

ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA UTILIZANDO DISPOSITIVOS PROGRAMÁVEIS

Bruno Gustavo Sapoznik Fisbhen

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO ELETRICISTA.

Orientador: Ivan Herszterg

Rio de Janeiro

Mai de 2011

ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA UTILIZANDO DISPOSITIVOS PROGRAMÁVEIS

Bruno Gustavo Sapoznik Fisbhen

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO ELETRICISTA.

Examinado por:

Prof. Ivan Herszterg

Prof. Walter Suemitsu

Eng. Eletrônico Juliano Freitas Caldeira

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Maio de 2011

FISBHEN, Bruno Gustavo Sapoznik

Estudo de Eficiência Energética Utilizando Dispositivos Programáveis/Bruno Gustavo Sapoznik Fisbhen - Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2011.

viii, 55 f.: il. ; 29,7 cm.

Orientador: Ivan Herzteg

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/Curso de Engenharia Elétrica, 2011.

Referencias: p. 55

I. Herzteg, Ivan. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista

Estudo de Eficiência Energética Utilizando Dispositivos Programáveis

Bruno Gustavo Sapoznik Fisbhen

Maio 2011

Orientador: Ivan Herszteg

Curso: Engenharia Elétrica

Ao longo das últimas décadas, o crescimento da economia fez a demanda por energia no país aumentar de forma muito acelerada e, conseqüentemente, desestruturada. O consumo desta energia crescia exponencialmente e seria inevitável que sua forma não fosse racional e otimizada.

Muitos incentivos ao uso consciente foram surgindo, como o PROCEL, fazendo com que os consumidores tivessem consciência do problema e usassem a energia de forma inteligente, porém, estes não tinham e ainda não têm toda a disciplina necessária para a utilização correta da energia. E é nesse sentido que o Projeto Final foi elaborado, no intuito de prover uma solução de utilização inteligente dentro do escritório de uma empresa específica.

O estudo foi dividido em duas etapas: parte teórica, a partir de todos os valores nominais dos equipamentos, e parte prática, a partir de dispositivos inteligentes criados pela empresa Power Save que, além de outras funcionalidades, podem interromper de forma remota o circuito alimentador.

Foi proposta a instalação de dispositivos em pontos específicos da empresa, o que proporcionou uma otimização do sistema elétrico local e, portanto, uma respectiva redução do consumo de energia.

Por último, foi feita uma análise econômica para se obter uma estimativa aproximada da economia mensal de energia e uma estimativa aproximada do tempo de retorno do projeto.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Study of Electric Efficiency Using Programmable Devices

Bruno Gustavo Sapoznik Fisbhen

May 2011

Advisor: Ivan Herszteg

Course: Electrical Engineering

Over the past decades, the growth of the economy has made the demand for energy in the country increasing in a very fast way and, consequently, in a dysfunctional way. The consumption of this energy grew exponentially and it was inevitable that this form was not rational and optimized.

Many incentives for wise stewardship have emerged, as the PROCEL, making consumers aware of the problem and had used the energy wisely, but, these consumers had not and still do not have all the discipline to use the energy correctly, and in that direction this final project was developed, in order to provide a smart solution for use in an office of a specific company.

The study was divided into two stages: the theoretical part, from all the nominal values of the equipments, and practical part, from devices created by the company Power Save, that can interrupt the circuit in a remote feeder.

The installation of devices in specific points of the company was proposal, which provided a local optimization of the electrical system and therefore a respective reduction in their consumption energy.

Finally, an economic analysis was performed to obtain a rough estimate of the monthly economy of energy and a rough estimate of the payback time of the project.

DEDICATÓRIA

Dedico este projeto aos meus pais, que sempre me motivaram à conclusão da graduação, me dando força nos momentos mais difíceis, e aos meus amigos que também nunca pararam de me incentivar.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1. Considerações iniciais	1
1.2. O dispositivo	8
1.3. Localização dos dispositivos	13
1.4. Justificativa	17
2. Estudo teórico	18
3. Estudo prático	38
4. Estudo financeiro	51
5. Conclusões	54
6. Referências	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Imagens do dispositivo (Power Save, 2010)	8
Figura 02	Esquema de ligação do dispositivo (Power Save, 2010)	8
Figura 03	Microcontrolador Texas MSP430FE427A	9
Figura 04	Chip radio Texas CC2500	10
Figura 05	Modelo de rede <i>Mesh</i>	12
Figura 06	Planta Baixa	13

LISTA DE SIGLAS

Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras
CNAEE	Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
Chesf	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
Chevap	Companhia Hidroelétrica do Vale do Paraíba
Eletrosul	Centrais Elétricas do Sul do Brasil
Eletronorte	Centrais Elétricas do Norte do Brasil
GCOI	Grupos Coordenadores para a Operação Interligada
PND	Programa Nacional de Desestatização
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RGR	Reserva Global de Reversão
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
PEB	Programa Brasileiro de Etiquetagem

1. Introdução

1.1. Considerações iniciais

Falando de forma geral sobre a história da eletricidade no Brasil, podemos dizer que, no final do século XIX, quando a atividade econômica era significativamente agrária, a participação da eletricidade como fonte de energia era inexpressiva. De fato, seu início ocorreu com o processo de industrialização, no início do século XX. Fatores como a concentração em centros urbanos, o incremento de atividades industriais, e o avanço da urbanização, com o surgimento de uma classe média, impulsionaram seu uso e incentivaram as experiências pioneiras de produção de energia elétrica no Brasil ainda ao tempo do Império.

O aproveitamento do grande potencial hidrelétrico do país tornou-se a opção predominante no início do século XX. A partir de 1920, o Brasil foi tendo o seu número de usinas hidrelétricas instaladas aumentado, num crescimento constante. Estas usinas, ainda de pequeno porte, estavam geralmente associadas a regiões de atividade industrial ou atendiam às localidades definidas por concessão municipal. Com o crescimento da atividade e a necessidade de executar projetos de maior tamanho, iniciou-se um processo de fusões e incorporações entre as empresas do setor, e aproximadamente em 1930 já se considerava o país com uma estruturada matriz energética.

Em sua grande maioria com geração hidrelétrica, o que nos diferenciava e ainda nos diferencia dos outros países, com base termelétrica, essas usinas atendiam aos parques industriais ou pontos específicos isolados. A capacidade instalada de energia elétrica passou de 12 MW para 780 MW, sendo 80% de origem hidráulica.

Seguindo uma tendência mundial, durante as décadas de 1940 e 1950 as usinas passaram a ser cada vez maiores, para que se reduzissem os custos de instalação e de geração. A concentração do setor nas mãos de poucas empresas privadas dava-lhes poder para cobrar caro e influir nas diretrizes de crescimento econômico do país.

A intensificação do processo de industrialização demandou o aumento contínuo da oferta de energia e novos investimentos no campo da hidroeletricidade. Em 1960, as hidrelétricas respondiam por 76% da potência instalada do setor, estimada em 3.642 MW. Essa participação tornou-se ainda mais elevada nas décadas seguintes, diferenciando a evolução do setor no Brasil em relação aos países de vanguarda industrial que praticamente já haviam esgotado o potencial hidráulico disponível, utilizando-se basicamente de usinas termelétricas, essencialmente a carvão mineral.

A intervenção do Estado modificou profundamente a estrutura de propriedade do setor, mas não a primazia da eletricidade como dado essencial de sua base produtiva. Basta dizer que na virada do século XXI, 97% da produção nacional de energia elétrica eram provenientes das usinas hidrelétricas. A partir daí, essa matriz energética foi aumentando consideravelmente, e o Brasil viu-se na necessidade de criar uma empresa que analisasse e coordenasse o setor de forma geral.

A criação da Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) foi proposta em 1954 pelo presidente Getúlio Vargas. O projeto enfrentou grande oposição e só foi aprovado após sete anos de tramitação no Congresso Nacional. Em 25 de abril de 1961, o presidente Jânio Quadros assinou a Lei 3.890-A, autorizando a União a constituir a Eletrobrás. A instalação da empresa ocorreu oficialmente no dia 11 de junho de 1962, em sessão solene do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), no Palácio Laranjeiras, no Rio de Janeiro, com a presença do presidente João Goulart.

A Eletrobrás recebeu a atribuição de promover estudos, projetos de construção e operação de usinas geradoras, linhas de transmissão e subestações destinadas ao suprimento de energia elétrica do país. Quando foi criada, a empresa agregou como subsidiárias a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf), Furnas Centrais Elétricas, a Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba (Chevap) e a Termelétrica de Charqueadas, o que contribuiu ainda mais decisivamente para a expansão da oferta de energia elétrica e o desenvolvimento do país.

A Eletrobrás assumiu desde o início as características de holding - núcleo de um conjunto de concessionárias com grande autonomia administrativa - e a gestão dos recursos do Fundo Federal de Eletrificação transformou-a rapidamente na principal agência financeira setorial.

Em 1964, foram ultimadas as negociações para a compra pelo governo brasileiro das concessionárias atuantes no Brasil do grupo Amforp. O negócio foi realizado em 14 de outubro e essas empresas passaram à condição de subsidiárias da Eletrobrás.

Em 1968, foi criada outra subsidiária de âmbito regional, a Centrais Elétricas do Sul do Brasil (Eletrosul) e em 1973, a última subsidiária regional da Eletrobrás foi instituída: a Centrais Elétricas do Norte do Brasil (Eletronorte). Neste último ano, a Eletrobrás estabeleceu, juntamente com a Administración Nacional de Electricidad, empresa estatal paraguaia, a Itaipu Binacional, visando à construção da hidrelétrica de Itaipu, no rio Paraná, na fronteira dos dois países.

Em seguida, a Lei nº 5.899, de 5 de julho de 1973, atribuiu à Eletrobrás a competência para promover, através de suas empresas de âmbito regional, a construção e a operação de sistemas de transmissão em alta e extra-alta tensões, visando à integração interestadual dos sistemas e ao transporte de energia elétrica de Itaipu. Para tanto foram instituídos os Grupos Coordenadores para a Operação Interligada (GCOI).

Ao final da década de 1970, todas as concessionárias do setor de energia elétrica tinham capital nacional, com a compra pelo governo brasileiro das ações da Light à multinacional Brascan Limited, em janeiro de 1979.

Na década seguinte, o desempenho da Eletrobrás passou a se ressentir das dificuldades que vinham sendo enfrentadas pela economia brasileira. A recessão e a crise da dívida externa criaram um quadro de grave estrangulamento financeiro no setor. Essa situação agravou-se em 1988, com a extinção do Imposto Único sobre Energia Elétrica e a transferência para os estados da arrecadação tributária equivalente.

As reformas institucionais e as privatizações na década de 1990 acarretaram a perda de algumas funções da estatal e mudanças no perfil da Eletrobrás. Nesse período, a companhia passou a atuar também, por determinação legal e transitoriamente, na distribuição de energia elétrica, por meio de empresas nos estados de Alagoas, Piauí, Rondônia, Acre, Roraima e Amazonas.

