

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
DE ENERGIA**

**MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA A DIMINUIÇÃO DO  
CONSUMO ENERGÉTICO E IMPACTOS AMBIENTAIS DE  
INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR (IES): ESTUDO DE  
CASO UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.**

**ERIC ALBERTO OCAMPO BATLLE**

**Fevereiro de 2015**

**Itajubá-MG**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
DE ENERGIA**

**ERIC ALBERTO OCAMPO BATLLE**

**MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA A DIMINUIÇÃO DO  
CONSUMO ENERGÉTICO E IMPACTOS AMBIENTAIS DE  
INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR (IES): ESTUDO DE  
CASO UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Engenharia de Energia.**

**Área de Concentração:** Planejamento e Gestão de Sistemas Energéticos.

**Orientador:** Prof. Dr. José Carlos Escobar Palácio.

**Coorientador:** Prof. Dr. Electo Eduardo Silva Lora.

**Fevereiro de 2015**

**Itajubá-MG**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
DE ENERGIA**

**ERIC ALBERTO OCAMPO BATLLE**

**MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA PARA A DIMINUIÇÃO DO  
CONSUMO ENERGÉTICO E IMPACTOS AMBIENTAIS DE  
INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR (IES): ESTUDO DE  
CASO UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 22 de fevereiro de 2015, conferido ao autor o título de *Mestre em Ciências em Engenharia de Energia*.

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. José Carlos Escobar Palácio. (Orientador)

Pro. Dr. Electo Silva Lora. (Coorientador)

Prof. Dr. Guilherme Sousa Bastos.

Prof. Dr. Vladimir Rafael Melian Cobas.

**Fevereiro de 2015**

**Itajubá-MG**

## **Agradecimentos.**

Agradeço especialmente a DEUS, que sempre está comigo e por me dar uma família maravilhosa. Obrigado por me permitir mais um objetivo de vida.

À minha mãe Beatriz Elena Batlle Camargo, que é meu maior exemplo de vida e que com seu amor e apoio constantes, ajudou-me a conquistar este objetivo.

À minha noiva Maria Alejandra Escobar Palácio, por seu amor e apoio incondicional apesar da distância.

Ao NEST pela estrutura de trabalho oferecida.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. José Carlos Escobar Palácio e Coorientador Prof. Dr. Electo Silva Lora, pela orientação, apoio, confiança, paciência e a grande dedicação na prática do saber.

Também gostaria de deixar aqui expressos os meus agradecimentos a todos os membros do NEST, amigos e colaboradores que direta ou indiretamente me apoiaram em todo o processo de investigação e escrita deste trabalho.

À prefeitura do campus da UNIFEI pela colaboração, em especial ao Prefeito do campus Leandro Trindade e Eng. Mário Marinelli.

Ao Brasil, por acolher aos estrangeiros. Em especial, a cidade de Itajubá.

A CAPES, FAPEMIG e CNPq pelo apoio financeiro.

## **Resumo**

### **Modelo de Gestão Energética para a Diminuição do Consumo Energético e Impactos Ambientais de Instituições de Educação Superior “IES”: Estudo de Caso Universidade Federal de Itajubá.**

**Autor:** *Eric Alberto Ocampo Batlle.*

**Orientador:** *José Carlos Escobar Palácio.*

**Coorientador:** *Electo Eduardo Silva Lora.*

**Programa de Pós-graduação:** *Engenharia de Energia.*

**Itajubá, Minas Gerais, 2014.**

Estatísticas da energia podem levar a diferentes projeções, indicações e estimativas de crescimento da demanda global de energia primária. Mas todas estiveram de acordo com o fato de que o aumento da demanda de energia é inevitável. Além disso, a energia é sem nenhuma dúvida uma questão de máxima importância, já que os consumos da energia estão em aumento, se apresentam dificuldades crescentes para atender à demanda, isto além do elevado custo das alternativas de suprimento, o impacto que tem as novas construções e as necessidades das universidades de inserirem-se em um mundo globalizado, requer uso otimizado dos recursos energéticos. Devido a isto, a eficiência energética (E.E) se mostra como a alternativa mais importante a curto e médio prazo para responder a estes desafios e contribuir decisivamente à otimização do uso de uma energia escassa e cara. Só através da E.E pode-se diminuir o consumo mantendo os mesmos serviços e prestações, sem que por ele se veja afetada nossa qualidade de vida.

Muitas instituições de educação superior apresentam dificuldades em conceber um Sistema de Gestão Energética (SGEn) como uma prática gerencial com caráter decisivo para as diretrizes do planejamento estratégico. Assim, tendo em vista que o campus da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) possui uma área construída de grandes proporções, este trabalho tem como objetivo principal desenvolver um modelo de gestão energética que incorpore os conceitos contidos na norma ISO 50001.

## **Abstract**

### **Energy management model for a decrease of energy consumption and environmental impacts of higher education of institutions “THE”: case study of federal university itajubá.**

**Author:** *Eric Alberto Ocampo Batlle.*

**Supervisor:** *Jose Carlos Escobar Palácio.*

**Co-supervisor:** *Electo Eduardo Silva Lora.*

**Programa de Pós-graduação:** *Engenharia de Energia.*

**Itajubá, Minas Gerais, 2014.**

Energy statistics may lead to different projections, statements and estimates of growth in global energy demand primaries. But all are in agreement with the fact that the increase in energy demand is inevitable. Beyond this energy is undoubtedly a matter of utmost importance, since energy consumption is one the rise, represent increasing difficulties to meet demand, the high cost of alternative supply, the impact it has new construction and needs universities to reintegrate in a globalized world, requires optimal use of energy resources. Due to this energy efficiency “E.E” is shown as the most important alternative in the short and medium term to meet these straight and decisively contribute to the optimal use of a scarce an expensive energy. Only by E.E can reduce consumption while maintaining the same services and benefits, without vein is affected by link our quality of life.

Many higher education institutions have difficulty in designing an energy management system as a management practice with a decisive character to the guidelines for strategic planning. So given that the campus of the federal University of Itajubá (UNIFEI) has a built area of great proportions, this work has a main objective to develop an energy management model that incorporates the concepts of the ISO 50001 standard.

## Sumário

Lista de Figuras .....	vii
Lista de Tabelas .....	x
Lista de abreviaturas e siglas .....	xi
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificativa e Motivação do Trabalho .....	2
1.2 Objetivos Gerais e Específicos .....	3
1.2.1 Objetivo Geral .....	3
1.2.2 Objetivos Específicos .....	4
1.3 Abrangências do Projeto .....	4
1.4 Estrutura do Projeto de Dissertação .....	4
<b>CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Energia .....	7
2.2 Eficiência energética “ <i>E.E</i> ” no mundo .....	8
2.2.1 Vantagens da eficiência energética .....	10
2.2.2 Barreiras da “ <i>E.E</i> ” .....	11
2.2.3 Impacto das Políticas no desenvolvimento da “ <i>EE</i> ” .....	15
2.3 Eficiência Energética no Brasil .....	17
2.3.1 Eficiência Energética: de 1930 a 1970 .....	17
2.3.2 Eficiência Energética: de 1970 a 2000 .....	18
2.3.3 Eficiência Energética: de 2001 a 2010 .....	19
2.4 Sistemas de Gestão Energética .....	19
2.4.1 Conceptos básicos dos “SGEn” .....	22
2.5 Programa de eficiência energética (PEE) .....	25
2.6 Criação da CICE .....	26
2.6.1 Estrutura da CICE .....	26

2.7	Sistemas de gestão energética em instituição de Educação Superior “IES” no Mundo e no Brasil. ....	27
2.7.1	Wilfrid Laurie University Energy Management Plan. ....	28
2.7.2	Gestão do consumo de energia elétrica no campus da UNB.....	28
2.7.3	Eficiência energética na gestão da conta de energia elétrica da Universidade Federal de Sergipe – UFS.....	29
2.7.4	Gestão Energética nas Edificações Universitárias da UFAM.....	31
2.7.5	Gestão Pública de Energia Elétrica: o programa permanente para o uso eficiente de energia na USP.....	32
2.8	Padrões de Sistemas de Gestão Energética ABNT-NBR: ISO 50001/2011...33	
2.9	Novos conceitos da ABNT-NBR: ISO 50001/2011.....	34
2.9.1	Desempenho Energético.....	34
2.9.2	Limites e Alcance.....	36
2.9.3	Revisão Energética.....	36
2.9.4	Linha Base.....	37
2.10	Ferramentas para a análise dos dados.....	37
2.10.1	Gráfico de controle.....	38
2.10.2	Diagrama de Pareto.....	39
2.10.3	Diagrama de dispersão.....	40
CAPÍTULO 3.	ORIENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MGEN-IES.....	42
3.1	Orientação metodológica para a implementação do MGEN-IES:.....	42
3.1.1	Etapa I: Planificação energética dos IES.....	45
3.1.2	Etapa II: Implementação e operação.....	46
	Atividade D: .....	46
	Atividade F: Identificação das áreas e equipamentos chaves.....	46
	Atividade G: .....	47
3.1.3	Etapa III: Definição de objetivos, metas e medidas de ajuste operacional e de gestão. ....	47

