	6,80	200	1,25	2900	0,5	0,91	1,3	2	56
12	W/C Feminino	Fluorescente	14	2,22	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,7	1	14
15	W/C Reunião	Fluorescente	14	2,41	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,7	1	14
PISO SUPERIOR - F II												
17	Corredor	Sem Iluminação										
18	Supervisão de Produção	Fluorescente	54	12,39	500	1,25	4450	0,5	0,91	3,8	4	216
19	Treinamento	Fluorescente	54	7,56	500	1,25	4450	0,5	0,91	2,3	2	108
20	Almoxarifado	Fluorescente	54	211,52	150	1,25	4450	0,5	0,91	19,6	20	1080
PISO INFERIOR - F I												
21	Sala de Compressores	Fluorescente	28	40,75	150	1,25	2900	0,5	0,91	5,8	6	168
22	Manutenção Conicalcaira	Fluorescente	54	25,44	500	1,25	4450	0,5	0,91	7,9	8	432
23	Lav. Peças	Fluorescente	28	4,70	200	1,25	2900	0,5	0,91	0,9	1	28
24	Lav. Peças	Fluorescente	28	3,70	200	1,25	2900	0,5	0,91	0,7	1	28
26	Lubrificação	Fluorescente	28	14,35	100	1,25	2900	0,5	0,91	1,4	2	56
28	W/C Manutenção	Fluorescente	14	2,01	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,6	1	14
29	Retífica	Fluorescente	54	12,40	300	1,25	4450	0,5	0,91	2,3	2	108
30	Torno	Fluorescente	54	25,50	300	1,25	4450	0,5	0,91	4,7	6	324
33	Elétrica	Fluorescente	54	31,75	300	1,25	4450	0,5	0,91	5,9	6	324
36	Depósito de Cardas	Fluorescente	28	17,75	150	1,25	4450	0,5	0,91	1,6	2	56
37	Depósito (Desenv. Material	Fluorescente	28	4,80	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,7	1	28
38	Auto Coro	Fluorescente	28	5,30	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,8	1	28
39	Circulação Sanitários	Fluorescente	28	8,77	100	1,25	2900	0,5	0,91	0,8	1	28
40	Sanitário Masculino	Fluorescente	28	32,40	150	1,25	2900	0,5	0,91	4,6	6	168
41	Sanitário Feminino	Fluorescente	28	31,70	150	1,25	2900	0,5	0,91	4,5	6	168
42	Circulação 1	Fluorescente	28	19,79	100	1,25	2900	0,5	0,91	1,9	2	56
43	Circulação 2	Fluorescente	28	19,52	100	1,25	2900	0,5	0,91	1,8	2	56
44	Depósito (Sala Mangueiras	Fluorescente	14	2,86	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,9	1	14
45	Sub. Recept.(Sala CCM)	Fluorescente	54	157,97	150	1,25	4450	0,5	0,91	14,6	16	864
PISO INFERIOR - F II												
52	Laboratório	Fluorescente	54	69,32	500	1,25	4450	0,5	0,91	21,4	22	1188
57	57.1 Recepção	Fluorescente	28	11,87	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,7	2	56
	57.2 Depósito Almox. (Inferio	Fluorescente	54	45,56	150	1,25	4450	0,5	0,91	4,2	4	216
58	Abertura Othori	Fluorescente	28	24,78	200	1,25	2900	0,5	0,91	4,7	6	168
59	Desenvolvimento	Fluorescente	54	353,72	300	1,25	4450	0,5	0,91	65,5	66	3564
61	Expedição	Fluorescente	28	140,42	150	1,25	2900	0,5	0,91	20,0	20	560
62	Autoclave	Fluorescente	54	288,00	150	1,25	4450	0,5	0,91	26,7	28	1512
EXTERNO DA FÁBRICA												
76	Depósito de Fios	Vapor Metálico	400	1543,97	150	1,25	36000	0,5	0,91	17,7	18	7200
77	Escada	Fluor. Compacta	15	Sem área			810				1	15

80	Corredor WC	Fluor. Compacta	15	1,26	100	1,25	810	0,5	0,91	0,4	1	15