No início da década de 1990, o programa de obras de geração foi praticamente paralisado e foi iniciada uma reorganização institucional do setor, com a finalidade de reduzir a presença do Estado na economia. Em março de 1993, diminuiu-se o controle da União sobre os preços dos serviços de energia elétrica. Em 1995, foi sancionada pelo Executivo uma nova legislação de serviços públicos, na qual regras específicas para as concessões dos serviços de eletricidade foram fixadas; a figura do produtor independente de energia foi reconhecida, liberando os grandes consumidores do monopólio comercial das concessionárias; e o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição foi assegurado.

Em maio de 1995, a Eletrobrás e suas quatro empresas de âmbito regional - Chesf, Furnas, Eletrosul e Eletronorte - foram incluídas no Programa Nacional de Desestatização. À época, o sistema Eletrobrás respondia por 48% da capacidade geradora instalada no país, totalizando 55.512 milhões de kW.

Em 2004, a nova regulamentação do setor excluiu a Eletrobrás do Programa Nacional de Desestatização (PND). Atualmente, a companhia controla 12 subsidiárias – Eletrobras Chesf, Eletrobras Furnas, Eletrobras Eletrosul, Eletrobras Eletronorte, Eletrobras CGTEE, Eletrobras Eletronuclear, Eletrobras Distribuição Acre, Eletrobras Amazonas Energia, Eletrobras Distribuição Roraima, Eletrobras Distribuição Rondônia, Eletrobras Distribuição Piauí e Eletrobras Distribuição Alagoas –, uma empresa de participações (Eletrobras Eletropar), um centro de pesquisas (Eletrobras Cepel, o maior do ramo no hemisfério Sul) e ainda detém metade do capital de Itaipu Binacional, em nome do Governo Brasileiro.

Presente em todo o Brasil, a Eletrobrás tem capacidade instalada para a produção de 39.453 MW, incluindo metade da potência da usina de Itaipu pertencente ao Brasil, e mais de 59 mil km de linhas de transmissão.

Conforme já foi falado, aos poucos os sistemas elétricos isolados nas regiões foram sendo interligados entre si, e com a usina de Itaipu, para que pudessem suprir a demanda nacional de forma integrada. Assim, era mais fácil gerar energia em um local e transportar para outra região distante, atendendo à carga.

Ao longo das últimas décadas, mesmo com recessões e crises, o crescimento da economia fez com que a demanda por energia no país também crescesse de forma bastante acelerada e, naturalmente, desestruturada. O consumo de energia crescia exponencialmente, bem como as construções de usinas para suprir essa necessidade, e com isso, seria inevitável que a forma de consumo não fosse controlada, racional e otimizada.

Atualmente, as mudanças climáticas que vêm ocorrendo, bem como o aquecimento global são motivos também de preocupação no mundo inteiro, e cada vez mais esses dois pontos estão sendo determinantes para que a indústria de energia se volte então para esse uso racional e inteligente. Porém, essa preocupação no Brasil começou de forma mais intensiva há aproximadamente 25 anos.

Iniciado de forma embrionária, e depois tomando formato com um objetivo mais definido, o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – foi criado em 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, e gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás. Em 18 de julho de 1991, o PROCEL foi transformado em Programa de Governo, tendo suas abrangência e responsabilidades ampliadas. Este programa veio na intenção de promover a racionalização da geração e consumo de energia,

evitando desperdício, para que então se reduzam os custos globais e locais, bem como investimentos em estrutura.

O Programa utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão - RGR - fundo federal constituído com recursos das concessionárias, proporcionais ao investimento de cada uma. Utiliza, também, recursos de entidades internacionais.

O PROCEL estabelece metas de redução de conservação de energia que são consideradas no planejamento do setor elétrico, dimensionando as necessidades de expansão da oferta de energia e da transmissão. Dentre elas, destacam-se: redução nas perdas técnicas das concessionárias, racionalização do uso da energia elétrica e aumento da eficiência energética em aparelhos elétricos.

Se for mantida a estrutura atual de uso da energia, projeta-se uma necessidade de suprimento, em 2015, em torno de 780 TWh/ano. Diminuindo-se os desperdícios, estima-se uma redução anual de até 130 TWh - produção aproximada de duas usinas de Itaipu.

Uma das metas do PROCEL tem sido a redução das perdas técnicas na transmissão e distribuição das concessionárias para um valor próximo aos 10%. Com a adoção do selo PROCEL de eficiência energética nos eletrodomésticos, espera-se um aumento médio de 10% no desempenho dos equipamentos que participem do programa.

Além do PROCEL, foi criado o também o CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural -, um programa do Ministério de Minas e Energia, coordenado e gerido com recursos técnicos e administrativos da Petrobrás S.A. Dessa forma, a empresa cumpre uma importante missão institucional suportando a administração técnica e financeira do Programa, criado pelo Governo Federal, em 1991.

O CONPET promove o desenvolvimento de uma cultura antidesperdício no uso dos recursos naturais não renováveis, estimula a eficiência no uso da energia em diversos setores, com ênfase nos transportes, nas indústrias e nas residências, além de desenvolver ações de educação ambiental.

Os principais objetivos do CONPET são: fornecer apoio técnico para aumento da eficiência energética no uso final da energia, promover a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera, conscientizar os consumidores sobre a importância do uso racional da energia para o desenvolvimento sustentável e melhor qualidade de vida, e racionalizar o consumo de derivados do petróleo e do gás natural.

Desenvolvido pelo Programa, o selo CONPET de Eficiência Energética (ou simplesmente Selo CONPET), em vigor desde agosto de 2005, é destinado aos equipamentos consumidores de derivados de petróleo e de gás natural que obtiverem os menores índices de consumo de combustível. O selo foi lançado no ano passado durante a cerimônia de entrega do Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.

O selo CONPET é um incentivo aos fabricantes e importadores de equipamentos domésticos a gás para buscar a comercialização de produtos cada vez mais eficientes. O constante aprimoramento tecnológico na fabricação de aparelhos mais eficientes também beneficiará os consumidores, pois o selo será de fácil visualização nos equipamentos etiquetados no momento da escolha do produto. Dessa forma, o selo contribui para a formação, nos consumidores, de uma cultura de permanente preocupação com o uso eficiente da energia e dos combustíveis fósseis, como petróleo e gás, e as respectivas emissões provenientes de sua queima.

O Selo CONPET está inserido no Programa Brasileiro de Etiquetagem – PEB -, programa de conservação de energia que, através de etiquetas informativas, visa orientar o consumidor quanto à eficiência energética de alguns produtos comercializados no País.

O objetivo do PBE é estimular a racionalização do consumo de energia através da utilização de produtos mais eficientes. A etiquetagem permite que o consumidor avalie os diversos produtos quanto ao seu rendimento energético e selecione os que lhe trarão maior economia durante sua utilização.

Portanto, estes programas só vieram a contribuir, tornando essa questão mais profissional e fazendo com que todos os consumidores tivessem consciência do problema e usassem a energia de forma racional.

Naturalmente que esses consumidores não têm toda a disciplina necessária para a utilização correta da energia, e é nesse sentido que este Projeto Final é elaborado, no intuito de prover uma solução de utilização inteligente de energia, agregando valor não só para a empresa em análise, como também para a sociedade e o setor elétrico de forma geral.

A empresa a ser estudada é a Bowne do Brasil Comunicação Corporativa Ltda., aonde trabalhei durante quase 4 (quatro) anos, uma multinacional com sede em Nova York, e escritórios em mais de 80 cidades pelo mundo, incluindo uma filial com 1 (um) andar na cidade do Rio de Janeiro.

O estudo será dividido em 2 (duas) etapas: parte teórica, a partir de todos os valores nominais de determinadas lâmpadas, e parte prática, a partir de dispositivos criados pela empresa *Power Save*.

As 2 (duas) principais funções deste dispositivo são: leitura em tempo real da energia consumida pelo equipamento, e a possibilidade de interromper, de forma remota – através de um programa de computador - o circuito alimentador naquele ponto aonde está instalado, podendo retornar ao status de ligado a qualquer momento, também de forma remota. Sendo assim, não haveria a necessidade de rearranjo do circuito para inclusão de fiação e interruptor, no caso dos ambientes sem interruptores nesta empresa.

Em um primeiro momento, será analisada a planta baixa do andar, identificados todos os locais para instalação dos dispositivos, e então calculados, de forma teórica, a partir dos valores nominais das lâmpadas, as reduções de gasto de energia. Será proposta a instalação de um número ideal de dispositivos em pontos específicos, que proporcione uma otimização do sistema elétrico, e, portanto, redução do consumo de energia, com o melhor tempo de retorno possível.

O dispositivo será utilizado para fazer a leitura em diversas lâmpadas de modelos diferentes na UFRJ, comprovando que funciona em todos esses tipos, inclusive nas da empresa Bowne, com lâmpadas iguais às medidas. Assim, será feita uma outra análise, com o caso real, com as lâmpadas realmente utilizadas pela empresa Bowne, delimitando um range estimado de redução no consumo de energia.

A partir daí, serão calculadas as estimativas de economia de energia, em 2 cenários diferentes, melhor caso e pior caso, e então calculado também, para finalizar, o tempo de retorno do projeto.

1.2. O dispositivo

Inicialmente, apresentaremos o dispositivo em questão, conforme figura 01, bem como os principais componentes que o formam, descrições e informações adicionais, e seu funcionamento.

Imagens do Dispositivo:



Figura 01 – Imagens do dispositivo (*Power Save*, 2010)

As imagens foram cedidas pela empresa *Power Save* em um formato pequeno, sob 3 (três) perspectivas diferentes - visão superior, visão lateral e visão interna -, de tal forma que não comprometa a segurança da informação, ou seja, de forma que não seja possível identificar claramente o conteúdo do equipamento, de acordo com as normas de patente e propriedade intelectual.

Como pode ser visto na figura 02, o dispositivo possui entrada e saída para ligação do fio de fase e do fio de neutro, a serem conectados em série com o circuito, entre o disjuntor e a lâmpada.



Figura 02 – Esquema de ligação do dispositivo (*Power Save*, 2010)

Os principais componentes que formam o dispositivo são:

- Microcontrolador Texas MSP430FE427A.

Descrição: O *Texas Instruments* MSP430 é um família de microcontroladores de ultra baixa potência, composta por vários dispositivos com diferentes conjuntos e periféricos direcionados para diversas aplicações. A arquitetura, juntamente com cinco modos de baixo consumo, é otimizada para obter a vida da bateria em aplicações de medição portátil. O dispositivo possui uma poderosa 16-bit RISC CPU, os registros de 16 bits, e geradores constantes que contribuem para a eficiência energética. O código máximo do oscilador controlado digitalmente permite despertar os modos de baixo consumo para o modo ativo em menos de 6 ms.