Atividade H: .....	48
Atividade I: .....	48
Atividade J:.....	48
Atividade K: .....	48
3.1.4 Etapa V: Operação do MGEN-IES. ....	48
Atividade L: .....	49
Atividade N: .....	49
Atividade O: .....	49
3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. ....	50
3.2.1 Planificação energética.....	50
3.2.2 Implementação e operação.....	67
CAPÍTULO 4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS. ....	98
4.1 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS, METAS E MEDIDAS TECNOLÓGICAS DE AJUSTE OPERACIONAL E DE GESTÃO. ....	98
Atividade H: Definição das medidas de B.P e I.T.....	98
Atividade I: Viabilidade econômica das medidas de I.T.....	109
Atividade J: Benefícios Ambientais .....	113
CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115
5.1 Conclusões.....	115
5.2 Recomendações. ....	118
REFERÊNCIAS.....	119
ANEXOS.....	127
ANEXO I – PLANOS ARQUITETÔNICOS. ....	127
ANEXO II – CÁLCULOS REALIZADOS. ....	135

## Lista de Figuras

Figura 2.1: Tecnologias Chaves para Reduzir as Emissões CO <sub>2</sub> de acordo com (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2012a) .....	11
Figura 2.2:Potencial de Redução de CO <sub>2</sub> Implementando as Políticas Recomendadas (WEA, 2010).....	16
Figura 2.3: Estrutura de um Sistema de Gestão Energética segundo (BARROTO NORDELO; MONTEAGUDO YANES, 2006).....	20
Figura 2.4: Vantagem de um SGen de acordo com (RIVETTI ROCHA; AURELIO, 2005). 22	
Figura 2.5: Ciclo de Melhoria Continua "PEVA" .....	23
Figura 2.6: Etapas de uma Auditoria Energética (GASPAR, 2004). .....	25
Figura 2.7:Modelo de Sistema de Gestão Energética ISO50001:2011 (ABNT, 2012).....	33
Figura 2.8: O conceito de desempenho Energético segundo a ISO 50001/2011 (NORMA INTERNACIONAL, 2011). .....	35
Figura 2.9: Gráfico de controle.....	39
Figura 2.10: Diagrama de Pareto.....	40
Figura 2.11: Diagrama de Dispersão .....	40
Figura 3.1:Modelo de gestão energética para instituições de educação superior “MGEN-IES” .....	42
Figura 3.2: Fluxograma para a implantação do MGEN-IES. ....	44
Figura 3.3: Campus professor José rodrigues SEABRA.....	50
Figura 3.4: Campus Itabira. ....	51
Figura 3.5: Organograma da UNIFEI.....	52
Figura 3.6:Plano estrutural da UNIFEI.....	53
Figura 3.7:Consumo per capita por estudante ano (Períodos 2010 até 2013).....	54
Figura 3.8: Itajubá, MG. ....	54
Figura 3.9:Grafico de controle do consumo elétrico do campus da UNIFEI (Períodos 2010 até 2013).....	56
Figura 3.10: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade do campus da UNIFEI, no período estudado.....	60
Figura 3.11: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade do campus da UNIFEI, nos meses de férias ou períodos inativos.....	62
Figura 3.12: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade do campus da UNIFEI, nos meses de Aulas ou períodos ativos (1° e 2° semestre).....	63

Figura 3.13: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade no campus da UNIFEI, nos meses correspondentes ao primeiro semestre. ....	65
Figura 3.14: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade no campus da UNIFEI, nos meses correspondentes ao segundo semestre.....	65
Figura 3.15: Linha base e meta no primeiro semestre.....	66
Figura 3.16: Linha base e meta no segundo semestre. ....	67
Figura 3.17: Identificação dos prédios de maior impacto no consumo energético. ....	68
Figura 3.18: Diagrama de Pareto por Área dos blocos I. ....	75
Figura 3.19:Diagrama de Pareto por Equipamento dos blocos I.....	75
Figura 3.20:Diagrama de Pareto por Área no bloco C. ....	76
Figura 3.21:Diagrama de Pareto por Equipamento no bloco C.....	76
Figura 3.22: Diagrama de Pareto por Área no bloco L09. ....	77
Figura 3.23: Diagrama de Pareto por Equipamento no bloco L09.....	77
Figura 3.24: Diagrama de Pareto por Área do bloco G.....	78
Figura 3.25:Diagrama de Pareto por Equipamento do bloco G. ....	78
Figura 3.26: Eletricidade consumida vs AUD, nos prédios I.....	81
Figura 3.27: Eletricidade consumida vs AUD, no prédio G.....	81
Figura 3.28: Formato de Cálculo da carga térmica por área. ....	82
Figura 3.29: CE Vs AUD (Fc) bloco I. ....	83
Figura 3.30: CE Vs AUD (Fc) Bloco G. ....	83
Figura 3.31:Planilha de cálculo da carga térmica para diferentes temperaturas ambiente.....	84
Figura 3.32: Fator de temperatura média Vs Temperatura para o bloco I.....	85
Figura 3.33: Fator de temperatura média Vs Temperatura para o bloco G. ....	86
Figura 3.34: CE Vs AUD (FcFt), bloco I. ....	86
Figura 3.35: CE Vs AUD (FcFt), bloco G.....	87
Figura 3.36: CE Vs AUD <sub>eq</sub> (Filtrado de outlier). ....	88
Figura 3.37: Linha Meta no Período de Verão, Bloco G.....	89
Figura 3.38: IC vs AUDeq (Verão), bloco G. ....	90
Figura 3.39: Gráfico de Tendência em quanto a variação de consumo elétrico do mês de verão do primer semestre, Bloco G. ....	90
Figura 3.40: Linha base no período de inverno, bloco I.....	91
Figura 3.41:Linha meta no período de inverno, bloco I. ....	92
Figura 3.42: IC vs AUDeq (inverno), bloco I. ....	93

Figura 3.43:Gráfico de Tendência em quanto a variação de consumo elétrico dos dias dos meses de inverno do primer semestre, Bloco I.....	94
Figura 3.44: Linha base no período de verão, bloco I.....	95
Figura 3.45:Linha base no período de inverno para o bloco I.....	96
Figura 3.46: IC vs $AUD_{eq}$ (verão), bloco I.....	97
Figura 3.47: Gráfico de Tendência em quanto a variação de consumo elétrico do mês de verão do primer semestre do bloco I.....	97
Figura 4.1: Reduções que podem-se obter como a implementação das medidas de B.P.....	103
Figura 4.2:Reduções que podem-se obter como a implementação das medidas de I.T.....	108
Figura 4.3:Reduções que podem-se obter como a implementação simultânea das medidas de B.P e I.T.....	109
Figura 4.4: Emissões de CO2 Atuais e as Reduções que podem ser obter pela implementação das medidas de E.E.....	114

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Barreiras que limitam o desenvolvimento da E.E. ....	13
Tabela 3.1: Dados do consumo mensal do campus no período estudado. ....	60
Tabela 3.2: Consumo do campus nos meses de férias ou períodos de inatividade. ....	63
Tabela 3.3: Consumo do campus nos meses de aulas ou períodos ativos (1 <sup>o</sup> e 2 <sup>o</sup> semestre).....	64
Tabela 3.4: Consumo do primeiro semestre .....	66
Tabela 3.5: Consumo do segundo semestre.....	66
Tabela 3.6: Classificação das áreas por tipo de uso. ....	70
Tabela 3.7: Classificação dos equipamentos. ....	71
Tabela 3.8:Distribuição dos tipos de superfície nos blocos estudados.....	73
Tabela 3.9:Potência Instalada por tipo de equipamento nos diferentes blocos estudados. ....	74
Tabela 4.1: Equipamentos de A.C que podem ser Trocados.....	105
Tabela 4.2: Ganhos anuais que podem ser obter com as trocas dos equipamentos de A.C velhos dos blocos G e I. ....	105
Tabela 4.3: Equipamentos de P.C que podem ser trocados nos blocos G e I.....	106
Tabela 4.4: Ganhos que podem-se obter com as trocas dos equipamentos de P.C dos blocos G e I. ....	106
Tabela 4.5: Ganhos que podem-se obter com as trocas dos equipamentos de Iluminação nos blocos G e I.....	107
Tabela 4.6:Dados de Investimento Projeto A.....	110
Tabela 4.7: Dados de Investimento Projeto B. ....	110
Tabela 4.8: Dados de Investimento Projeto C. ....	111
Tabela 4.9: Economia Líquida Gerada pelos Projetos em os Blocos G e I.....	111
Tabela 4.10: Avaliação dos Investimentos Pelos métodos Tradicionais, Bloco G. ....	112
Tabela 4.11: Avaliação dos Investimentos Pelos métodos Tradicionais, Bloco I.....	112