82	Corredor WC	Fluor. Compacta	15	1,26	100	1,25	810	0,5	0,91	0,4	1	15
83	WC Fem.	Fluor. Compacta	15	2,16	150	1,25	810	0,5	0,91	1,1	1	15
87	Portaria	Fluorescente	28	5,08	200	1,25	2900	0,5	0,91	1,0	1	28
90	Refeitório	Fluorescente	28	46,30	150	1,25	2900	0,5	0,91	6,6	8	224
91	Refeitório Bebedouro	Fluorescente	28	4,69	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,7	1	28
92	Cozinha	Fluorescente	28	15,81	200	1,25	2900	0,5	0,91	3,0	4	112
93	Dispensa	Fluorescente	14	1,35	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,4	1	14
94	Vestiário	Fluorescente	28	78,21	150	1,25	2900	0,5	0,91	11,1	12	336
95	(WC Masc.)	Fluorescente	28	99,45	150	1,25	2900	0,5	0,91	14,1	14	392
	ADMINISTRAÇÃO											
97	Área comum	Fluorescente	54	55,20	500	1,25	4450	0,5	0,91	17,0	18	972
98	Corredor área comum	Fluorescente	28	3,83	100	1,25	1350	0,5	0,91	0,8	1	28
101	Sala da Gerência	Fluorescente	54	15,05	500	1,25	4450	0,5	0,91	4,6	4	216
102	Sala de reunião	Fluorescente	28	18,32	200	1,25	2900	0,5	0,91	3,5	4	112
104	Sala (vazia)	Fluorescente	28	11,98	500	1,25	2900	0,5	0,91	5,7	6	168
105	Banheiro - F	Fluorescente	14	3,28	150	1,25	1350	0,5	0,91	1,0	1	14
106	Banheiro - M	Fluorescente	14	3,28	150	1,25	1350	0,5	0,91	1,0	1	14
107	Corredor Banheiros	Fluorescente	14	2,38	100	1,25	1350	0,5	0,91	0,5	1	14
108	Banheiro - Gerência	Fluorescente	14	2,75	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,8	1	14
109	Corredor (WC Gerência)	Fluorescente	14	1,78	100	1,25	1350	0,5	0,91	0,4	1	14
	CENTRO DE TREINAMENTO											
111	Corredor	Fluor. Compacta	23	3,40	100	1,25	1400	0,5	0,91	0,7	1	23
112	WC Fem.	Fluor. Compacta	23	3,15	150	1,25	1400	0,5	0,91	0,9	1	23
113	Copa	Fluorescente	28	6,32	200	1,25	2900	0,5	0,91	1,2	1	28
117	WC Masc.	Fluor. Compacta	23	2,28	150	1,25	1400	0,5	0,91	0,7	1	23
Potência Total - Excesso (W):											22.297	

ANEXO 9

Tabela I: Medidas de Iluminação - Áreas em Falta

Nº Setor	SETOR	m2	Altura (m)	Tipo Lâmpada	Quant. Lum.	Lâmp./ Lum.	Total Lâmp.	Pot. (V)	Pot. Tot. (V)	Medida Dia (Lux)	Medida Noite (Lux)	Calc. Plan.	Recom. NBR 5413/92	Difer. %
PISO SUPERIOR - F I														
2	Depósito D. E.	12,40	2,63	Mista	2	1	2	250	500	75		75	150	-100
3	Depósito Geral	12,40	2,63	Mista	2	1	2	250	500	7		75	150	-2043
4	Sala de Engren.Dep. Pç	26,32	2,63	Fluorescente	2	2	4	110	440	24		75	150	-525
				Mista	1	1	1	160	160					
5	Central	71,72	2,63	Mista	1	1	1	250	250	33		75	150	-355
Departamento Técnico														
7	PCM	25,20	2,90	Fluorescente	3	4	12	40	480	446		500	500	-12
8	Manutenção	21,90	2,90	Fluorescente	2	4	8	40	320	382		500	500	-31
10	PCP	14,26	2,90	Fluorescente	1	4	4	40	160	289		500	500	-73
				Fluorescente	1	2	2	40	80					
14	Sala de Reunião	13,64	2,90	Fluorescente	1	4	4	40	160	355		500	500	-41
16	Almoxarifado Elétrica	218,70	2,10	Fluorescente	1	2	2	110	220	30		75	150	-400
				Fluorescente	1	2	2	20	40					
				Mista	5	1	5	250	1.250					
PISO INFERIOR - FI														