Diagrama:

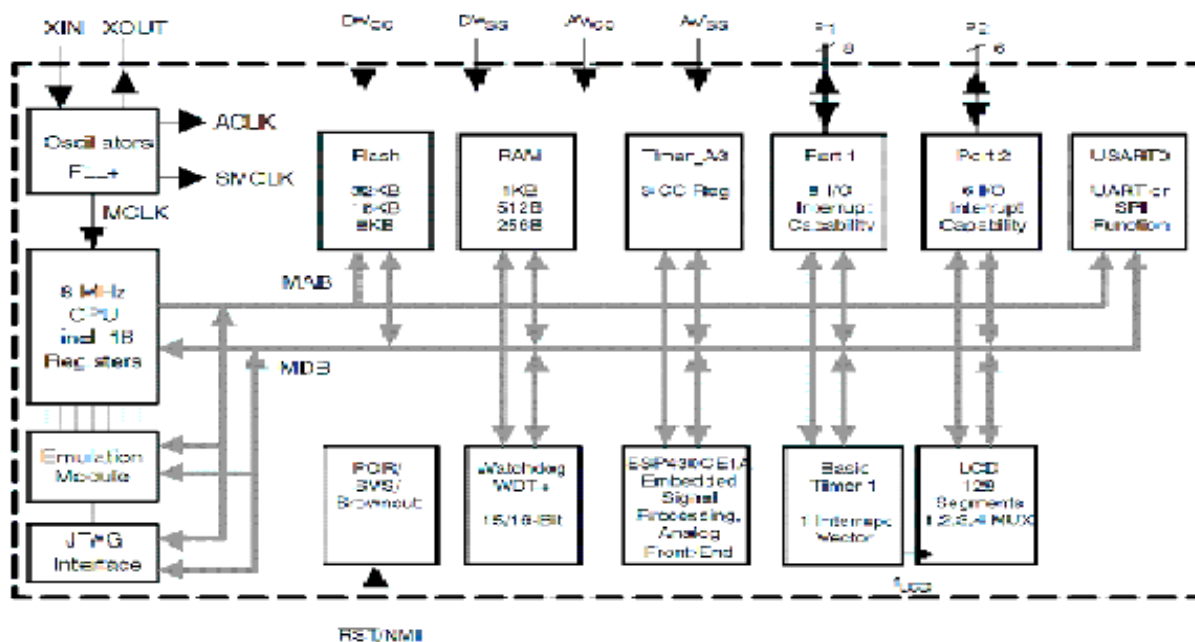


Figura 03 – Microcontrolador Texas MSP430FE427A.

- Chip Rádio Texas CC2500

Descrição: O Chip Rádio Texas CC2500 é um transceptor de 2,4 GHz de baixo custo projetado para muito baixa potência em aplicações sem fio. O circuito é destinado a 2400-2483,5 MHz ISM (*Industrial Scientific and Medical*) e SRD (*Short Range Device*) banda de frequência.

O transceptor de RF é integrado com um modem de banda base altamente configurável. O modem suporta os formatos de modulação e tem uma taxa de dados configurável até 500 kBaud.

CC2500 hardware fornece suporte extensivo para a manipulação de pacotes, o buffer de dados, transmissões de ruptura, a avaliação do canal claro, e a indicação da qualidade da ligação e-wake na rádio.

Os principais parâmetros operacionais e as 64-byte de transmissão / recepção de FIFOs CC2500 pode ser controlada através de uma interface SPI. Em um sistema típico, o CC2500 é usado em conjunto com um microcontrolador e alguns outros componentes passivos.

Diagrama:

CC2500

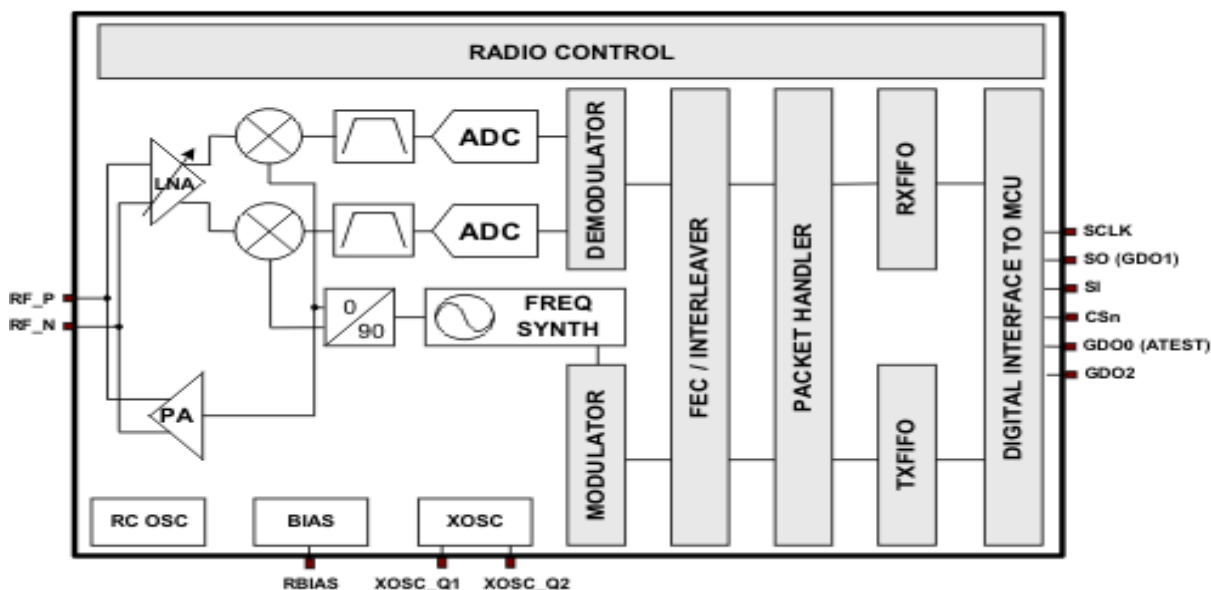


Figura 04 – Chip radio Texas CC2500.

- TRIAC

Principal função: com capacidade máxima de 16 A, é utilizado como chave liga/desliga, e também pode ser utilizado para dimmerização de lâmpadas incandescentes.

- Supercapacitor

Principal função: manter a alimentação do circuito, operando em modo sleep e com consumo de baixa potência, caso haja alguma falha de queda de tensão, evitando assim a perda das funções de registro de data e hora. É um componente passivo. A tensão que opera é 3.3 V, porém com especificações para suportar até 5 V.

- Fonte

Principal função: alimentar o circuito com corrente contínua sob tensão de 3.3 V, transformada da corrente alternada, com corrente máxima de 50 mA. A fonte, com 2 (dois) estágios - um estágio capacitivo e outro estágio chaveado no dispositivo -, atua como um divisor capacitivo, e é utilizada para melhoria na eficiência do mesmo, consumindo apenas 150 mW.

As principais funções do dispositivo são:

- 1) Leitura em tempo real dos parâmetros data, hora, corrente (em A), tensão (em V), potência (em W), frequência (em Hz) e energia (em kWh);
- 2) Possibilidade de ligar e desligar o circuito, de forma remota, através de software de computador;
- 3) Possibilidade de programação de horários para ligar e desligar o circuito, de forma remota, através de software de computador;
- 4) Possibilidade de integração com outros dispositivos ou equipamentos, via API (Application Programming Interface).

As funções de liga/desliga, tanto em tempo real, como de forma programada, são feitas de forma remota, por rede *wireless*. As ordens são enviadas por um software e um dispositivo “mãe” conectado ao computador enviar as informações aos dispositivos acoplados às lâmpadas. Esse envio de informações possui um alcance de aproximadamente 20 metros.

Outra tecnologia utilizada no funcionamento do dispositivo é a rede *Mesh*, conforme modelo apresentado na figura 05. O objetivo é fazer com que as informações dos dispositivos sejam repetidas aos dispositivos adjacentes, e chegar então ao computador que acionará os comandos.

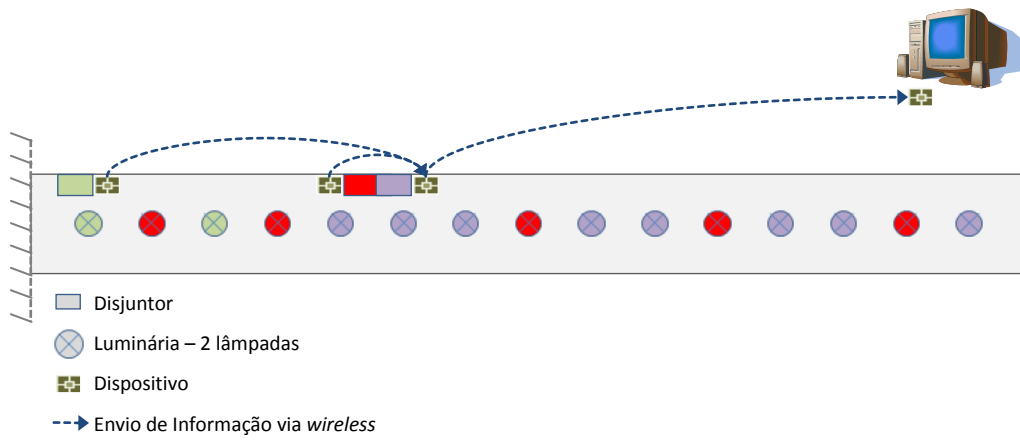


Figura 05 – Modelo de rede *Mesh*.

1.3. Localização dos dispositivos

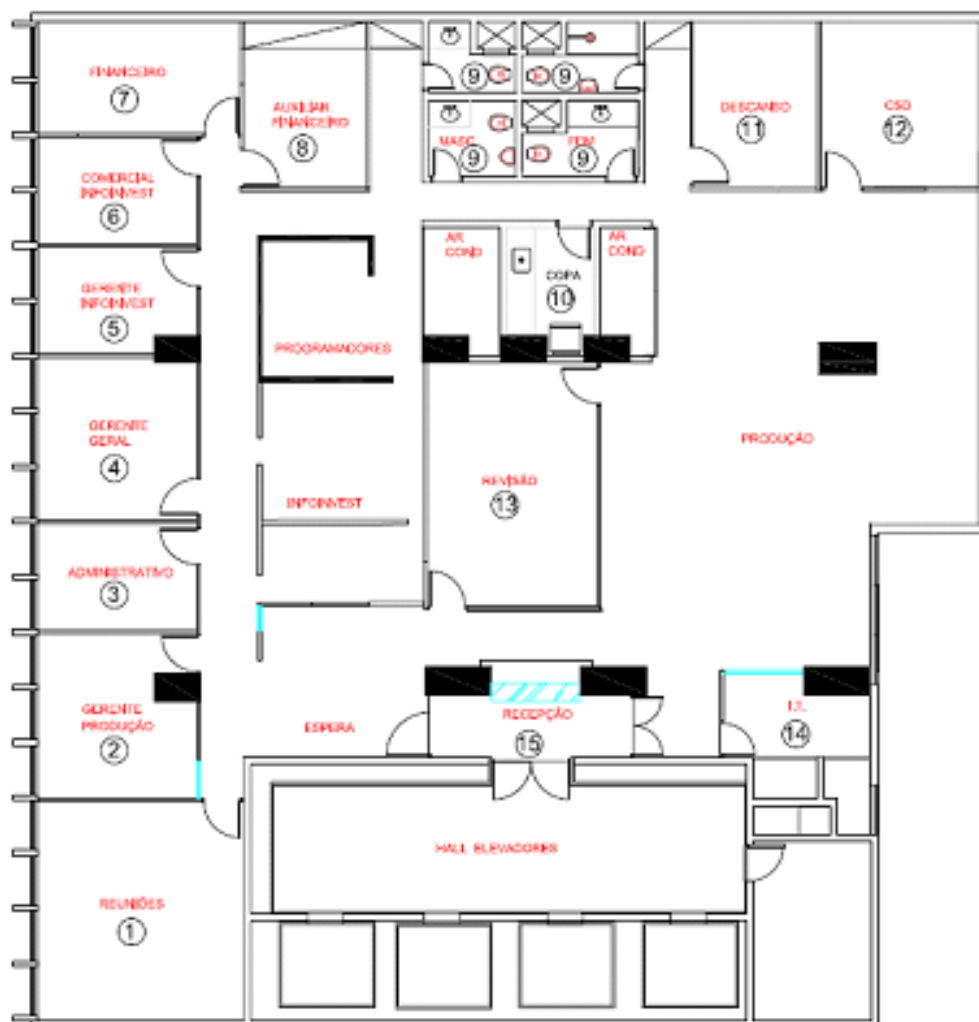


Fig 06 - Planta Baixa

Antes de começarem os estudos teórico e prático, é preciso definir os possíveis pontos aonde os dispositivos serão instalados.