## Lista de abreviaturas e siglas.

<b>A.C:</b>	Equipamentos de ar condicionado.
<b>A.L:</b>	Áreas de aulas e laboratórios.
<b>A.S:</b>	Áreas de serviço.
<b>ABNT:</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AUDeq:</b>	Áreas utilizadas dias equivalentes
<b>B.P:</b>	Boas práticas.
<b>C.E:</b>	Consumo elétrico.
<b>CA:</b>	Consumo elétrico sem medidas de eficiência energética.
<b>CB:</b>	Consumo elétrico com medidas de eficiência energética.
<b>CICE:</b>	Comissão interna de conservação de energia.
<b>E.I:</b>	Equipamentos de iluminação.
<b>E.V:</b>	Equipamentos vários.
<b>EE:</b>	Eficiência energética.
<b>FC:</b>	Fator de carga.
<b>Fc:</b>	Fator de carga térmica.
<b>H.F.P:</b>	Horário fora de Ponta
<b>H.P:</b>	Horário de Ponta
<b>H.S.V:</b>	Tarifa horo sazonal verde
<b>I.T:</b>	Investimento tecnológico.
<b>IC:</b>	Índice de consumo
<b>IEA:</b>	International energy agency
<b>IES:</b>	Instituições de educação superior.
<b>LBE:</b>	Linha base energética
<b>LCI:</b>	Limite de controle inferior.
<b>LCS:</b>	Limite de controle superior.
<b>LME:</b>	Linha meta energética
<b>P.C:</b>	Equipamentos de computação.
<b>PEE:</b>	Programa de eficiência energética.
<b>SGen:</b>	Sistemas de gestão energética.
<b>TMA:</b>	Taxa mínima de atratividade
<b>FP:</b>	Fator de Potência.
<b>kWe:</b>	Quilowatt elétrico.
<b>MWh:</b>	Megawatt-hora
<b>kWh:</b>	Quilowatt-hora
<b>tCO<sub>2</sub>:</b>	Toneladas de dióxido de carbono
<b>FD:</b>	Fator de demanda.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO**

A energia catalisa a atividade humana, o progresso social e o desenvolvimento econômico. As diferentes etapas da evolução foram caracterizadas pelo avanço no domínio do homem sobre a energia (VELASCO, 2011).

Atualmente, é uma época em que existe um crescimento acelerado do consumo e dos custos energéticos, escassez de combustíveis fósseis e um grande impacto ambiental gerado pela grande dependência do uso de recursos não renováveis; foram convertidos na primeira causa da crise energética de hoje (CHEILARI *et al.*, 2013). Além disso, aumenta a demanda da eletricidade, contribuindo a um deterioro maior do meio ambiente de nosso planeta que se vê representado em grandes problemas ambientais, tais como: a mudança climática, o aquecimento global, as chuvas ácidas, os resíduos nucleares, os gases de efeito estufa e em geral um grande incremento nos níveis de contaminação da terra (OLIVIER; JANSSENS; PETERS, 2012)(OMER, 2008).

Esse cenário nos leva a fazer uma análise de nosso comportamento de vida e identificar a necessidade de tomar consciência acerca das consequências ambientais de nosso consumo energético, na grande maioria das vezes desmesurado e irracional (MINISTERIO DE FOMENTO, 2011). Assim mesmo, o incremento do uso da energia propõe a necessidade de procurar novos mecanismos que garantam a permanência desta, considerando fontes alternativas, trocas tecnológicas, atividade de controle administrativo, boas práticas de uso, manutenção e de operação (SOTELO SANCHO, 2003).

Um estudo apresentado pela Agência Internacional de Energia (IEA) comprovam que a demanda de energia elétrica no mundo crescerá 36% no período de 2008 a 2035, com uma média de 1,2% ano (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2010). Apesar de que a IEA estima a diminuição da participação dos combustíveis fósseis na matriz energética para o período avaliado e um maior espaço para as fontes de energias renováveis, não é possível ignorar as diversas estratégias propostas em torno do mundo, que procuram controlar a crise energética em sua forma atual.

## 1.1 Justificativa e Motivação do Trabalho.

A eficiência no uso da energia e a redução ao mínimo do impacto ambiental que produz a utilização de energéticos; é na atualidade, uma necessidade do desenvolvimento sustentável da humanidade (OLADE, 2009).

Sem nenhuma dúvida a forma mais efetiva de produzir bens e serviços é economizar energia; o que significa obter muito, arriscando pouco ou nada, incrementar os níveis produtivos sem expor-se, criar valores sem comprometer altos investimentos, o caminho mais curto e seguro para alcançar o objetivo de obter algo mais rentável. Já que melhorar a eficiência significa reduzir o consumo de energia primária necessária para produzir um determinado serviço de energia, sem comprometer sua qualidade e, portanto, com o menor impacto sobre o meio ambiente.

Esta não é uma tarefa simples, porque para realizar uma adequada gestão dos recursos é indispensável conhecer a inter-relação dos sistemas e processos, entorno no qual os fenômenos acontecem, seus limites, e todos os princípios envolvidos. Tudo isto requer um modelo inteligente de gestão de demanda energética, que permite explorar de forma rápida e acertada as opções para alcançar a variante de maior resultado e menor investimento econômico, do modo mais simples e viável no curto prazo, com um desempenho amigável com relação ao meio ambiente.

O Ministério de Minas e Energia estabelece nas premissas e diretrizes básicas do plano nacional de eficiência energética os seguintes aspectos, dentro da linha de ações propostas na área de eficiência energética e P&D.

- *Ampliar o conceito de P&D para projetos na área de eficiência energética de forma a incluir temas, tais como o desenvolvimento de metodologias de gestão de recursos energéticos, etc., para que estes temas possam ser contemplados como recursos financeiros tanto dos fundos setoriais, PEE gerido pela ANEEL e demais recursos existentes.*

Então a gestão energética consiste na integração de um conjunto de procedimentos e ferramentas técnico-organizativas, que aplicados de forma contínua, permitem identificar e utilizar todas as oportunidades de economia e conservação de energia, com uma redução dos gastos energéticos das instituições.

Um modelo de gestão energética implementado de forma sistemática permite obter uma guia e rota compreendida por todas as pessoas da organização, para que em pouco tempo, com o mínimo de recursos e com o menor risco de investimento, seja possível alcançar os objetivos planejados e continuar aperfeiçoando-os.

Atualmente encontra-se uma norma elaborada pela *International Organization for Standardization* (ISO), a qual reúne todos os conceitos de gestão energética e é apropriada para qualquer organização – independentemente do porte, setor ou localização geográfica. Mas como toda norma ela define o quê e não o como.

Por que é importante a solução oferecida através desta dissertação?

- Porque existe um potencial de redução dos consumos energéticos através de gestão energética nas Instituições de Educação Superior (IES) do país.
- Porque é muito mais econômico investir em programas de eficiência energética, a investir em aumento da capacidade de geração de energia. É conhecido que instalar a capacidade para produzir 1 kWh custa 4 vezes mais que economizar 1 kWh (ALVEZ GODOI, 2008).
- Porque é necessário elevar a cultura energética para o uso eficiente da energia, a fim de incrementar a duração das fontes não renováveis e reduzir os impactos ambientais ao uso destas fontes.
- Porque, na atualidade, é pertinente e necessário que o setor acadêmico lidere projetos na temática de eficiência.
- Porque a tecnologia de gestão que se propõe realizar é inovadora, pelo fato de fundamentar-se na norma ABNT-NBR: ISO 50001:2011, a qual oferece reduções no consumo de até 60% o que supõe uma redução substancial dos poluentes emitidos pela geração dos serviços demandados.

## **1.2 Objetivos Gerais e Específicos**

### **1.2.1 Objetivo Geral.**

O objetivo principal é desenvolver um modelo de gestão energética baseado na ABNT-NBR: ISO 50001:2011, que permita a diminuição dos consumos energéticos e impactos ambientais nas instituições de Educação Superior “IES”.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

1. Revisão bibliográfica do estado da arte da situação do desenvolvimento e aplicação de sistemas de gestão energéticas aplicados no Brasil e no mundo.
2. Caracterização energética da universidade e dos diferentes setores que a compõem.
3. Identificação de variáveis de controle da eficiência energética por institutos e diagnóstico energético dos equipamentos e áreas chaves, bem como estabelecimento de indicadores de controle energético.
4. Criação e Identificação das linhas base e meta energética.
5. Monitoramento dos indicadores de gestão energéticos estabelecidos.
6. Identificação de melhoras tecnológicas de zero ou baixo investimento.
7. Identificação do potencial de redução de emissões de CO<sub>2</sub>.
8. Elaboração de medidas de gestão organizacional para a eficiência energética

### **1.3 Abrangências do Projeto**

A gestão eficiente de energia constitui uma alternativa eficaz para fazer frente à demanda de energia no mundo, além de reduzir significativamente os agentes nocivos para o meio ambiente, está demonstrado que a aplicação de ferramentas em gestão energética melhora a competitividade e ajuda a acrescentar a confiabilidade dos sistemas energéticos.

Seguindo esta linha de ideias, o que esta dissertação busca desenvolver é um modelo de gestão energética que possam ser aplicado em IES, o qual tenha como base os conceitos fundamentais propostos pela norma ABNT-NBR: ISO 50001:2011 e, mediante a identificação de potenciais de redução no consumo energético, identificação e avaliação de medidas de controle, que demandem uma melhor gestão organizacional para a eficiência energética ou melhoras tecnológicas de baixo ou nulo investimento em IES, para assim obter diminuições no consumo energético e impacto ambiental positivo; tomando como estudo de caso a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI).