31	Sala Encarregados	12,40	2,90	Fluorescente	2	2	4	40	160	260		500	500	-92
34	34.1 Eletrônica/Instrumentação (mesa)	8,85	1,20	Fluorescente	3	2	6	110	660	1072		1500	1500	-40
				Fluorescente	1	2	2	40	80					
	34.2 Eletrônica/Instrumentação (geral)	39,97	4,50	Fluorescente	3	2	6	110	660	477		500	500	-5
35	Central de Climatização 1	158,00	6,95											
	35.1 Entrada (ante sala)	9,03		Mista	1	1	1	250	250	80		75	150	-88
	35.2 Sala de Retorno	158,40		Mista	7	1	7	250	1.750	28		75	150	-436
	35.3 LDF	7,74		Mista	1	1	1	160	160	68		75	150	-121
	35.4 Insuflamento 1	29,40		Mista	2	1	2	250	500	68		75	150	-121
	35.5 Eliminador de Gotas 1	9,45		Mista	1	1	1	250	250	9		75	150	-1567
	35.6 Insuflamento 2	9,03		Mista	2	1	2	250	500	21		75	150	-614
	35.7 Eliminador de Gotas 2	9,66		Mista	1	1	1	250	250	4		75	150	-3650
	35.8 Sala da Bomba 1	27,45		Mista	2	1	2	250	500	23		75	150	-552
	35.9 Sala da Bomba 2	29,25		Mista	2	1	2	250	500	31		75	150	-384
	35.10 Depósito 1	7,40		Mista	1	1	1	160	160	27		75	150	-456
	35.11 Acesso ao Retorno	19,35		Mista	1	1	1	160	160	70		75	150	-114
46	Central de Umidificação 2													
	46.1 Entrada (ante sala)	6,19	2,60	Mista	1	1	1	160	160	115		75	150	-30
	46.2 Escada	5,62	2,60	Mista	1	1	1	160	160	67		75	150	-124
	46.3 Sala de Retorno	16,40	3,40	Mista	2	1	2	160	320	39		75	150	-285
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 1	4,32	3,40	Mista	1	1	1	160	160	90		75	150	-67
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 1	14,62	4,00	Mista	1	1	1	160	160	15		75	150	-900
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 2	4,32	3,40	Mista	1	1	1	160	160	90		75	150	-67
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 2	14,62	4,00	Mista	1	1	1	160	160	15		75	150	-900
	46.6 Sala da Bomba	9,48	2,60	Mista	2	1	2	160	320	110		75	150	-36
	46.7 Sala de Filtro	5,64	2,60	Mista	1	1	1	160	160	70		75	150	-114
	46.8 Eliminador de Gotas	16,96	3,40	Mista	2	1	2	160	320	17		75	150	-782
	46.9 Sala de admissão de Ar	13,35	4,40	Mista	1	1	1	250	250	5		75	150	-2900

	46.10 Sala de Exatão 1	16,09	4,40	Mista	1	1	1	250	250	3		75	150	-4900
	46.11 Sala de Exatão 2	16,09	4,40	Mista	1	1	1	250	250	5		75	150	-2900
	46.12 Insuflamento 3 e 4	32,80	3,40	Mista	2	1	2	250	500	89		75	150	-69
	46.13 Insuflamento 1 e 2	32,80	3,40	Mista	2	1	2	160	320	7		75	150	-2043
	46.14 Depósito da Central 2	375,68	2,60	Mista	3	1	3	250	750	16		75	150	-838
				Mista	1	1	1	160	160					
				Fluorescente	1	1	1	110	110					
	46.15 Dentro do depósito da Central 2 (Sala da Veneziana)	36,90	2,05	Mista	1	1	1	250	250	5		75	150	-2900
47	Sala de Filtros	104,87	4,50	Mista	6	1	6	250	1.500	70		75	150	-114
48	Batedor F I	570,57	4,50	Fluorescente	22	2	44	110	4.840	100		300	200	-100
				Fluorescente	2	1	2	20	40					
	PISO INFERIOR - F II													
49	Poliéster Preto	107,10	4,50	Fluorescente	2	2	4	110	440	178		300	300	-69
51	Sala de Filtros	140,42	4,50	Mista	6	1	6	250	1.500	1800	42	75	150	-257
		69,32		Mista	1	1	1	250	250					