Inicialmente, foram identificados os disjuntores de iluminação responsáveis por cada região do escritório, feito na própria empresa. Segue essa distribuição:

Disjuntor 1:

Financeiro

Comercial INFOINVEST

Gerente INFOINVEST

Gerente Geral

Administrativo

Gerente de Produção

Reuniões

Disjuntor 2:

Auxiliar Financeiro

Programadores

INFOINVEST

Espera

Disjuntor 3:

Banheiros (nº 9 na planta)

Copa

Disjuntor 4:

Revisão

Recepção e Hall dos Elevadores

Disjuntor 5:

Hall dos Elevadores

Disjuntor 6:

Descanso

CSD

Produção

I.T.

Algumas destas salas possuem interruptores próprios ou são áreas ocupadas por funcionários desde o primeiro até o último horário do dia, impossibilitando então o desligamento das lâmpadas durante o expediente através do dispositivo. Portanto, não serão alvo do estudo no projeto, e assim não acomodarão o dispositivo em questão.

Esses locais são:

- Reuniões
- Programadores
- INFOINVEST
- Gerente de Produção
- Espera
- Banheiros
- Copa
- Revisão
- Recepção
- Descanso

As salas restantes são locais que não possuem interruptor próprio. Assim, são as salas que acomodarão o dispositivo, listadas abaixo:

- Financeiro
- Comercial INFOINVEST
- Gerente INFOINVEST
- Gerente Geral
- Administrativo
- Auxiliar Financeiro
- Hall dos Elevadores
- CSD
- Produção
- I.T.

Definidos os locais aonde serão instalados os dispositivos, pode-se então iniciar o projeto com o estudo teórico.

1.4. Justificativa

A principal motivação para a instalação dos dispositivos foi a ausência de interruptores nos ambientes selecionados.

Os fatores que levaram à opção desta aplicação, em vez de instalação de interruptores são: facilidade de instalação dos dispositivos, acoplados às lâmpadas; a não necessidade de alteração de circuito, quebra de parede, compra de material e mão-de-obra; e a possibilidade de integração do dispositivo com outros equipamentos com biometria ou aparelhos celulares.

2. Estudo teórico

Conforme dito acima, a análise será feita nos locais que acolherão o dispositivo.

Locais a serem analisados:

- Financeiro
- Comercial INFOINVEST
- Gerente INFOINVEST
- Gerente Geral
- Administrativo
- Auxiliar Financeiro
- Hall dos Elevadores
- CSD
- Produção
- I.T.

Segue abaixo o sistema de iluminação de cada sala em separado:

- Financeiro - 4 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- Comercial INFOINVEST - 4 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- Gerente INFOINVEST - 4 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- Gerente Geral - 6 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- Administrativo - 4 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- Auxiliar Financeiro - 4 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- Hall dos Elevadores - 9 lâmpadas dicróicas de 50 W cada
- CSD - 6 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- Produção - 26 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada
- I.T - 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada

Essas lâmpadas fluorescentes são da marca OSRAM, modelo T10/T12, que funcionam acopladas a um reator eletrônico da marca OSRAM, modelo RTA 2 x 40 W BIVOLT (para 127 V), com 2 W de potência nominal, a cada par de lâmpadas.

As lâmpadas dicróicas são da marca Philips, modelo Brilliantline Dichroic 50W GU5.3 12V MR16 10D 1CT.

Sendo assim, o sistema de iluminação total de cada sala em separado, levando em consideração tanto a potência das lâmpadas como dos reatores, passa a ser:

- Financeiro – potência total de 164 W
- Comercial INFOINVEST – potência total de 164 W
- Gerente INFOINVEST – potência total de 164 W
- Gerente Geral – potência total de 246 W
- Administrativo – potência total de 164 W
- Auxiliar Financeiro – potência total de 164 W
- Hall dos elevadores – potência total de 450 W
- CSD – potência total de 246 W
- Produção – potência total de 1066 W
- I.T – potência total de 82 W

Seguem as premissas gerais que norteiam a análise teórica, e que podem ser consideradas para todos os locais de análise, dentro de suas especificidades:

- 1) A auxiliar de serviços gerais é a primeira a chegar ao escritório, às 7 h da manhã, e liga todos os disjuntores da empresa
- 2) O último funcionário a deixar o escritório, às 20:30 h, desliga todos os disjuntores da empresa
- 3) Duração de almoço dos funcionários – 1 h
- 4) O valor do kWh é de R\$ 0,429907 (valor médio dos últimos 12 meses da conta de luz da empresa em questão)
- 5) Em algumas destas salas estão funcionários que viajam a trabalho
- 6) Em algumas destas salas estão os funcionários que sempre chegam depois da auxiliar de serviços gerais, e vão embora antes do último deixar o escritório
- 7) Em algumas destas salas estão funcionários que saem do escritório para reuniões externas
- 8) Apenas 1 (uma) pessoa trabalha nas salas Administrativo, Gerente Geral, Gerente INFOINVEST e Financeiro

Será preciso então fazer cálculos baseados nas seguintes análises:

1º análise - Desperdício de energia em função do tempo de lâmpadas ligadas durante as viagens a trabalho

2º análise - Desperdício de energia em função do tempo de lâmpadas ligadas entre a chegada da auxiliar de serviços gerais e o(s) funcionário(s) de cada sala, e entre a saída do(s) funcionário(s) de cada sala e o último funcionário a sair, às 20:30 h, que desliga o disjuntor destas salas

3º análise - O desperdício de energia em função do tempo de lâmpadas ligadas durante o horário de almoço

4º análise - O desperdício de energia em função do tempo de lâmpadas ligadas durante reuniões externas realizadas.

A partir de agora, podemos analisar sala por sala, levando em consideração todas as premissas já apresentadas, calculando em primeiro lugar o gasto total com iluminação por sala, depois a economia teórica de energia, e por último o percentual de redução.

Sala FINANCEIRO:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,164 kW x 297 = 48,708 kWh

Valor em reais gasto por mês com essa sala FINANCEIRO = R\$ 0,429907 x 48,708 kWh = R\$ 20,94

1º análise – levando em consideração que o funcionário desta sala não viaja a trabalho, não será necessário fazer esta análise.

2º análise - desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada do funcionário, e a saída do funcionário e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que o funcionário desta sala chega às 9 h e vai embora às 18:30 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 2 h manhã + 2 h noite = 4 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 4 h = 0,656 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,656 kWh = R\$ 0,28

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,28 x 22 = R\$ 6,16

3º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 1 h = 0,164 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,164 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 9 (2 dias de almoço externo por semana)
= R\$ 0,63

4º análise - levando em consideração que o funcionário desta sala raramente sai do escritório para reuniões externas, podemos também desprezar esta análise.

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala FINANCEIRO:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 6,16 + R\$ 0,63 = R\$ 6,79

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala FINANCEIRO é de 32,4%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Financeiro						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 20,94	R\$ 0,00	R\$ 6,16	R\$ 0,63	R\$ 0,00	R\$ 6,79	32,4%

Sala COMERCIAL INFOINVEST:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,164 kW x 297 = 48,708 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 48,708 kWh = R\$ 20,94

1º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em viagem. Neste caso, a média de viagens por mês é de 2 dias, porém enquanto um funcionário está em viagem, o outro funcionário está na sala trabalhando de 10 h às 17 h. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de desperdício com iluminação por dia de viagem (de 7 h às 10 h e de 17 h às 20:30 h) = 6:30 h

Energia total desperdiçada por dia de viagem = 0,164 kW x 6,5 = 1,066 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de viagem = R\$ 0,429907 x 1,066 kWh = R\$ 0,46

Valor em reais desperdiçado com viagens por mês = R\$ 0,46 x 2 = R\$ 0,92

2º análise - Considerando que o funcionário desta sala que chega mais cedo, às 9 h, e vai embora mais tarde, às 18:30 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de desperdício de manhã = 2 h

Energia total desperdiçada por dia de manhã = 0,164 kW x 2 h = 0,328 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de manhã = R\$ 0,429907 x 0,328 kWh = R\$ 0,14

Valor em reais desperdiçado por mês de manhã = R\$ 0,14 x 20 (22 - 2 dias em viagens) = R\$ 2,80

Tempo total por dia de desperdício de noite = 2 h

Energia total desperdiçada por dia de noite = 0,164 kW x 2 h = 0,328 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de noite = R\$ 0,429907 x 0,328 kWh = R\$ 0,14

Valor em reais desperdiçado por mês de noite = R\$ 0,14 x 16 (22 - 2 dias em viagens - 4 tardes em reuniões externas) = R\$ 2,24

3º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 1 h = 0,164 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,164 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 22 = R\$ 1,54

4º análise - desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em reuniões externas. Neste caso, a média de reuniões externas por mês é de 4 tardes. O funcionário que sai para reunião externa sai depois do almoço, e não volta para o escritório, e o funcionário que fica no escritório nesta sala vai embora às 17h. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de desperdício por dia de reunião externa (de 17 h às 20:30 h) = 3,5 h

Energia total desperdiçada por dia de reunião externa = 0,164 kW x 3,5 = 0,574 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de reunião externa = R\$ 0,429907 x 0,574 kWh = R\$ 0,25

Valor em reais desperdiçado com reuniões externas por mês = R\$ 0,25 x 4 = R\$ 1,00

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala COMERCIAL INFOINVEST:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 0,92 + R\$ 2,80 + R\$ 2,28 + R\$ 1,54 + R\$ 1,00 = R\$ 8,50

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala COMERCIAL INFOINVEST é de 40,6%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Comercial INFOINVEST						
Gasto da sala	Viagens	Chegada/saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 20,94	R\$ 0,92	R\$ 5,04	R\$ 1,54	R\$ 1,00	R\$ 8,50	40,6%

Sala GERENTE INFOINVEST:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,164 kW x 297 = 48,708 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 48,708 kWh = R\$ 20,94

1ª análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em viagem. Neste caso, a média de viagens por mês é de 0,67 dias. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de desperdício por dia de viagem (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Energia total desperdiçada por dia de viagem = 0,164 kW x 13,5 = 2,214 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de viagem = R\$ 0,429907 x 2,214 kWh = R\$ 0,95

Valor em reais desperdiçado com viagens por mês = R\$ 0,95 x 0,67 = R\$ 0,64

2º análise - desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada do funcionário, e a saída do funcionário e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que o funcionário desta sala chega às 9 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h, as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h (horário de saída deste funcionário) e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 2 h manhã + 2 h noite = 4 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 4 h = 0,656 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,656 kWh = R\$ 0,28

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,28 x 21,33 (22 – 0,67 dias em viagens) = R\$ 6,00

3º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 1 h = 0,164 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,164 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 16,83 (22 – 0,67 dias em viagens – 1 dia de almoço no trabalho por semana) = R\$ 1,18

4º análise - levando em consideração que o funcionário desta sala raramente sai para reuniões externas, e quando sai, compensa as horas de trabalho, podemos então desprezar essa redução.