### **1.4 Estrutura do Projeto de Dissertação**

Esta dissertação encontra-se organizada em seis (6) capítulos, a continuação é apresentada um breve resumo do contido em cada capítulo desta dissertação.

No CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO – são apresentadas as justificativas que motivaram o estudo deste tema específico, o objetivo geral e os específicos, bem com a abrangência do tema e a estrutura de apresentação deste trabalho.

No CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – são apresentados o estado atual e o “estado da arte” da eficiência energética no mundo e no Brasil, enfatizando no campo dos sistemas de gestão energéticas. Além de serem apresentadas as razões que fundamentam o modelo proposto, focando sua estrutura na norma ABNT-NBR: ISO 50001:2011 as quais são indispensáveis para a promoção da gestão de energia nas Instituições de Educação Superior “IES”.

No CAPÍTULO 3 – ORIENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MGEN-IES – Inicialmente são apresentadas as etapas de amadurecimento do modelo proposto, iniciando no desenho conceitual e finalizando no modelo funcional. Em seguida são relacionados todos os níveis, fases ou atividades necessárias para estruturar um programa em IES de gestão de energia. Além de aplicar o MGEN – IES na Universidade Federal de Itajubá (estudo de caso), onde se desenvolvem as diferentes atividades e ferramentas explicadas no capítulo 2. É feita, ao longo do capítulo, uma série de análises estatísticas no uso da energia nas diferentes edificações estudadas, para assim poder obter, criar e avaliar um indicador global e específico do campus da IES, além de identificar quais são as áreas e equipamentos que geram maior desperdício energético. São estabelecidas as linhas-base e metas, com as quais podem-se obter o potencial de redução energética existentes nas edificações avaliadas.

No CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E RESULTADOS – São apresentadas as medidas de zero e baixos investimentos, as quais são classificadas em medidas de B.P e I.T, já que umas precisam de mudanças comportamentais e outras de mudanças tecnológicas. Além disso, é feita um análise econômica à respeito das medidas de mudanças tecnológicas, onde são apresentados qual é o investimento inicial que se deve realizar e quando será recuperado esse investimento pelas economias obtidas por meio destas mudanças.

No CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS – São apresentadas as conclusões e considerações decorrentes do trabalho, bem como algumas sugestões para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – São apresentadas as referências bibliográficas citadas e utilizadas no trabalho como fonte de revisão e embasamento da pesquisa.

ANEXOS – São apresentadas as tabelas utilizadas na coleta de dados da universidade e das diferentes edificações estudadas e analisadas neste trabalho.

## **CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 Energia.**

As necessidades do consumo da energia se constatarem desde o início da vida. Um organismo, para crescer e se reproduzir, precisa de energia; o movimento de um animal supõe um gasto energético, e a respiração das plantas e dos seres vivos também implica em uma ação energética. O ser humano desde seus primeiros passos na terra, e ao longo da história, tem sido um pesquisador das diferentes formas de geração energética, a qual facilita sua vida e a torna mais confortável e agradável (LINARES, 2009).

Tem razão os autores do livro de “*Conservação de Energia*” (MOREIRA SANTOS; HORTA NOGUEIRA; SILVA LORA, 2006) ao escreverem que existem poucas palavras que suportam tanto sentidos e definições como é a palavra “*energia*”. Esta possibilita e facilita toda a atividade humana e é definida geralmente como “*a medida da capacidade de efetuar trabalho*”, mas esta definição não abrange todo o sentido da palavra. Maxwell propôs uma definição que pode ser considerada mais correta: “*a energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste a esta mudança*”. Esta definição refere-se a mudanças de condições, alterações do estado de um sistema, mas a energia não significa nada se não entrega o que se precisa dela: luz, frio, calor, força, movimento, transporte e comunicação. É no uso final onde se concreta o benefício da energia (BARROTO NORDELO, 2006).

Seguindo esse sentido, a energia é um fator de vital importância para o desenvolvimento e crescimento econômico de um país, estado e cidade. Devido a esse fato, ao longo da história, a demanda energética no mundo tem uma linha de tendência crescente (ANDRADE SILVA; GUERRA, 2009), ou que supõe consequências como o esgotamento das matérias primas essenciais (combustíveis fósseis), modificação das condições ambientais (gases de efeito estufa, contaminação da atmosfera, catástrofes naturais, etc.) e geração de volumes consideráveis de resíduos, alguns de eles de difícil gestão (SOTELO SANCHO, 2003)(MOREIRA SANTOS; HORTA NOGUEIRA, 2007).

Porém, um dos grandes desafios da humanidade neste século, é o de fazer a transição para um futuro de energia sustentável (ABULFOTUH, 2007). A tarefa é complexa, já que suas dimensões são ao mesmo tempo sociais, tecnológicas, econômicas e políticas, além de globais (GOLDEMBERG; SIQUEIRA PRADO, 2013). A dinâmica que impele as

tendências atuais de energia é enorme e será difícil contê-la no contexto dos altos níveis de consumo existentes em muitos países industrializados; do crescimento contínuo da população; da rápida industrialização dos países em desenvolvimento; da infraestrutura energética bem estabelecida, capital-intensiva e de longo prazo; e da crescente demanda por serviços relacionados à energia em todo o mundo (PACHECO; ORDÓÑEZ; MARTÍNEZ, 2012). Os desafios de sustentabilidade ambientais são enormes e exigiram grandes mudanças, não apenas no modo como a energia é gerada e fornecida, mas também na forma como é utilizada (OLIVIER; JANSSENS; PETERS, 2012).

Em qualquer uma das soluções testadas no mundo atualmente para resolver os desafios mencionados anteriormente, encontra-se a otimização da demanda, mediante a eficiência energética e a poupança energética, por serem imediatas e baratas de aplicar. Além de isso, aportam reduções de custos e economias em curto prazo; também a eficiência energética é a principal opção para alcançar o objetivo de redução dos gases efeito estufa, podendo contribuir até em uma diminuição de 43% durante os próximos 20 anos (PENA; GARCÍA, 2012).

## **2.2 Eficiência energética “E.E” no mundo.**

A eficiência energética ingressa no contexto político mundial na década de 1970, já que entre os anos de 1973-79. A Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), dobrou e chegou até a quadruplicar o preço do petróleo (DE SOUZA MARTINS, 1999)(ALPANDA; PERALTA ALVA, 2010). Logo se reconheceu que um mesmo serviço poderia ser obtido com um menor gasto de energia e, conseqüentemente, com menores impactos econômicos, ambientais, sociais e culturais (ALPANDA; PERALTA ALVA, 2010). Equipamentos e hábitos de consumo passaram a ser analisados em termos de conservação da energia tendo sido demonstrados que, de fato, muitas iniciativas que resultam em maior EE são economicamente viáveis, ou seja, o custo de implantação é menor do que o custo de produzir ou adquirir a energia, cujo consumo é evitado (ALPANDA; PERALTA ALVA, 2010)(CHEILARI *et al.*, 2013).

Hoje em dia, o termo “Eficiência Energética” ou EE, é amplamente utilizado e conhecido em vários campos do saber (VIDAL BORBA; FERREIRA GASPAS, 2007). Além disso, o termo é genérico (PATTERSON, 1996), porém tem um compêndio de significados; no presente trabalho são apresentados os mais relevantes para o autor:

1. É a relação matemática da energia útil (forma energeticamente última, efetivamente demandada pelo usuário) e consumida (energia gasta pelo sistema) (MOREIRA SANTOS; HORTA NOGUEIRA; SILVA LORA, 2006).
2. É o ato da racionalização de energia, a qual se fundamenta nas leis da termodinâmica. Assim, a eficiência energética abrange o conjunto de ações de racionalização, que levam a redução do consumo de energia, sem perda na quantidade ou na qualidade dos bens e serviços produzidos, nem no conforto disponibilizado pelos sistemas energéticos utilizados (IWARO; MWASHA, 2010).
3. Conjunto de atividades e políticas que reduzem os custos como energia e/ou aumentem a quantidade de energia oferecida sem alterações da geração. Tais práticas podem ser resumidas da seguinte forma (DE SOUZA MARTINS, 1999):
  - Planejamento integrado dos recursos: empresas e instituições que investem em projetos de EE podem economizar recursos, ganhar competitividade e amenizar a pressão sobre o aumento da oferta de energia. Postergar parte do investimento no aumento da oferta de energia permite ao governo e ao empresário liberarem recursos para outras prioridades, sem perda de qualidade, segurança no abastecimento e com ganhos sociais e ambientais.
  - Eficiência na geração, transmissão e distribuição: são práticas e tecnologias que estimulam a eficiência da eletricidade produzida e que é posteriormente entregue aos consumidores finais. Esta categoria inclui a cogeração, turbinas de queima de gás natural, como também outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia elétrica em plantas já existentes.
  - Eficiência no uso final: são tecnologias e práticas que estimulam a EE no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias térmicas existentes, tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento do ar, entre outros. Também inclui tecnologias que propiciem a conservação e melhor uso da energia, tais como geradores de energia, solar, eólica e uso de combustíveis renováveis.
4. Uma maneira de gerenciar é limitar o crescimento do consumo de energia. Algo é mais eficiente energeticamente, se oferece mais serviço pelo mesmo consumo de energia, ou os mesmos serviços por menos consumo de energia<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> International Energy Agency “IEA”: “**Energy efficiency** is a way of managing and restraining the growth in energy consumption. Something is more energy efficient if it delivers more services for the

### 2.2.1 Vantagens da eficiência energética.

A EE traz vantagem tanto do ponto de vista macro (políticas de estado e relações de estado), quanto do ponto de vista micro (empresas, universidades, etc.), pois o uso eficiente e racional dos recursos energéticos contribui para a redução dos impactos ambientais, gerados pela conversão, transmissão e consumo destes; além de contribuir com a segurança energética, o que oferece benefícios para a sociedade (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2010), sendo ambos, assunto de muito interesse para o governo de qualquer país.