53	WC Laboratório	2,20	3,30	Fluorescente	1	2	2	20	40	108		75	150	-39
54	WC - Feminino	3,30	3,80	Fluorescente	1	2	2	20	40	131		75	150	-15
55	WC - Masculino	3,30	3,80	Fluorescente	1	2	2	20	40	97		75	150	-55
56	Central de Umidificação 4													
	56.1 Entrada (ante sala)	1,69		Mista	1	1	1	160	160	89		75	150	-69
	56.2 Sala de Retorno	81,42		Mista	4	1	4	250	1.000	26		75	150	-477
	56.3 Eliminador de Gotas	16,20		Mista	1	1	1	250	250	4		75	150	-3650
	56.4 Sala de Insuflamento	126,00		Mista	2	1	2	250	500	21		75	150	-614
	56.5 Sala da Bomba	44,72		Mista	1	1	1	250	250	28		75	150	-436
	56.6 Antes da Sala de Retorno	1,87		Mista	1	1	1	250	250	118		75	150	-27
	56.7 Sala de Retorno	9,10		Mista	2	1	2	250	500	24		75	150	-525
60	Central de Climatização 3	282,62	3,35											
	60.1 Entrada (ante sala)	40,80		Mista	3	1	3	250	750	51		75	150	-194
	60.2 Eliminador de Gotas 1	16,83		Mista	1	1	1	250	250	17		75	150	-782
	60.3 Insuflamento 1	171,50		Mista	4	1	4	160	640	24		75	150	-525
	60.4 Sala de Retorno 1	30,80		Mista	2	1	2	160	320	28		75	150	-436
	60.5 Sala da Bomba1	46,11		Mista	1	1	1	250	250	240		75	150	38
	60.6 Eliminador de Gotas 2	17,16		Mista	1	1	1	250	250	4		75	150	-3650
	60.7 Insuflamento 2	35,51		Mista	1	1	1	160	160	49		75	150	-206
	60.8 Sala de Retorno 2	31,32		Mista	2	1	2	160	320	27		75	150	-456
	60.9 Sala da Bomba2	47,17		Mista	1	1	1	250	250	53		75	150	-183
63	Sala de Umidificação	86,57	3,00	Mista	12	1	12	160	1.920	28		75	150	-436
	PRODUÇÃO - FI	5.160,62	4,50											
64	Conicaleira		4,50	Fluorescente	56	2	112	110	12.320	215		300	300	-40
				Fluorescente	5	2	10	40	400					
				Fluorescente	1	1	1	20	20					
65	Cardas		4,50	Fluorescente	34	2	68	110	7.480	170		300	300	-76
66	Maçaroqueiras		4,50	Fluorescente	42	2	84	110	9.240	135		300	300	-122
				Fluorescente	3	1	3	20	60					
69	Autocoro		4,50	Fluorescente	31	2	62	110	6.820	160		300	300	-88
				Fluorescente	9	2	18	40	720					
				Fluorescente	3	1	3	20	60					
70	Filatório (1 ao 48)		4,50	Fluorescente	89	2	178	110	19.580	186		300	300	-61
				Fluorescente	4	1	4	20	80					
				Fluorescente	1	2	2	40	80					
	PRODUÇÃO - FII	4.888,80	4,50											
71	Conicaleira		4,50	Fluorescente	5	2	10	40	400	235		300	300	-28

ANEXO 10

Tabela J: Dimensionamento da Iluminação - Áreas em Falta

Nº Setor	SETOR	Tipo Lâmpada	Pot. (W)	m2	Recom. NBR 5413/92	Fator de Deprec.	Fluzo Lum. (lúmens)	Fator de Utilização	Fator Ilum. do Reator	Quant. Lâmp. Dimens.	Quant. de Lâmpadas	Pot. Total
PISO SUPERIOR - F I												
2	Depósito D. E.	Fluorescente	28	12,40	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,8	2	56
3	Depósito Geral	Fluorescente	28	12,40	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,8	2	56
4	Sala de Engren.Dep. Pç	Fluorescente	28	26,32	150	1,25	2900	0,5	0,91	3,7	4	112
5	Central	Fluorescente	54	71,72	150	1,25	4450	0,5	0,91	6,6	6	324
Departamento Técnico												
7	PCM	Fluorescente	54	25,20	500	1,25	4450	0,5	0,91	7,8	8	432