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala GERENTE INFOINVEST:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês =

R\$ 0,64 + R\$ 6,00 + R\$ 1,18 = R\$ 7,82

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala GERENTE INFOINVEST é de 37,3%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Gerente INFOINVEST						
Gasto da sala	Viagens	Chegada/saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 20,94	R\$ 0,64	R\$ 6,00	R\$ 1,18	R\$ 0,00	R\$ 7,82	37,3%

Sala GERENTE GERAL:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 246 W = 0,246 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,246 kW x 297 = 73,062 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 73,062 kWh = R\$ 31,41

1º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em viagem. Neste caso, a média de viagens por mês é de 4 dias. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 246 W = 0,246 kW

Tempo total de desperdício por dia de viagem (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Energia total desperdiçada por dia de viagem = 0,246 kW x 13,5 = 3,321 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de viagem = R\$ 0,429907 x 3,321 kWh = R\$ 1,43

Valor em reais desperdiçado com viagens por mês = R\$ 1,43 x 4 = R\$ 5,72

2º análise - desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada do funcionário, e a saída do funcionário e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que o funcionário desta sala chega às 9 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h, as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h (horário de saída deste funcionário) e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 246 W = 0,246 kW

Tempo total por dia de desperdício de manhã = 2 h

Energia total desperdiçada por dia de manhã = 0,246 kW x 2 h = 0,492 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de manhã = R\$ 0,429907 x 0,492 kWh = R\$ 0,21

Valor em reais desperdiçado por mês de manhã = R\$ 0,21 x 18 (22 - 4 dias em viagens) = R\$ 3,78

Tempo total por dia de desperdício de noite = 2 h

Energia total desperdiçada por dia de noite = 0,246 kW x 2 h = 0,492 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de noite = R\$ 0,429907 x 0,492 kWh = R\$ 0,21

Valor em reais desperdiçado por mês de noite = R\$ 0,21 x 14 (22 - 4 dias em viagens - 4 tardes em reuniões externas) = R\$ 2,94

3º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 246 W = 0,246 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,246 kW x 1 h = 0,246 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,246 kWh = R\$ 0,11

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,11 x 18 (22 - 4 dias em viagens) = R\$ 1,98

4º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em reuniões externas. Neste caso, a média de reuniões externas por mês é de 4 tardes, em que o profissional sai do escritório depois do almoço, às 14:30 h e volta às 17:30 h. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 246 W = 0,246 kW

Tempo total de desperdício por tarde de reunião externa (de 14:30 h às 17:30 h) = 3 h

Energia total desperdiçada por dia de reunião externa = 0,246 kW x 3 = 0,738 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de reunião externa = R\$ 0,429907 x 0,738 kWh = R\$ 0,32

Valor em reais desperdiçado com reuniões externas por mês = R\$ 0,32 x 4 = R\$ 1,28

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala GERENTE GERAL:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês =

$$R\$ 5,72 + R\$ 3,78 + R\$ 2,94 + R\$ 1,98 + R\$ 1,28 = R\$ 15,70$$

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala GERENTE GERAL é de 50,0%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Gerente Geral						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 31,41	R\$ 5,72	R\$ 6,72	R\$ 1,98	R\$ 1,28	R\$ 15,70	50,0%

Sala ADMINISTRATIVO:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

$$\text{Potência total da sala} = 164 \text{ W} = 0,164 \text{ kW}$$

$$\text{Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h)} = 13,5 \text{ h}$$

$$\text{Tempo total de energia por mês (22 dias)} = 13,5 \text{ h} \times 22 = 297 \text{ h}$$

$$\text{Energia total gasta por mês} = 0,164 \text{ kW} \times 297 = 48,708 \text{ kWh}$$

$$\text{Valor em reais gasto por mês} = R\$ 0,429907 \times 48,708 \text{ kWh} = R\$ 20,94$$

1º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em viagem. Neste caso, a média de viagens por mês é de 2 dias. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

$$\text{Potência total da sala} = 164 \text{ W} = 0,164 \text{ kW}$$

$$\text{Tempo total de desperdício por dia de viagem (de 7 h às 20:30 h)} = 13,5 \text{ h}$$

$$\text{Energia total desperdiçada por dia de viagem} = 0,164 \text{ kW} \times 13,5 = 2,214 \text{ kWh}$$

$$\text{Valor em reais desperdiçado por dia de viagem} = R\$ 0,429907 \times 2,214 \text{ kWh} = R\$ 0,95$$

$$\text{Valor em reais desperdiçado com viagens por mês} = R\$ 0,95 \times 2 = R\$ 1,90$$

2ª análise - desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada do funcionário, e a saída do funcionário e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que o funcionário desta sala chega às 9 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h, as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h (horário de saída deste funcionário) e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 2 h manhã + 2 h noite = 4 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 4 h = 0,656 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,656 kWh = R\$ 0,28

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,28 x 18 (22 - 2 dias em viagens – 2 dias em reuniões externas) = R\$ 5,04

3ª análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 1 h = 0,164 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,164 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 9 (2 dias de almoço externo por semana) = R\$ 0,63

4ª análise - desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em reuniões externas. Neste caso, a média de reuniões externas por mês é de 2 dias. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de desperdício por dia de viagem (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Energia total desperdiçada por dia de viagem = 0,164 kW x 13,5 = 2,214 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de viagem = R\$ 0,429907 x 2,214 kWh = R\$ 0,95

Valor em reais desperdiçado com viagens por mês = R\$ 0,95 x 2 = R\$ 1,90

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala ADMINISTRATIVO:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês =
 $R\$ 1,90 + R\$ 5,04 + R\$ 0,63 + R\$ 1,90 = R\$ 9,47$

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala ADMINISTRATIVO é de 45,2%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Administrativo						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 20,94	R\$ 1,90	R\$ 5,04	R\$ 0,63	R\$ 1,90	R\$ 9,47	45,2%

Sala AUXILIAR FINANCEIRO

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,164 kW x 297 = 48,708 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 48,708 kWh = R\$ 20,94

1º análise – levando em consideração que o funcionário desta sala nunca viaja a trabalho, podemos então desprezar essa redução.

2º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada do funcionário, e a saída do funcionário e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que o funcionário desta sala chega às 9 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h, as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18 h (horário de saída deste funcionário) e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 2 h manhã + 2:30 h noite = 4,5 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 4,5 h = 0,738 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,738 kWh = R\$ 0,32

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,32 x 22 = R\$ 7,04

3º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 164 W = 0,164 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,164 kW x 1 h = 0,164 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,164 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 22 = R\$ 1,54

4º análise - levando em consideração que o funcionário desta sala não sai do escritório para reuniões externas, podemos então desprezar também essa redução.

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala AUXILIAR FINANCEIRO:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês =

R\$ 7,04 + R\$ 1,54 = R\$ 9,90

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala AUXILIAR FINANCEIRO é de 47,3%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Auxiliar Financeiro						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 20,94	R\$ 0,00	R\$ 7,04	R\$ 1,54	R\$ 0,00	R\$ 9,90	47,3%

Sala CSD:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 246 W = 0,246 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,246 kW x 297 = 73,062 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 73,062 kWh = R\$ 31,41

1º análise – levando em consideração que os funcionários desta sala nunca viajam a trabalho, podemos então desprezar essa redução.

2º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada dos funcionários, e a saída destes funcionários e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que os funcionários desta sala chegam às 8:30 h, podemos afirmar que entre 7 h e 8:30 h, as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 19 h (horário de saída deste funcionário) e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 246 W = 0,246 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1:30 h manhã + 1:30 h noite = 3 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,246 kW x 3 h = 0,738 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,738 kWh = R\$ 0,32

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,32 x 22 = R\$ 7,04

3ª análise – levando em consideração que os funcionários desta sala almoçam em horários diferentes, e fazendo com que sempre tenha funcionário no horário do almoço, entre 12 h e 14 h, podemos desconsiderar o desperdício com lâmpadas acesas durante o horário de almoço

4ª análise - levando em consideração que os funcionários desta sala não saem do escritório para reuniões externas, podemos então desprezar também essa redução.

Achados os valores em reais, desperdiçados com a sala sem funcionário de manhã, à noite e em horário de almoço, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala CSD:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 7,04

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala CSD é de 22,4%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução CSD						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 31,41	R\$ 0,00	R\$ 7,04	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 7,04	22,4%

Sala PRODUÇÃO:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 1066 W = 1,066 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 1,066 kW x 297 = 316,602 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 316,602 kWh = R\$ 136,11

1º análise – levando em consideração que os funcionários desta sala nunca viajam a trabalho, podemos então desprezar essa redução.

2º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada dos funcionários, e a saída destes funcionários e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que os funcionários desta sala chegam às 7:30 h, podemos afirmar que entre 7h e 7:30 h, as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 19:30 h (horário de saída do último) e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 1066 W = 1,066 kW

Tempo total por dia de desperdício = 0,5 h manhã + 1 h noite = 1:30 h

Energia total desperdiçada por dia = 1,066 kW x 1,5 h = 1,599 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 1,599 kWh = R\$ 0,69

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,69 x 22 = R\$ 15,18

3º análise – levando em consideração que os funcionários desta sala almoçam em horários diferentes, e fazendo com que sempre tenha funcionário no horário do almoço, entre 12 h e 14 h, podemos desconsiderar o desperdício com lâmpadas acesas durante o horário de almoço

4º análise - levando em consideração que os funcionários desta sala não saem do escritório para reuniões externas, podemos então desprezar também essa redução.

Achados os valores em reais, desperdiçados com a sala sem funcionário de manhã, à noite e em horário de almoço, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala PRODUÇÃO:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 15,18

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala PRODUÇÃO é de 11,2%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Produção						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 136,11	R\$ 0,00	R\$ 15,18	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 15,18	11,2%

SALA I.T.

A sala I.T. é a sala com os servidores da empresa, e portanto nenhum funcionário trabalha nela. Com isso, podemos considerar que é usada para análise com uma média de 1 hora diária.