Têm-se diferentes pesquisas que constataam essas vantagens, como é o estudo feito por (WEA, 2010), onde se mostra que EE é a opção mais rápida e efetiva, já que é a mais rentável em curto prazo, com múltiplos benefícios, como a redução dos impactos ambientais e de saúdes, também diminui a pobreza, aumenta a seguridade energética e a flexibilidade na seleção de opções de abastecimento de energia, além de promover a criação de emprego e oportunidades econômicas. As pesquisas mostram que as melhoras da eficiência energética, sobretudo no uso final, pode-se alcançar rapidamente, como por exemplo (FINDINGS, 2012):

- As adaptações das edificações, com as quais se podem reduzir as necessidades de consumo energético para o conforto ambiental (aquecimento e refrigeração) em um intervalo de 50 até 90 %.
- Novos edifícios podem ser projetados e construídos para os níveis de requerimentos de energia muito altos, pelo geral utilizando energia para aquecimento e refrigeração perto de zero.
- Transporte acionado eletricamente reduz o uso de energia final por mais de um fator de três, em comparação com os veículos de gasolina.
- Mediante a combinação de acréscimo da eficiência energética e um maior uso das energias renováveis no mix energético de oferta na indústria, é possível produzir o aumento da produção industrial necessária no ano 2030 (95% de aumento com respeito do ano 2005), enquanto se mantem o mesmo nível das emissões de efeito estufa do ano de 2005.

---

same energy input, or the same services for less energy input. For example, when a compact florescent light (CFL) bulb uses less energy (one-third to one-fifth) than an incandescent bulb to produce the same amount of light, the CFL is considered to be more energy efficient.”

<http://www.iea.org/topics/energyefficiency/>

Outro estudo com uma importância relevante é o feito pela IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2012b). Neste documento a IEA, através do “Blue Map Scenario”, tenta indicar o caminho a percorrer para que no ano 2050 se reduzam em 50% as emissões de CO<sub>2</sub> em comparação com o ano de 2005. Na Figura 2.1 pode-se observar que as energias renováveis realizarão uma contribuição de 17%, a captura e o armazenamento de carbono (CCS) de 19%, mas as melhorias em eficiência energética contribuem com um 58%, as quais se constituem como as principais opções de mitigação da mudança climática.

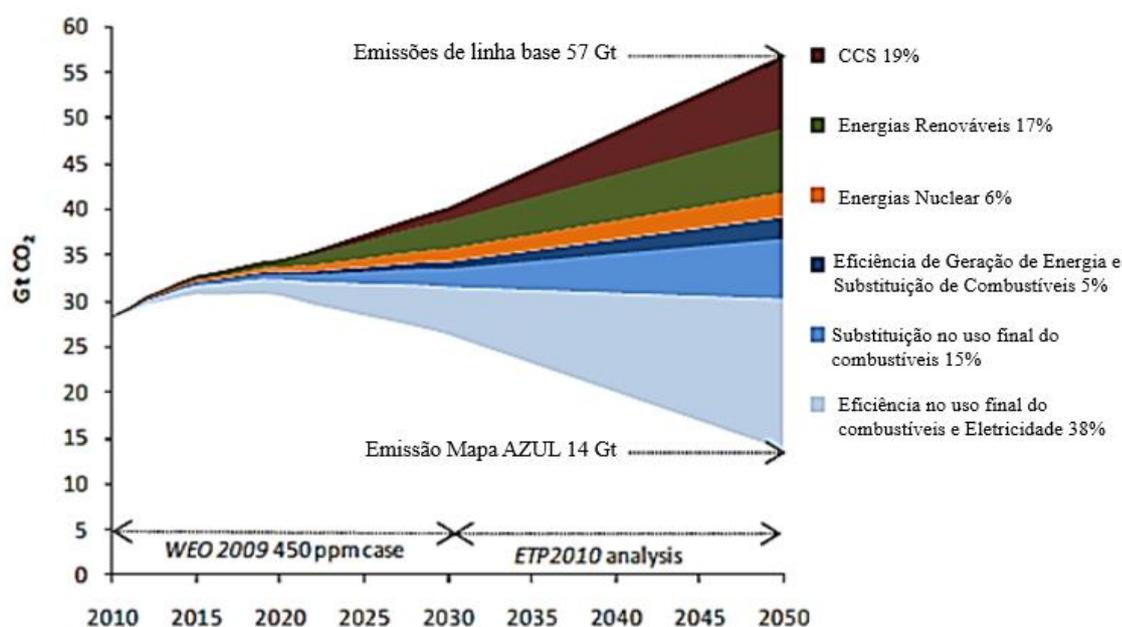


Figura 2.1: Tecnologias Chaves para Reduzir as Emissões CO<sub>2</sub> de acordo com (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2012a)

### 2.2.2 Barreiras da “E.E”.

Globalmente, a eficiência energética apresenta uma série de barreiras, às quais não permitem o desenvolvimento completo desta ferramenta. Entendendo-se o conceito de barreiras no campo da energia como o mecanismo postulado que inibe uma decisão, o comportamento que parece ser energética e economicamente eficientes (NATIONS; DEVELOPMENT, 2011)(THOLLANDER; PALM; ROHDIN, 2007)(THOLLANDER; PALM; ROHDIN, 2007).

Não são um segredo as grandes vantagens econômicas e ambientais da EE, mas a experiência mostra que os níveis de inversão em economia da energia e eficiência não

alcançam os níveis correspondentes a estas vantagens, não chegando a ser aproveitado todo o potencial disponível, fenômeno conhecido na literatura econômica como a paradoxo da EE. Por trás deste paradoxo, encontra-se a existência tanto de barreiras, quanto de falhas de mercado que não incentivam a realização de inversões para melhorar este âmbito (THOLLANDER; PALM; ROHDIN, 2007)(STEUWER, 2013).

As tecnologias e serviços de EE são particularmente complexas e difíceis de desenvolver desde sua implementação, devido ao fato de que mostrar as economias de energia destas tecnologias de EE não é fácil. Isso porque, a taxa de execução dos projetos, medidas de melhora e as práticas, pese ao seu enorme potencial, devem ser impulsadas por políticas públicas para romper as barreiras existentes. A isso se somam os problemas de informação e o pouco investimento em inovação e desenvolvimento tecnológico em EE<sup>2</sup>. As principais barreiras que geram o atraso na E.E são as resumidas no quadro 2.2 (THOLLANDER; PALM; ROHDIN, 2007)(NATIONS; DEVELOPMENT, 2011).

---

<sup>2</sup> <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno10/eficiencia/EE.html>

Tabela 2.1: Barreiras que Limitam o Desenvolvimento da E.E.

<b>Classificação</b>	<b>Barreiras Teóricas</b>	<b>Explicação</b>
<b>Sistema técnico</b>	Acesso ao capital	Acesso limitado ao capital pode evitar que as medidas de E.E sejam implementadas.
	Heterogeneidade	Uma tecnologia ou medida pode ser rentável, mas não em todos os casos.
	Custos ocultos	São os gastos em geral, como o custo de recolocação e análises de informação, interrupção da produção, a incomodidade, etc.
	Risco	A aversão ao risco pode ser a razão pela qual as medidas de EE são constrangidas por critérios de pay-back curtas.
<b>Regime Tecnológico</b>	Informações imperfeitas	A falta de informação pode levar a perder a relação custo-eficácia da implementação de EE.
	Seleção adversa	Se os fornecedores sabem mais sobre os bens da EE do que compradores, os compradores podem selecionar bens com base em aspectos visíveis, como o preço.
	Incentivos dividir	Se uma pessoa ou departamento não pode obter benefícios das inversões em EE, é provável que a aplicação perca o interesse.
	Formulário de informações	A pesquisa apresenta que a forma de informação é crítica. As informações devem ser específicas, vívidas, simples e pessoais para aumentar suas chances de ser aceito.

Fonte: Adaptado de Inglês (NATIONS; DEVELOPMENT, 2011)(THOLLANDER; PALM; ROHDIN, 2007)(INSTITUTE FOR BUILDING EFFICIENCY, 2012)

Continuação da tabela 2.2: Barreiras que Limitam o Desenvolvimento da E.E.