8	Manutenção	Fluorescente	54	21,90	500	1,25	4450	0,5	0,91	6,8	8	432
10	PCP	Fluorescente	54	14,26	500	1,25	4450	0,5	0,91	4,4	6	324
14	Sala de Reunião	Fluorescente	54	13,64	500	1,25	4450	0,5	0,91	4,2	4	216
16	Almoxarifado Elétrica	Fluorescente	54	218,70	150	1,25	4450	0,5	0,91	20,3	20	1080
PISO INFERIOR - FI												
36	Sala Encarregados	Fluorescente	54	12,40	500	1,25	4450	0,5	0,91	3,8	4	216
34	34.1 Eletrônica/Instrumentação (mesa)	Fluorescente	54	8,85	1500	1,25	4.450	0,5	0,91	8,2	8	432
	34.2 Eletrônica/Instrumentação (geral)	Fluorescente	54	39,97	500	1,25	4450	0,5	0,91	12,3	12	648
35	Central de Climatização 1			158								
	35.1 Entrada (ante sala)	Fluorescente	28	9,03	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,3	1	28
	35.2 Sala de Retorno	Vapor Metálico	150	158,40	150	1,25	11400	0,5	0,91	5,7	6	900
	35.3 LDF	Vapor Metálico	70	7,74	150	1,25	5200	0,5	0,91	0,6	1	70
	35.4 Insuflamento 1	Fluorescente	28	29,40	150	1,25	2900	0,5	0,91	4,2	4	112
	35.5 Eliminador de Gotas 1	Vapor Metálico	70	9,45	150	1,25	5200	0,5	0,91	0,7	1	70
	35.6 Insuflamento 2	Fluorescente	28	9,03	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,3	1	28
	35.7 Eliminador de Gotas 2	Vapor Metálico	70	9,66	150	1,25	5200	0,5	0,91	0,8	1	70
	35.8 Sala da Bomba 1	Fluorescente	54	27,45	150	1,25	4450	0,5	0,91	2,5	2	108
	35.9 Sala da Bomba 2	Fluorescente	54	29,25	150	1,25	4450	0,5	0,91	2,7	2	108
	35.10 Depósito 1	Fluorescente	28	7,40	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,1	1	28
	35.11 Acesso ao Retorno	Fluorescente	54	19,35	150	1,25	4450	0,5	0,91	1,8	2	108
46	Central de Umidificação 2											
	46.1 Entrada (ante sala)	Fluorescente	28	6,19	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,9	1	28
	46.2 Escada	Fluorescente	28	5,62	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,8	1	28
	46.3 Sala de Retorno	Vapor Metálico	70	16,40	150	1,25	5200	0,5	0,91	1,3	1	70
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 1	Fluorescente	28	4,32	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,6	1	28
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 1	Vapor Metálico	70	14,62	150	1,25	5200	0,5	0,91	1,2	1	70
	46.4 Sala Antes do Retorno do Ventilador 2	Fluorescente	28	4,32	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,6	1	28
	46.5 Sala do Retorno do Ventilador 2	Vapor Metálico	70	14,62	150	1,25	5200	0,5	0,91	1,2	1	70
	46.6 Sala da Bomba	Fluorescente	28	9,48	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,3	1	28
	46.7 Sala de Filtro	Fluorescente	28	5,64	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,8	1	28
	46.8 Eliminador de Gotas	Vapor Metálico	70	16,96	150	1,25	5200	0,5	0,91	1,3	1	70
	46.9 Sala de admissão de Ar	Fluorescente	28	13,35	150	1,25	2900	0,5	0,91	1,9	2	56
	46.10 Sala de Exatão 1	Fluorescente	28	16,09	150	1,25	2900	0,5	0,91	2,3	2	56
	46.11 Sala de Exatão 2	Fluorescente	28	16,09	150	1,25	2900	0,5	0,91	2,3	2	56