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 82 W = 0,082 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,082 kW x 297 = 24,354 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 24,354 kWh = R\$ 10,47

Análise – desperdício considerando o intervalo de tempo em que a sala não é usada. Considerando, como dito acima, que esta sala é utilizada apenas com média de 1 hora diária, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 82 W = 0,082 kW

Tempo total por dia de desperdício = 13,5 – 1 = 12,5 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,082 W x 12,5h = 1,025 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 1,025 kWh = R\$ 0,44

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,44 x 22 = R\$ 9,68

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 9,68

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala I.T. é de 92,5%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução IT		
Gasto da sala	Total absoluto	Total percentual
R\$ 10,47	R\$ 9,68	92,5%

HALL ELEVADORES

Antes de começar a análise desta seção da empresa, uma consideração é feita:

- 1) Os conversores CA-CC utilizados nas lâmpadas dicróicas 12V têm perdas, que serão desprezadas nesse estudo, por serem relativamente muito pequenas em comparação com a potência consumida pelas lâmpadas, ou seja, os conversores serão considerados ideais.

Já citado anteriormente, esta seção possui 9 lâmpadas dicróicas de 50 W cada, que ficam ligadas de 7 h da manhã, quando a auxiliar de serviços gerais chega ao escritório, até 20:30 h, quando o último funcionário deixa o escritório.

Levando então em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total de 9 lâmpadas de 50 W = $9 \times 50 \text{ W} = 450 \text{ W} = 0,450 \text{ kW}$

Tempo total de energia por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = $13,5 \text{ h} \times 22 = 297 \text{ h}$

Energia total gasta por mês = $0,450 \text{ kW} \times 297 = 133,650 \text{ kWh}$

Valor em reais gasto por mês = $\text{R\$ } 0,429907 \times 133,650 \text{ kWh} = \text{R\$ } 57,46$

A dinâmica desta seção também é diferente das demais. A ideia, para este caso, é ligar as lâmpadas às 9 h, horário em que a empresa começa a receber visitas, de clientes ou outros terceiros para reuniões, e desligá-las às 18:30 h, horário limite em que a empresa encerra suas atividades profissionais com estes terceiros, ficando apenas com trabalho interno por parte dos funcionários.

Portanto, segue abaixo a descrição da análise a ser feito, e os devidos cálculos.

Análise – desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor, às 7 h e 9 h, bem como desperdício entre 18:30 h e 20:30 h, horário de desligamento do disjuntor:

Potência total de 9 lâmpadas de 50 W = $9 \times 50 \text{ W} = 450 \text{ W} = 0,450 \text{ kW}$

Tempo total por dia de desperdício = 2 h manhã + 2 h noite = 4 h

Energia total desperdiçada por dia = $0,450 \text{ W} \times 4 \text{ h} = 1,80 \text{ kWh}$

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 1,800 kWh = R\$ 0,77

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,77 x 22 = R\$ 16,94

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 16,94

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta seção HALL ELEVADORES é de 29,5%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Hall dos elevadores		
Gasto da sala	Total absoluto	Total percentual
R\$ 57,46	R\$ 16,94	29,5%

Com isso, apresento uma tabela que concentra todos os valores de redução por sala, e em todas as salas.

Sala	Gasto por sala	Redução absoluta	Redução percentual
Financeiro	R\$ 20,94	R\$ 6,79	32,4%
Comercial INFOINVEST	R\$ 20,94	R\$ 8,50	40,6%
Gerente INFOINVEST	R\$ 20,94	R\$ 7,82	37,3%
Gerente Geral	R\$ 31,41	R\$ 15,70	50,0%
Administrativo	R\$ 20,94	R\$ 9,47	45,2%
Auxiliar Financeiro	R\$ 20,94	R\$ 9,90	47,3%
CSD	R\$ 31,41	R\$ 7,04	22,4%
Produção	R\$ 136,11	R\$ 15,18	11,2%
IT	R\$ 10,47	R\$ 9,68	92,5%
Hall dos Elevadores	R\$ 57,46	R\$ 16,94	29,5%
TOTAL	R\$ 371,56	R\$ 107,02	28,8%

3. Estudo prático

No dia 24 de Setembro de 2010 e no dia 14 de outubro de 2010 foram feitos testes em bancada utilizando os seguintes equipamentos:

- 2 lâmpadas tubo fluorescentes da marca Sylvania de 32 W/T8, Branca Confort – 4.000K, Thailand – 374640, acopladas a um reator eletrônico ECP AF System, com aproximadamente 1 W de potência nominal.
- 1 lâmpada incandescente da marca Phillips S3 de 100 W
- 2 lâmpadas tubo fluorescentes da marca Phillips TL 20 W/75 RS acopladas a um reator analógico e starter de aproximadamente 20 W de potência nominal
- 3 lâmpadas compactas brancas da marca Extra Luz GX2 de 9 W cada, 6400K de temperatura, F.P. 0,5 e 405 lumens

Com o dispositivo acoplado a esses circuitos, e o dispositivo “mãe” acoplado ao computador, de forma remota, foi possível fazer as seguintes medições:

- Data
- Hora
- Tensão (em V)
- Corrente (em A)
- Frequência (em Hz)
- Potência (em W)
- Energia (em kWh)

Os valores dessas leituras foram também confrontados com um Wattímetro analógico da UFRJ, IE/UFRJ Nº 000110, UFRJ/ELETROBRÁS Convênio ECV 141/77.

Essas medições foram feitas durante alguns minutos para cada circuito, no intuito de comprovar que o dispositivo funciona corretamente em modelos diferentes de lâmpadas, podendo então ser utilizado para leitura e operação liga/desliga remota na Bowne, empresa a ser estudada, bem como qualquer outro estabelecimento com lâmpadas incandescentes, fluorescente tubo e/ou compacta.

A seguir, são apresentadas as tabelas com os resultados dessas medições, para cada lâmpada:

1º caso - 2 lâmpadas tubo fluorescentes da marca Silvania de 32 W/T8, Branca Confort – 4.000K, Thailand – 374640, acopladas a um reator eletrônico ECP AF System, com aproximadamente 1W de potência nominal.

Data	Hora	Tensão (V)	Corrente (A)	Frequência (Hz)	Potência (W)	Energia (kWh)
2010-Oct-24	11:30:58	127.4	0.49	60.04	63.48	0.02749
2010-Oct-24	11:31:02	127.3	0.49	60.02	63.39	0.02755
2010-Oct-24	11:31:06	127.5	0.49	59.98	63.55	0.02762
2010-Oct-24	11:31:10	127.4	0.49	60.00	63.47	0.02769
2010-Oct-24	11:31:13	127.3	0.49	60.01	63.44	0.02776
2010-Oct-24	11:31:17	127.3	0.49	60.08	63.42	0.02781
2010-Oct-24	11:31:21	127.3	0.49	60.05	63.39	0.02788
2010-Oct-24	11:31:25	127.2	0.49	60.09	63.38	0.02795
2010-Oct-24	11:31:28	127.1	0.49	59.99	63.42	0.02802
2010-Oct-24	11:31:32	127.0	0.49	60.03	63.44	0.02808
2010-Oct-24	11:31:36	127.0	0.49	60.05	63.51	0.02815
2010-Oct-24	11:31:40	127.2	0.49	60.01	63.49	0.02822
2010-Oct-24	11:31:43	127.1	0.49	60.02	63.45	0.02829
2010-Oct-24	11:31:47	127.0	0.49	60.04	63.39	0.02834
2010-Oct-24	11:31:51	127.0	0.49	60.07	63.46	0.02841
2010-Oct-24	11:31:54	127.0	0.49	59.99	63.42	0.02848
2010-Oct-24	11:31:58	127.1	0.49	60.04	63.51	0.02853
2010-Oct-24	11:32:02	127.0	0.49	60.03	63.47	0.02860
2010-Oct-24	11:32:06	127.2	0.49	60.06	63.43	0.02867
2010-Oct-24	11:32:09	127.3	0.49	60.05	63.38	0.02874
2010-Oct-24	11:32:13	127.2	0.49	60.08	63.41	0.02879
2010-Oct-24	11:32:17	127.2	0.49	59.98	63.45	0.02886
2010-Oct-24	11:32:21	127.2	0.49	60.00	63.49	0.02893

2º caso - 1 lâmpada incandescente da marca Phillips S3 de 100 W

Data	Hora	Tensão (V)	Corrente (A)	Frequência (Hz)	Potência (W)	Energia (kWh)
2010-Oct-14	11:53:52	130.2	0.79	60.00	105.35	0.00255
2010-Oct-14	11:53:55	130.2	0.80	59.99	106.04	0.00264
2010-Oct-14	11:53:57	130.3	0.79	59.99	104.92	0.00270
2010-Oct-14	11:54:00	130.3	0.80	59.97	106.25	0.00279
2010-Oct-14	11:54:02	130.3	0.79	60.00	105.56	0.00285
2010-Oct-14	11:54:05	130.3	0.80	60.00	105.91	0.00294
2010-Oct-14	11:54:08	130.2	0.80	59.99	105.59	0.00300
2010-Oct-14	11:54:10	130.3	0.79	59.99	105.20	0.00308
2010-Oct-14	11:54:13	130.2	0.79	60.01	105.29	0.00314
2010-Oct-14	11:54:15	130.2	0.81	60.01	107.83	0.00323
2010-Oct-14	11:54:18	130.3	0.79	60.02	105.50	0.00332
2010-Oct-14	11:54:20	130.3	0.79	60.01	104.70	0.00338
2010-Oct-14	11:54:23	130.3	0.80	60.02	106.13	0.00347
2010-Oct-14	11:54:26	130.3	0.80	60.03	105.84	0.00353
2010-Oct-14	11:54:28	130.4	0.79	60.01	104.79	0.00361
2010-Oct-14	11:54:31	130.2	0.79	60.01	104.50	0.00367
2010-Oct-14	11:54:33	130.2	0.79	60.01	105.54	0.00376
2010-Oct-14	11:54:36	130.2	0.80	60.01	105.81	0.00385
2010-Oct-14	11:54:38	130.3	0.80	60.02	106.12	0.00391
2010-Oct-14	11:54:41	130.2	0.80	60.00	105.77	0.00400
2010-Oct-14	11:54:44	130.2	0.79	60.01	105.18	0.00405
2010-Oct-14	11:54:46	130.3	0.79	59.99	104.93	0.00414
2010-Oct-14	11:54:49	130.2	0.80	60.02	106.38	0.00423
2010-Oct-14	11:54:51	130.3	0.80	60.00	105.74	0.00429
2010-Oct-14	11:54:54	130.2	0.79	60.00	105.41	0.00438
2010-Oct-14	11:54:56	130.2	0.79	60.00	105.50	0.00444
2010-Oct-14	11:54:59	130.2	0.80	60.00	105.79	0.00452
2010-Oct-14	11:55:02	130.2	0.79	60.01	104.96	0.00458
2010-Oct-14	11:55:04	130.2	0.79	60.02	105.32	0.00467
2010-Oct-14	11:55:07	130.2	0.80	60.03	106.46	0.00476
2010-Oct-14	11:55:09	130.2	0.80	60.05	105.82	0.00482
2010-Oct-14	11:55:12	130.5	0.79	60.04	105.77	0.00491

3º caso - 2 lâmpadas tubo fluorescentes da marca Phillips TL 20 W/75 RS acopladas a um reator analógico e starter de aproximadamente 20 W de potência nominal.