<b>Regime Sócio Técnico</b>	Credibilidade e confiança	As fontes de informação devem ser acreditáveis e de confiança, a fim de cumprir com êxito informações sobre medidas de EE. Se se carece daqueles fatores o resultado será uma escolha ineficiente.
	Relação de agente principal	Monitorização rigorosa e controle por parte do diretor, desde que ele ou ela não pode ver o que o agente está fazendo, pode resultar em medidas de eficiência energética a ser ignorado.
	Valores	As melhoras em EE são mais propensas a ter êxito, se tem pessoas com verdadeira ambição, preferivelmente representadas por uma pessoa chave dentro a alta gerência.
	Inércia	Os indivíduos que são adversários de mudar dentro de uma organização podem resultar em vista medidas de eficiência energética que são rentáveis.
	Racionalidade limitada	Em vez de basear-se em informações perfeitas, as decisões são tomadas pela regra do polegar, ou seja, um princípio de aplicação geral mas que não pretende ser estritamente exato ou inteiramente fiável.
	Poder	Baixo “status” de gerenciamento de energia pode levar a menor prioridade das questões energéticas dentro das organizações.
	Cultura	As organizações podem incentivar investimentos em eficiência energética através do desenvolvimento de uma cultura caracterizada por valores ambientais.

Fonte: Adaptado de Inglês (NATIONS; DEVELOPMENT, 2011)(THOLLANDER; PALM; ROHDIN, 2007)(INSTITUTE FOR BUILDING EFFICIENCY, 2012)

### 2.2.3 Impacto das Políticas no desenvolvimento da “EE”.

Os governos dos diferentes países têm as chaves para superar os obstáculos ou barreiras em EE. A teoria é simples, as barreiras podem ser superadas com o projeto e a implementação de políticas de EE dirigidas. As entidades de administrações públicas dos diversos países tem que jogar um papel muito importante na mitigação das barreiras, mediante (JOLLANDS *et al.*, 2010) (CRISTINA, 2012):

- Implantação transversal.
- Difusão de conhecimento sobre a EE.
- Ativação do mercado da EE.
- Ação executiva dos governos em seu âmbito de aplicação.
- Indução de comportamento e de ações para a EE.
- Regulações aplicadas, ampliadas e reforçadas.
- As medidas devem ser combinadas em vez de ser individuais.

A situação dos países em desenvolvimento deve ser abordada de forma adequada.

A IEA apresenta um documento técnico onde apresentam vinte e cinco (25) políticas com o objetivo de melhorar a EE, com a finalidade atingir as diferentes barreiras que impedem o adequado desenvolvimento da E.E (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011a). Esse portfólio propõe o uso das políticas para aumentar de maneira rentável a EE, mediante o estabelecimento dos sinais do mercado, para motivar uma ação eficaz, acelerar a introdução de novas tecnologias, também para fortalecer e fazer cumprir os padrões mínimos de eficiência energética para eletrodomésticos, iluminação, equipamentos e códigos de energia em edificações. A IEA nesse estudo calcula que se essas recomendações fossem aplicadas a níveis mundiais, elas poderiam salvar até 7,6 Gt de CO<sub>2</sub>/Ano em 2030, ou seja, quase 1,5 vezes o valor das atuais emissões anuais de CO<sub>2</sub> dos EUA (Figura.2.2) (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2011b).

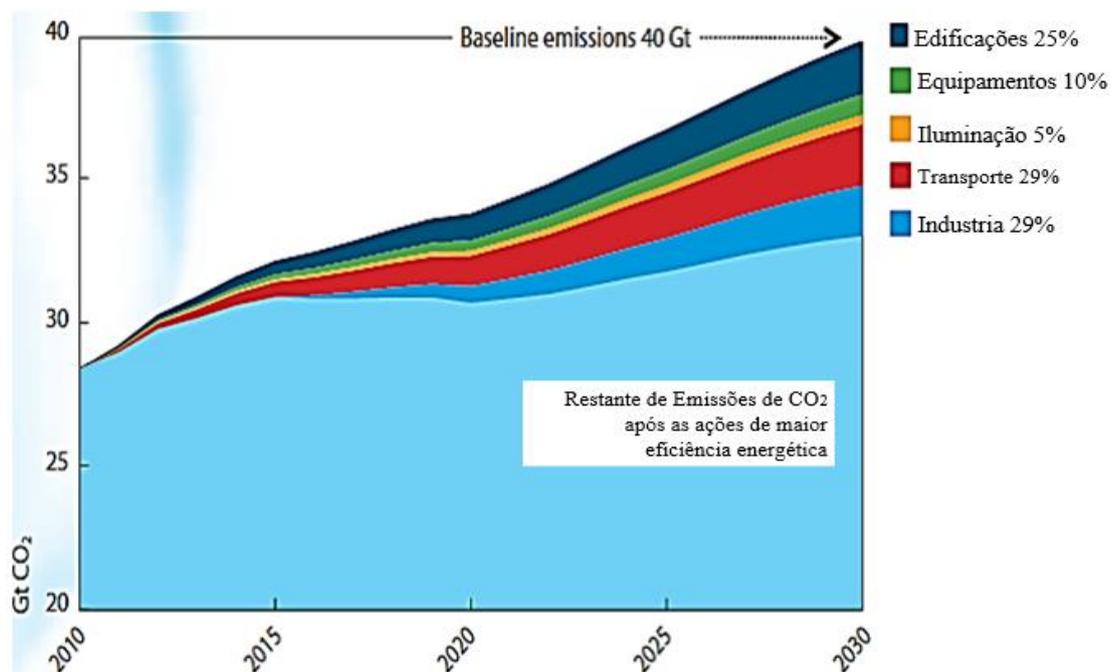


Figura 2.2: Potencial de Redução de CO<sub>2</sub> Implementando as Políticas Recomendadas (WEA, 2010).

Outro estudo importante é o feito pela organização *World Energy Council*, em seu informe do ano 2010 titulado “*Eficiência Energética: uma receita para o Sucesso*”. Nele são apresentados dez (10) conselhos de política que devem ser seguidos para poder derrubar as barreiras que impedem o correto desenvolvimento da EE, e assim, adquirir plenamente seu potencial, as recomendações feitas são (WEA, 2010):

- ❖ Incentivos econômicos para fazer que as inversões em EE sejam atrativas e rentáveis.
- ❖ Apoio institucional para dar sinais em longo prazo.
- ❖ Esquemas inovadores de financiamento para apoiar aos consumidores, sem que isto tenha um alto impacto nos orçamentos públicos.
- ❖ Promover a qualidade dos equipamentos e serviços de EE.
- ❖ Ao comportamento dos consumidores deve ter tanta importância como às tecnologias.
- ❖ Deve-se monitorar, tanto as aplicações, quanto o impacto das distintas medidas.
- ❖ Deve-se fortalecer a cooperação regional e internacional.

Pelas razões descritas as políticas em eficiência energética se configuram como um instrumento fundamental para o progresso da sociedade, já que representam um elemento de responsabilidade social, fomentam as atividades humanas e o desenvolvimento sustentável, contribuindo ao bem-estar social e estabelecem um novo marco para o desenvolvimento da competitividade empresarial sob o princípio da EE (WORLD ENERGY COUNCIL, 2010).

## **2.3 Eficiência Energética no Brasil.**

Para facilitar a organização e melhor identificar as principais etapas da evolução da eficiência energética no Brasil, (OLIVEIRA, 2013) propõe dividir esse breve histórico em três períodos. O primeiro, estende-se por cerca de quatro décadas, de 1930<sup>3</sup> até 1970 (antes do primeiro choque do petróleo); o segundo, estende-se por três décadas, de 1970 (após o primeiro choque do petróleo) até 2000; e o terceiro, estende-se por uma década; 2001 (com a crise do setor elétrico) até 2010.

### **2.3.1 Eficiência Energética: de 1930 a 1970**

Embora, desde o Império até as primeiras décadas da republica, o histórico da eletricidade no Brasil apresente muitos fatos importantes, somente a partir dos anos 1930 é que começa a se constituir o que viria a ser o setor elétrico brasileiro como é conhecido atualmente (JANNUZZI, 2007). De fato, até 1930, o estado brasileiro tinha uma participação discreta no setor elétrico, limitando-se a alguns atos de regulamentação (por exemplo, a hora legal brasileira, regulamentada pelo decreto N.º 10.546, de 5 de novembro 1913), visto que os mananciais de águas subterrâneas, em toda a sua plenitude, eram de propriedade privada (PLANALTO, 1891, 1891).

Porém, em 1934, decretou-se que, dentre outras disposições, o aproveitamento industrial das minas e das jazidas mineiras, bem como das águas e da energia hidráulica, ainda que de propriedade privada que dependiam de autorização ou concessão federal, na forma de lei, registrando aqui uma maior responsabilidade do estado quanto aos quesitos de geração, transmissão e distribuição de energia do país<sup>3</sup>(PLANALTO, 1934, 1934).

Na década de 1940, após a segunda guerra mundial, com a expansão da indústria e da população urbana, a demanda ultrapassava a geração de energia elétrica, provocando um déficit que marcaria uma fase de racionamento de energia nas maiores capitais do país (EVANDRO DE SOUZA, 2004). Então o Decreto-Lei N° 4.295, de 13 de maio de 1942, foi instituído tendo como um de seus objetivos, determinar ou propor medidas “a fim de melhor aproveitar e de aumentar as disponibilidades de energia elétrica do país”.