	46.12 Insuflamento 3 e 4	Fluorescente	54	32,80	150	1,25	4450	0,5	0,91	3,0	4	216

	46.13 Insuflamento 1 e 2	Fluorescente	54	32,80	150	1,25	4450	0,5	0,91	3,0	4	216
	46.14 Depósito da Central 2	Fluorescente	54	375,68	150	1,25	4450	0,5	0,91	34,8	36	1944
		Fluorescente	54	36,90	150	1,25	4450	0,5	0,91	3,4	4	216
	46.15 Dentro do depósito da Central 2 (Sala da Veneziana)											
47	Sala de Filtros	Vapor Metálico	70	104,87	150	1,25	5200	0,5	0,91	8,3	8	560
48	Batedor F I	Fluorescente	54	570,57	200	1,25	4450	0,5	0,91	70,4	72	3888
	PISO INFERIOR - F II											
49	Poliéster Preto	Fluorescente	54	107,10	300	1,25	4450	0,5	0,91	19,8	20	1080
51	Sala de Filtros	Fluorescente	54	140,42	150	1,25	4450	0,5	0,91	13,0	12	648
53	WC Laboratório	Fluorescente	14	2,20	150	1,25	1350	0,5	0,91	0,7	1	14
54	WC - Feminino	Fluorescente	14	3,30	150	1,25	1350	0,5	0,91	1,0	1	14
55	WC - Masculino	Fluorescente	14	3,30	150	1,25	1350	0,5	0,91	1,0	1	14
56	Central de Umidificação 4											
	56.1 Entrada (ante sala)	Fluorescente	28	1,69	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,2	1	28
	56.2 Sala de Retorno	Vapor Metálico	150	81,42	150	1,25	11400	0,5	0,91	2,9	3	450
	56.3 Eliminador de Gotas	Vapor Metálico	70	16,20	150	1,25	5200	0,5	0,91	1,3	1	70
	56.4 Sala de Insuflamento	Fluorescente	54	126,00	150	1,25	4450	0,5	0,91	11,7	12	648
	56.5 Sala da Bomba	Fluorescente	54	44,72	150	1,25	4450	0,5	0,91	4,1	4	216
	56.6 Antes da Sala de Retorno	Fluorescente	28	1,87	150	1,25	2900	0,5	0,91	0,3	1	28
	56.7 Sala de Retorno	Vapor Metálico	70	9,10	150	1,25	5200	0,5	0,91	0,7	1	70
60	Central de Climatização 3			282,62								
	60.1 Entrada (ante sala)	Fluorescente	54	40,80	150	1,25	4450	0,5	0,91	3,8	4	216
	60.2 Eliminador de Gotas 1	Vapor Metálico	70	16,83	150	1,25	5200	0,5	0,91	1,3	1	70
	60.3 Insuflamento 1	Fluorescente	54	171,50	150	1,25	4450	0,5	0,91	15,9	16	864
	60.4 Sala de Retorno 1	Vapor Metálico	70	30,80	150	1,25	5200	0,5	0,91	2,4	3	210
	60.5 Sala da Bomba1	Fluorescente	54	46,11	150	1,25	4450	0,5	0,91	4,3	4	216
	60.6 Eliminador de Gotas 2	Vapor Metálico	70	17,16	150	1,25	5200	0,5	0,91	1,4	2	140
	60.7 Insuflamento 2	Fluorescente	54	35,51	150	1,25	4450	0,5	0,91	3,3	4	216
	60.8 Sala de Retorno 2	Vapor Metálico	70	31,32	150	1,25	5200	0,5	0,91	2,5	3	210
	60.9 Sala da Bomba2	Fluorescente	54	47,17	150	1,25	4450	0,5	0,91	4,4	4	216
63	Sala de Umidificação	Vapor Metálico	70	86,57	150	1,25	5200	0,5	0,91	6,9	7	490
	PRODUÇÃO - FI											
64	Conicaleira											
65	Cardas											
66	Maçaroqueiras											
67	Open End											
68	Passadeira											
69	Autocoro											
70	Filatório											
	TOTAL:	Fluorescente	54	5.160,62	300	1,25	4450	0,5	0,91	955,8	956	51624
	PRODUÇÃO - FII											
71	Conicaleira											
72	Cardas											
73	Maçaroqueiras											
74	Passadeira											
75	Filatórios											
	TOTAL:	Fluorescente	54	4.888,80	300	1,25	4450	0,5	0,91	905,4	906	48924