Data	Hora	Tensão (V)	Corrente (A)	Frequência (Hz)	Potência (W)	Energia (kWh)
2010-Oct-14	12:23:31	130.8	0.46	60.01	60.62	0.00384
2010-Oct-14	12:23:33	130.6	0.45	60.01	58.82	0.00388
2010-Oct-14	12:23:36	130.5	0.47	60.01	61.52	0.00393
2010-Oct-14	12:23:38	130.6	0.45	60.01	59.75	0.00396
2010-Oct-14	12:23:41	130.5	0.45	60.01	59.70	0.00401
2010-Oct-14	12:23:43	130.7	0.45	60.01	58.90	0.00406
2010-Oct-14	12:23:46	130.6	0.45	60.00	59.48	0.00409
2010-Oct-14	12:23:48	130.7	0.45	60.01	58.78	0.00414
2010-Oct-14	12:23:51	130.6	0.46	60.01	60.86	0.00417
2010-Oct-14	12:23:54	130.6	0.45	59.99	60.05	0.00422
2010-Oct-14	12:23:56	130.7	0.45	59.98	59.32	0.00426
2010-Oct-14	12:24:01	130.6	0.45	59.99	59.69	0.00434
2010-Oct-14	12:24:04	130.6	0.44	59.98	58.52	0.00439
2010-Oct-14	12:24:06	130.7	0.45	60.00	59.18	0.00444
2010-Oct-14	12:24:09	130.7	0.45	60.01	60.02	0.00447
2010-Oct-14	12:24:11	130.7	0.45	60.03	59.72	0.00452
2010-Oct-14	12:24:14	130.6	0.45	60.01	59.53	0.00455
2010-Oct-14	12:24:17	130.7	0.45	60.05	58.90	0.00460
2010-Oct-14	12:24:19	130.7	0.45	60.03	59.63	0.00464
2010-Oct-14	12:24:22	130.8	0.44	60.04	57.40	0.00469
2010-Oct-14	12:24:24	130.7	0.44	60.01	57.95	0.00473
2010-Oct-14	12:24:27	130.5	0.45	60.00	58.63	0.00477
2010-Oct-14	12:24:29	130.8	0.43	60.01	56.91	0.00481
2010-Oct-14	12:24:32	130.7	0.44	59.99	58.02	0.00485
2010-Oct-14	12:24:35	130.6	0.45	59.98	59.05	0.00490
2010-Oct-14	12:24:37	130.6	0.45	59.98	59.21	0.00493
2010-Oct-14	12:24:40	130.5	0.44	59.98	58.15	0.00498
2010-Oct-14	12:24:42	130.7	0.44	59.99	58.68	0.00503
2010-Oct-14	12:24:45	130.6	0.46	60.00	60.34	0.00506
2010-Oct-14	12:24:47	130.6	0.45	60.00	59.46	0.00511
2010-Oct-14	12:24:50	130.7	0.44	60.02	58.01	0.00514
2010-Oct-14	12:24:53	130.6	0.44	60.02	58.25	0.00519
2010-Oct-14	12:24:55	130.5	0.44	60.02	58.17	0.00522

4º caso - 3 lâmpadas compactas brancas da marca Extra Luz GX2 de 9 W cada, 6400K de temperatura, F.P. 0,5 e 405 lumens.

Data	Hora	Tensão (V)	Corrente (A)	Frequência (Hz)	Potência (W)	Energia (kWh)
2010-Oct-14	12:10:56	130.3	0.20	60.04	25.42	0.01163
2010-Oct-14	12:10:59	130.3	0.20	60.04	24.42	0.01165
2010-Oct-14	12:11:01	130.2	0.21	60.02	26.63	0.01167
2010-Oct-14	12:11:04	130.2	0.20	60.03	24.66	0.01169
2010-Oct-14	12:11:06	130.2	0.21	60.02	26.35	0.01171
2010-Oct-14	12:11:09	130.2	0.20	60.01	25.13	0.01173
2010-Oct-14	12:11:12	130.2	0.21	60.02	25.50	0.01174
2010-Oct-14	12:11:14	130.1	0.21	60.01	26.64	0.01176
2010-Oct-14	12:11:17	130.1	0.21	60.00	25.76	0.01178
2010-Oct-14	12:11:19	130.1	0.21	59.99	25.53	0.01180
2010-Oct-14	12:11:22	130.1	0.21	60.00	26.59	0.01182
2010-Oct-14	12:11:24	130.1	0.22	60.00	27.60	0.01184
2010-Oct-14	12:11:27	130.1	0.20	59.99	25.44	0.01186
2010-Oct-14	12:11:30	130.1	0.22	59.98	27.54	0.01187
2010-Oct-14	12:11:32	130.2	0.21	60.00	26.52	0.01189
2010-Oct-14	12:11:35	130.2	0.20	60.01	24.99	0.01191
2010-Oct-14	12:11:37	130.2	0.20	60.00	24.64	0.01193
2010-Oct-14	12:11:40	130.3	0.21	60.02	26.52	0.01195
2010-Oct-14	12:11:42	130.3	0.21	60.04	26.89	0.01197
2010-Oct-14	12:11:45	130.3	0.21	60.02	26.74	0.01199
2010-Oct-14	12:11:48	130.0	0.20	60.02	25.24	0.01200
2010-Oct-14	12:11:50	130.0	0.22	60.04	27.99	0.01202
2010-Oct-14	12:11:53	129.9	0.22	60.00	27.05	0.01204
2010-Oct-14	12:11:55	130.0	0.19	60.02	23.56	0.01206
2010-Oct-14	12:11:58	129.9	0.21	60.02	27.08	0.01208
2010-Oct-14	12:12:00	129.9	0.19	60.00	23.38	0.01209
2010-Oct-14	12:12:03	129.9	0.21	60.02	26.32	0.01212
2010-Oct-14	12:12:06	129.9	0.22	60.00	27.09	0.01213
2010-Oct-14	12:12:10	130.1	0.21	60.00	26.13	0.01217
2010-Oct-14	12:12:13	130.1	0.20	60.05	24.11	0.01219
2010-Oct-14	12:12:16	130.1	0.21	60.00	26.78	0.01220
2010-Oct-14	12:12:18	130.1	0.22	60.00	27.23	0.01223
2010-Oct-14	12:12:21	130.2	0.21	60.04	25.58	0.01225

Conseguimos demonstrar que o dispositivo realmente funciona de forma adequada, haja vista que todos os valores acima apresentados foram também medidos e validados através do Wattímetro da UFRJ.

Cabe ressaltar que os valores de Energia na tabela foram valores encontrados dentro do intervalo de período entre as medições.

Através de uma simples conta, percebe-se que o menor valor de potência encontrado no 1º caso corresponde a 97,5% da potência nominal das lâmpadas fluorescentes somada à do reator. Como o comportamento de todos os reatores eletrônicos e lâmpadas fluorescentes do mercado é muito parecido, pode-se prever que o cenário real da empresa estará dentro de um range: no máximo, o cenário teórico já estudado (potência nominal das lâmpadas somada à potência nominal dos reatores), e no mínimo, um cenário com potência de 2,5% menor que a potência nominal.

Assim, abaixo apresento todo o estudo já feito, porém agora com os novos valores de potência 2,5% menores que os valores nominais, apenas das lâmpadas fluorescentes. O local HALL ELEVADORES não sofrerá alterações, por só possuir lâmpadas dicróicas sem reator acoplado.

Serão apresentados abaixo os novos estudos feitos para as 3 (três) primeiras salas. Como os cálculos são iguais para todo o restante, serão suprimidos, e portanto incluídos apenas na tabela de resultados finais.

Cabe ressaltar que as perdas internas do dispositivo são totalmente desprezíveis.

Sala FINANCEIRO:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,156 kW x 297 = 46,332 kWh

Valor em reais gasto por mês com essa sala FINANCEIRO = R\$ 0,429907 x 46,332 kWh = R\$ 19,92

1º análise – levando em consideração que o funcionário desta sala não viaja a trabalho, não será necessário fazer esta análise.

2º análise - desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada do funcionário, e a saída do funcionário e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que o funcionário desta sala chega às 9 h e vai embora às 18:30 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total por dia de desperdício = 2 h manhã + 2 h noite = 4 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,156 kW x 4 h = 0,624 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,624 kWh = R\$ 0,27

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,27 x 22 = R\$ 5,94

3º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,156 kW x 1 h = 0,156 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,156 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 9 (2 dias de almoço externo por semana)
= R\$ 0,63

4º análise - levando em consideração que o funcionário desta sala raramente sai do escritório para reuniões externas, podemos também desprezar esta análise.

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço, e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala FINANCEIRO:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 5,94 + R\$ 0,63 = R\$ 6,57

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala FINANCEIRO é de 33,0%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Financeiro						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 19,92	R\$ 0,00	R\$ 5,94	R\$ 0,63	R\$ 0,00	R\$ 6,57	33,0%

Sala COMERCIAL INFOINVEST:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h até às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,156 kW x 297 = 46,332 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 46,332 kWh = R\$ 19,92

1º análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em viagem. Neste caso, a média de viagens por mês é de 2 dias, porém enquanto um funcionário está em viagem, o outro funcionário está na sala trabalhando de 10 h às 17 h. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total de desperdício com iluminação por dia de viagem (de 7 h às 10 h e de 17 h às 20:30 h) = 6:30 h

Energia total desperdiçada por dia de viagem = 0,156 kW x 6,5 = 1,014 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de viagem = R\$ 0,429907 x 1,014 kWh = R\$ 0,44

Valor em reais desperdiçado com viagens por mês = R\$ 0,44 x 2 = R\$ 0,88

2ª análise - Considerando que o funcionário desta sala que chega mais cedo, às 9 h e vai embora mais tarde, às 18:30 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total por dia de desperdício de manhã = 2 h

Energia total desperdiçada por dia de manhã = 0,156 kW x 2 h = 0,312 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de manhã = R\$ 0,429907 x 0,312 kWh = R\$ 0,13

Valor em reais desperdiçado por mês de manhã = R\$ 0,13 x 20 (22 - 2 dias em viagens) = R\$ 2,60

Tempo total por dia de desperdício de noite = 2 h

Energia total desperdiçada por dia de noite = 0,156 kW x 2 h = 0,312 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de noite = R\$ 0,429907 x 0,312 kWh = R\$ 0,13

Valor em reais desperdiçado por mês de noite = R\$ 0,13 x 16 (22 - 2 dias em viagens - 4 tardes em reuniões externas) = R\$ 2,08

3ª análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,156 kW x 1 h = 0,156 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,156 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 22 = R\$ 1,54

4ª análise - desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em reuniões externas. Neste caso, a média de reuniões externas por mês é de 4 tardes. O funcionário que sai para reunião externa sai depois do almoço, e não volta para o escritório, e o funcionário que fica no escritório nesta sala vai embora às 17 h. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total de desperdício por dia de reunião externa (de 17 h às 20:30 h) = 3,5 h

Energia total desperdiçada por dia de reunião externa = 0,156 kW x 3,5 = 0,546 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de reunião externa = R\$ 0,429907 x 0,546 kWh = R\$ 0,24

Valor em reais desperdiçado com reuniões externas por mês = R\$ 0,24 x 4 = R\$ 0,96

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço, e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala COMERCIAL INFOINVEST:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês = R\$ 0,88 + R\$ 2,60 + R\$ 2,08 + R\$ 1,54 + R\$ 0,96 = R\$ 8,06

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala COMERCIAL INFOINVEST é de 40,5%.