Esse Decreto-Lei surgiu como a primeira preocupação quanto a utilizar, de forma racional e econômica, as instalações de energia elétrica no Brasil (Art. 1º), bem sobre

---

<sup>3</sup> (JANNUZZI, 2007) aponta a promulgação do código de águas (decreto N.º 24.643, de 10 de julho de 1934) como um marco regulatório importantíssimo. Destaca-se que ele ainda está em vigor.

como abordar o racionamento de energia (Art. 2º): “enquanto não for possível, em certas zonas, atender a todas as necessidades do consumo de energia elétrica, o fornecimento será racionado segundo a importância das correspondentes finalidades”. Nota-se, porém, que ainda não há o estabelecimento de medidas e procedimentos relativos ao racionamento de energia elétrica (OLIVEIRA, 2013).

Como exemplo de eficiência energética implantada na época, houve a criação do horário brasileiro de verão. O horário brasileiro de verão foi implantado por um decreto do Presidente da República (sempre respaldado pelo Decreto-Lei N°. 4.295, de 13 de maio de 1942), que indica quais as unidades da federação e qual o período de vigência do horário brasileiro de verão (OLIVEIRA, 2013).

Visando um melhor aproveitamento da luz natural ao entardecer, o horário de verão permite obter uma redução da demanda por energia elétrica no período mais crítico do dia: o horário de ponta. Em média, a redução da demanda no horário de ponta situa-se entre 4 e 5 %, o que reduz a probabilidade de blecaute nos períodos do ano durante os quais o uso de eletricidade para refrigeração, condicionamento de ar e ventilação atinge seu ápice (OLIVEIRA, 2013).

Até 1967 a implantação do horário de verão foi feita de forma esporádica e sem um critério científico mais apurado. Após 18 anos sem ser implementado, essa medida voltou a vigorar no verão entre 1985 e 1986, como parte de um elenco de ações tomadas pelo governo, devido ao racionamento ocorrido na época por falta de água nos reservatórios das hidrelétricas. Desde então, o horário brasileiro de verão passou a ser aplicado anualmente. Estudos mais aprofundados foram realizados nos últimos anos, gerando critérios mais apurados para subsidiar sua implantação (OLIVEIRA, 2013).

### **2.3.2 Eficiência Energética: de 1970 a 2000**

Este período retrata a origem das ações de eficiência energética no país, com a criação de leis (caso haja eventual necessidade de racionamento de energia), de programas de governo, bem como de comissões e empresas para atuar na área. De fato, as primeiras iniciativas no Brasil, visando a eficiência energética, datam das décadas de 1970 e 1980, como reação ao primeiro choque do petróleo<sup>4</sup>, que lançou o mundo na procura de novas

---

<sup>4</sup> A Organização dos Países Árabes Exportadores de Petróleo (OPEP), que reúne os maiores produtores mundiais, cancela a exportação de petróleo para países que apoiaram Israel na guerra de Yorn Kippur, contra Egito e Síria. O preço do produto fica quatro vezes maior. O Brasil é prejudicado porque

fontes de energias e suscitou o esboço, pelo governo Brasileiro, das primeiras iniciativas coordenadas de política energética, além de levar ao desenvolvimento de pesquisas, visando a busca por processos mais econômicos e energeticamente mais eficientes, que reduzissem a elevada dependência dos combustíveis fósseis (PEREIRA; BRAGA; FREIRE, 2005).

### **2.3.3 Eficiência Energética: de 2001 a 2010**

Este terceiro período corresponde ao estágio recente do desenvolvimento da eficiência energética no Brasil. Ele é essencialmente marcado pela crise de energia elétrica ocorrida em 2001, que, de certa forma, tornou-se o marco primordial de identificação dos benefícios que as ações de eficiência energética podem proporcionar. Em consequência, diversas leis e regulamentos foram criados e modificados com o objetivo de beneficiar ações de E.E no país (OLIVEIRA, 2013).

## **2.4 Sistemas de Gestão Energética.**

Antes de dar um significado a um “Sistema de Gestão Energética” é correto definir o que é gestão energética. Esta é definida como um processo através do qual ocorre a coleta de informações procedentes das instalações. A informação obtida permite saber quando, como e onde se consome a energia, e fundamentado nessa informação, realizar a tomada de decisões. Assim é possível planejar ações de otimização de consumo energético e de melhora de rendimentos (WONGTHARUA; HAKEME; INTAMAT, 2005).

Para realizar este processo de captação de dados, é preciso ter um sistema de gestão de energia (SGEn). Entendendo-se por SGEn um conjunto de procedimentos e atividades integradas no sistema organizacional de uma entidade (instituição, estado, indústria etc.), para alcançar o consumo mínimo dos recursos energéticos, ou seja, que um SGEn envolve um conjunto composto pela estrutura organizacional, os procedimentos, os processos e os recursos necessários para sua implementação (Figura 2.3) (BARROTO NORDELO; MONTEAGUDO YANES, 2006).

Além disto, um “SGEn” não tem uma dimensão fixa e não é direcionado por uma única metodologia. Desta forma, cada instituição pode ter um “SGEn” particular que

---

ainda era um grande importador. Na década de 1970, cerca de 80% do petróleo consumido no país era importado (DE ALMEIDA, 2007)

atenda às suas necessidades e seu perfil energético característico, apresentando processos quase exclusivos em níveis mais baixos do sistema de gestão energética. Dos formatos mais altos, um “SGEn” eficaz apresenta as seguintes atividades (CONFEDERACION EMPRESARILA DE MADRID, 2011):

- Modelagem e Previsão: construção de modelos para o consumo de energia, envolvendo o monitoramento, coleta e tratamento matemático de dados.
- Benchmarking: comparação de consumo de energia de diferentes organizações uma com a outra ou utilização de normas de referência reconhecidas.
- Análises de consumo e custo de energia: determinação onde, como, quanto e quando a energia é consumida dentro uma instalação, e verificação da fatura mensal.
- Medição e verificação: monitoramento, em tempo real, do consumo para acompanhamento dos resultados de medidas de conservação de energia.

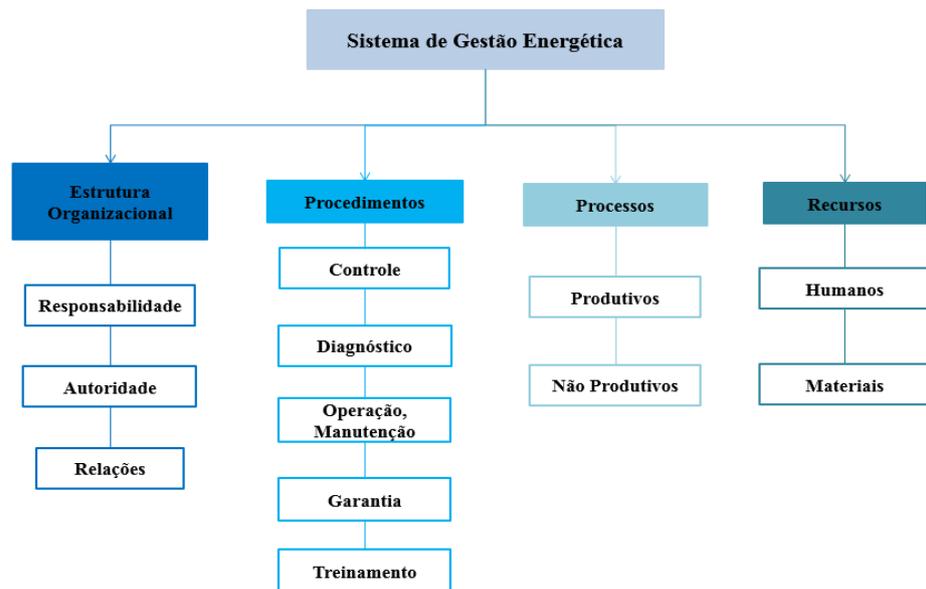


Figura 2.3: Estrutura de um Sistema de Gestão Energética segundo (BARROTO NORDELO; MONTEAGUDO YANES, 2006).

Os enfoques de “SGEn” podem agrupar-se em duas visões, de ponto de vista macro: políticas de estado e relações de estado, esta primeira supõe que é o mercado o instrumento mediante o qual logra-se a gestão ótima e a segunda supõe que é o estado, como agencia de planejamento, que garantirá a otimização dos usos energéticos. Do ponto de vista micro (empresas, universidades, etc.) a gestão energética se traduz em um

programa de otimização de energia, com o qual se definem estratégias e se tomam ações para conseguir o mínimo consumo de energia, mantendo os mesmos níveis de conforto e procurando a máxima produtividade (DRUMM *et al.*, 2013).