Assim, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Comercial INFOINVEST						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 19,92	R\$ 0,88	R\$ 4,68	R\$ 1,54	R\$ 0,96	R\$ 8,06	40,5%

Sala GERENTE INFOINVEST:

Levando em consideração que a sala fica ligada de 7 h às 20:30 h, podemos fazer os seguintes cálculos:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total de iluminação utilizada por dia (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Tempo total de energia por mês (22 dias) = 13,5 h x 22 = 297 h

Energia total gasta por mês = 0,156 kW x 297 = 46,332 kWh

Valor em reais gasto por mês = R\$ 0,429907 x 46,332 kWh = R\$ 19,92

1ª análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas enquanto o funcionário está em viagem. Neste caso, a média de viagens por mês é de 0,67 dias. Sendo assim, podemos fazer os cálculos da energia desperdiçada:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total de desperdício por dia de viagem (de 7 h às 20:30 h) = 13,5 h

Energia total desperdiçada por dia de viagem = 0,156 kW x 13,5 = 2,106 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia de viagem = R\$ 0,429907 x 2,106 kWh = R\$ 0,91

Valor em reais desperdiçado com viagens por mês = R\$ 0,91 x 0,67 = R\$ 0,61

2ª análise - desperdício considerando o intervalo de tempo entre o acionamento do disjuntor de manhã e a chegada do funcionário, e a saída do funcionário e o desligamento do disjuntor, à noite.

Considerando que o funcionário desta sala chega às 9 h, podemos afirmar que entre 7 h e 9 h, as lâmpadas ficam acesas de forma desnecessária, bem como entre 18:30 h (horário de saída deste funcionário) e 20:30 h.

Assim, podemos fazer os cálculos de energia desperdiçada:

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total por dia de desperdício = 2 h manhã + 2 h noite = 4 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,156 kW x 4 h = 0,624 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,624 kWh = R\$ 0,27

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,27 x 21,33 (22 – 0,67 dias em viagens) = R\$ 5,76

3ª análise – desperdício considerando o intervalo de tempo de lâmpadas acesas durante o horário de almoço.

Potência total da sala = 156 W = 0,156 kW

Tempo total por dia de desperdício = 1 h

Energia total desperdiçada por dia = 0,156 kW x 1 h = 0,156 kWh

Valor em reais desperdiçado por dia = R\$ 0,429907 x 0,156 kWh = R\$ 0,07

Valor em reais desperdiçado por mês = R\$ 0,07 x 16,83 (22 – 0,67 dias em viagens – 1 dia de almoço no trabalho por semana) = R\$ 1,18

4º análise - levando em consideração que o funcionário desta sala raramente sai para reuniões externas, e quando sai, compensa as horas de trabalho, podemos então desprezar essa redução.

Achados os valores em reais, desperdiçados com viagens, com a sala sem funcionário, horário de almoço, e reuniões externas, podemos calcular o valor total, em reais, desperdiçado por mês, na sala GERENTE INFOINVEST:

Valor total, em reais, desperdiçado por mês =
 $R\$ 0,61 + R\$ 5,76 + R\$ 1,18 = R\$ 7,55$

Com isso, podemos afirmar que a redução percentual no gasto de energia para esta sala GERENTE INFOINVEST é de 37,9%.

Abaixo, é apresentada uma tabela consolidando os valores calculados.

Redução Gerente INFOINVEST						
Gasto da sala	Viagens	Chegada saída	Almoço	Reuniões externas	Total absoluto	Total percentual
R\$ 19,92	R\$ 0,61	R\$ 5,76	R\$ 1,18	R\$ 0,00	R\$ 7,55	37,9%

Com isso, apresento uma nova tabela que concentra todos os novos valores de redução por sala, e em todas as salas, considerando este cenário.

Sala	Gasto por sala	Redução absoluta	Redução percentual
Financeiro	R\$ 19,92	R\$ 6,57	33,0%
Comercial INFOINVEST	R\$ 19,92	R\$ 8,06	40,5%
Gerente INFOINVEST	R\$ 19,92	R\$ 7,55	37,9%
Gerente Geral	R\$ 29,88	R\$ 14,84	49,7%
Administrativo	R\$ 19,92	R\$ 9,13	45,8%
Auxiliar Financeiro	R\$ 19,92	R\$ 8,14	40,9%
CSD	R\$ 29,88	R\$ 6,60	22,1%
Produção	R\$ 129,47	R\$ 14,30	11,0%
IT	R\$ 9,96	R\$ 9,24	92,8%
Hall dos Elevadores	R\$ 57,46	R\$ 16,94	29,5%
TOTAL	R\$ 352,65	R\$ 101,37	28,7%

Com os dois cenários analisados, é possível também apresentar uma tabela que concentre o range de economia, para esses dois cenários, tanto em valores absolutos, como em valores percentuais.

Valores absolutos

Sala	Pior cenário	Melhor cenário
	Redução absoluta	Redução absoluta
Financeiro	R\$ 6,57	R\$ 6,79
Comercial INFOINVEST	R\$ 8,06	R\$ 8,50
Gerente INFOINVEST	R\$ 7,55	R\$ 7,82
Gerente Geral	R\$ 14,84	R\$ 15,70
Administrativo	R\$ 9,13	R\$ 9,47
Auxiliar Financeiro	R\$ 8,14	R\$ 9,90
CSD	R\$ 6,60	R\$ 7,04
Produção	R\$ 14,30	R\$ 15,18
IT	R\$ 9,24	R\$ 9,68
Hall dos Elevadores	R\$ 16,94	R\$ 16,94
TOTAL	R\$ 101,37	R\$ 107,02

Valores percentuais

Sala	Pior cenário	Melhor cenário
	Redução percentual	Redução percentual
Financeiro	32,40%	33,00%
Comercial INFOINVEST	40,50%	40,60%
Gerente INFOINVEST	37,30%	37,90%
Gerente Geral	49,70%	50,00%
Administrativo	45,20%	45,80%
Auxiliar Financeiro	40,90%	47,30%
CSD	22,10%	22,40%
Produção	11,00%	11,20%
IT	92,50%	92,80%
Hall dos Elevadores	29,50%	29,50%

Após esse resultado, com os valores mínimos e máximos de redução absoluta na conta de luz em cada sala, é possível fazer a análise financeira do projeto.

4. Estudo financeiro

Levando em consideração que cada dispositivo tem o valor de R\$ 120,00, já contemplando todos os custos de instalação, pode-se calcular o tempo de retorno para cada sala em separado, nos dois cenários estudados, bem como do projeto completo, também para os dois cenários.

Sala FINANCEIRO:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 6,79 = 17,7 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 6,57 = 18,3 meses

Sala COMERCIAL INFOINVEST:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 8,50 = 14,1 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 8,06 = 14,9 meses

Sala GERENTE INFOINVEST:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 7,82 = 15,3 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 7,55 = 15,9 meses

Sala GERENTE GERAL:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 15,70 = 7,6 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 14,84 = 8,1 meses

Sala ADMINISTRATIVO:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 9,47 = 12,7 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 9,13 = 13,1 meses

Sala AUXILIAR FINANCEIRO:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 9,90 = 12,1 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 8,14 = 14,7 meses

Sala CSD:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 7,04 = 17 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 6,60 = 18,1 meses

Sala PRODUÇÃO:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 15,18 = 7,9 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 14,30 = 8,4 meses

SALA I.T.:

Tempo de retorno melhor cenário = R\$ 120,00 / R\$ 9,68 = 12,4 meses

Tempo de retorno pior cenário = R\$ 120,00 / R\$ 9,24 = 13 meses

HALL ELEVADORES:

Tempo de retorno único cenário = R\$ 120,00 / R\$ 16,94 = 7,1 meses

Segue abaixo uma tabela que mostra o tempo de retorno de cada sala, para os dois cenários em análise, em meses.

Sala	Melhor cenário	Pior cenário
	Tempo de retorno (meses)	Tempo de retorno (meses)
Financeiro	17,7	18,3
Comercial INFOINVEST	14,1	14,9
Gerente INFOINVEST	15,3	15,9
Gerente Geral	7,6	8,1
Administrativo	12,7	13,1
Auxiliar Financeiro	12,1	14,7
CSD	17,0	18,1
Produção	7,9	8,4
IT	12,4	13,0
Hall dos Elevadores	7,1	7,1

Para o cálculo do tempo de retorno do projeto completo, nos dois cenários, é necessário fazer as seguintes contas:

Tempo de retorno melhor cenário = $(R\$ 120,00 \times 10) / R\$ 107,32 = 11,2$ meses

Tempo de retorno pior cenário = $(R\$ 120,00 \times 10) / R\$ 101,37 = 11,8$ meses

Agora segue abaixo uma tabela que mostra o tempo de retorno do projeto completo, para os dois cenários em análise, em meses.

	Melhor cenário	Pior cenário
	Tempo de retorno (meses)	Tempo de retorno (meses)
PROJETO COMPLETO	11,2	11,8

5. Conclusões

Após o resultado encontrado, podemos concluir que o Projeto é totalmente viável, em função de ter um investimento inicial baixo, de R\$ 1.200,00 reais, e principalmente por ter um tempo de retorno bastante atrativo, de menos de 12 meses.

Na realidade, o cenário tende ainda a ser melhor, porque os 30 dias de férias dos funcionários não foram considerados, o que aumentaria de forma expressiva as reduções mensais, bem como reduziria o tempo de retorno.

Outro fator que contribui positivamente para o projeto é a análise ter sido feita de forma conservadora. Os períodos de viagens mensais, tempo de almoço e reuniões externas foram estipulados de forma conservadora. Como trabalhei na empresa 3 (três) anos, é garantido afirmar que o estudo gerou resultados aquém do que na prática aconteceria com os dispositivos instalados.

Além dos benefícios diretos do projeto, com relação à possibilidade de desligamento das lâmpadas nos ambientes estudados, o que hoje é inviável; e redução direta na conta de luz, podemos considerar também benefícios indiretos, como melhoria na imagem da empresa, com consciência humana, preocupação com o meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

Assim, chego à conclusão que o resultado do projeto foi bastante satisfatório, e com certeza será aceito pela empresa, para prosseguir com a viabilidade de implementação dos dispositivos no escritório.

6. REFERÊNCIAS

<http://www.eletronbras.gov.br>, **Quem somos, História**. Acesso em 05 de maio de 2011.

<http://www.eletronbras.gov.br/procel>, **O Programa, Apresentação, Introdução e Planejamento..** Acesso em 05 de maio de 2011.

<http://www.conpet.gov.br>, **O Conpet**. Acesso em 05 de maio de 2011.

<http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/msp430fe427a.html>. Acesso em 06 de maio de 2011

<http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/cc2500.html>. Acesso em 06 de maio de 2011

http://pt.wikipedia.org/wiki/Redes_Mesh. Acesso em 06 de maio de 2011

<http://pt.wikipedia.org/wiki/API>. Acesso em 06 de maio de 2011