As vantagens de implantar um sistema de gestão energética se apresentam na Figura 2.4, onde se mostra claramente que o objetivo final é a diminuição dos custos energéticos, econômicos, dos impactos ambientais associados à utilização dos diferentes tipos de energia. Os resultados esperados de um sistema de gestão energética se resumem no seguinte item (RIVETTI ROCHA; AURELIO, 2005):

- A identificação e avaliação dos potenciais para a diminuição dos custos de energia, seja pela melhora nos procedimentos de operação e manutenção, seja por mudanças tecnológicas ou de uso
- Implementação de projetos que sejam viáveis tecnicamente e economicamente e que conduzam à redução de custos energéticos.
- Corrigir erros nos procedimentos de operação e manutenção que aumentam os consumos dos recursos energéticos.
- Avaliar o impacto das ações encaminhadas para a redução de custos, nos indicadores de eficiência da instituição ou empresa.
- Estabelecer uma forma de medição da eficiência no uso da energia no âmbito das áreas e equipamentos da empresa ou instituição.
- Motivar e capacitar o pessoal para mudar os hábitos relacionados com o uso da energia, procurando uma utilização mais eficiente.
- Planejar o consumo energético e seu custo em função das possibilidades reais de operação em cada área e equipamento chave.
- Estabelecer ferramentas de controle, prevenção e correção requeridas para cumprir com as metas planejadas de redução de custos e consumos.
- Melhorar as estratégias de compra de energia e o controle do faturamento deste recurso.
- Reduzir e controlar o impacto ambiental do uso da energia.

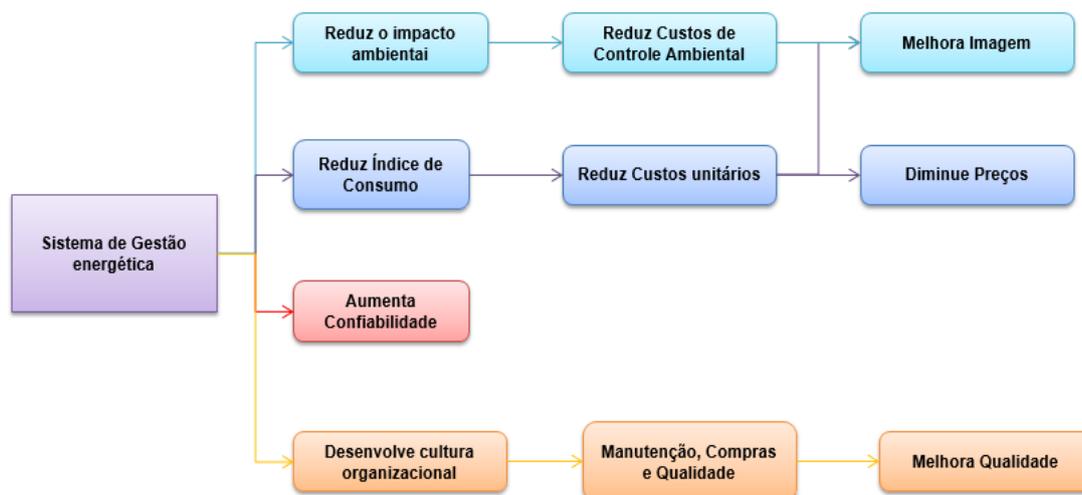


Figura 2.4: Vantagem de um SGEN de acordo com (RIVETTI ROCHA; AURELIO, 2005).

As principais deficiências na gestão geram importantes acréscimos nos consumos e custos energéticos numa empresa ou instituição, elas estão relacionadas com esforços isolados, falta de coordenação, planejamento, conhecimento, procedimentos, avaliação, diluição de responsabilidades e carência de ferramentas de controle (DÖRR; WAHREN; BAUERNHANSL, 2013).

#### 2.4.1 Conceptos básicos dos “SGEn”.

##### Ciclo de Melhora Continua - PEVA:

Os sistemas de gestão energética estão baseados no ciclo de melhoria contínua, ou também na chamada roda Deming: planificar-efetuar-verificar-atuar (Figura 2.5) (DÖRR; WAHREN; BAUERNHANSL, 2013).

- Planificar: identificar os aspectos energéticos e as obrigações legais em matéria de energia, e estabelecer objetivos e metas.
- Efetuar: atribuir recursos e responsabilidades, aumentar a consciência organizacional e proporcionar formação, comunicação interna e externa, estabelecer a documentação, aplicar os controles operacionais.
- Verificar: implementar a medição e seguimento do programa de gestão da energia, avaliar o cumprimento das obrigações legais; identificar e gerir as não conformidades, o controle dos documentos; realização das auditorias internas do SGEN.
- Atuar: revisão do SGEN pela alta direção para definir mudanças potenciais.

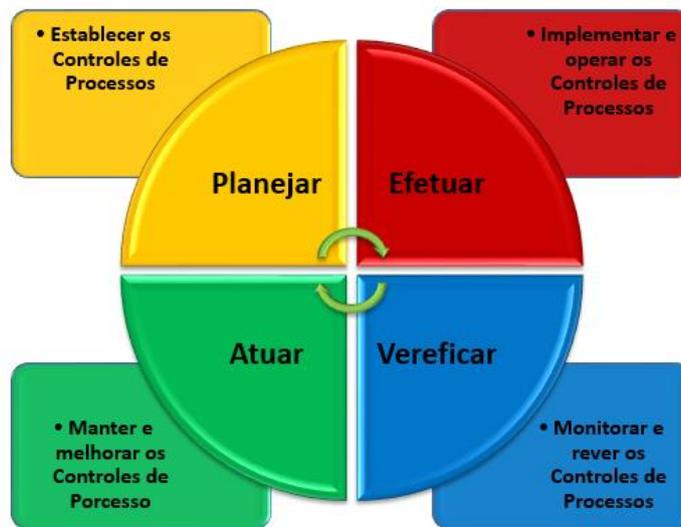


Figura 2.5: Ciclo de Melhoria Contínua "PEVA"

### **Diagnóstico energético:**

De acordo com (BARROSO KRAUSE; PITANGA MAIA, 2002), o diagnóstico energético é um trabalho realizado por um profissional ou por uma empresa especializada no uso eficiente de energia. Estes trabalhos contemplam a avaliação de todos os sistemas consumidores de energia existentes em uma unidade. São avaliadas as condições de operação de motores, sistemas de iluminação, transformadores, elevadores e sistemas de ar-condicionado entre outras. Este análise visa observar as condições de operação, a fim de identificar pontos de desperdício de energia ou nas quais a sua utilização pode ser racionalizada.

Num trabalho de diagnóstico energético também são analisadas e avaliadas as faturas de energia, a fim de se estabelecer o melhor enquadramento tarifário e de modelo de contrato para a organização, ou seja, o modelo que irá apresentar um menor custo de energia ao final do mês.

Medidas operacionais também são analisadas neste tipo de trabalho. Elas preveem a mudança de horários de funcionamento de determinados sistemas, assim como o deslocamento de cargas para horários de funcionamento onde o pico da demanda esteja menor, afim de melhorar o fator de carga da instalação e diminuir o valor da demanda contratada.

Muitas vezes, as medidas sugeridas num diagnóstico energético são de caráter puramente operacional e administrativo, não necessitando realização de investimentos. Apenas com ajustes na operação das cargas e como a adoção de medidas de mudanças nos hábitos ou nos horários de funcionamento de determinados setores ou cargas é possível obter-se economias de custo (R\$) e energia (kWh).

Há também medidas que podem não apresentar economia de energia, mais visam corrigir problemas existentes nas instalações. Como exemplo pode-se citar a iluminação insuficiente em determinados setores e o caso de circuitos com problemas de dimensionamento inadequado, apresentando riscos para a instalação e para as pessoas.

### **Auditoria Energética:**

Por auditoria energética entende-se o exame detalhado das condições de utilização de energia nas instalações, permitindo conhecer onde, quanto e como a energia é utilizada, como estão as condições dos equipamentos e onde se encontram os desperdícios de energia, propondo igualmente soluções para as anomalias registradas. Embora a palavra “auditoria” nos lembre de imediato a auditoria contábil e financeira, a auditoria energética difere desta por ser mais ampla e ter por objetivos a identificação e solução de possíveis problemas e a busca da racionalização do uso dos energéticos. Como ponto de partida, a auditoria inicia-se através do conhecimento da atual realidade energética de um estabelecimento industrial ou comercial com relação aos gastos diretos, via concessionária, de energia elétrica. Após avaliar tal situação, é necessário estabelecer as prioridades, implementar as melhorias minimizando as perdas acompanhado os resultados de forma contínua, levantando os custos de investimento nas mudanças propostas e apresentando o tempo de retorno dos investimentos (MOREIRA SANTOS; HORTA NOGUEIRA, 2007).

Em princípio, qualquer estudo dos fluxos energéticos em uma empresa com o propósito de racionalizar o uso de eletricidade e/ou combustíveis ou reduzir os custos com energia pode ser considerado uma auditoria energética, não sendo obrigatória seguir uma metodologia padronizada (OMER, 2008).

Neste sentido, as auditorias energéticas constituem um instrumento essencial de diagnóstico preliminar e básico, para obter as informações requeridas para a formulação e acompanhamento do programa de E.E. (RODRIGUES HALMEMAN, 2012). De forma

geral, a auditoria energética pode ser executada conforme as etapas apresentadas na Figura 2.6.

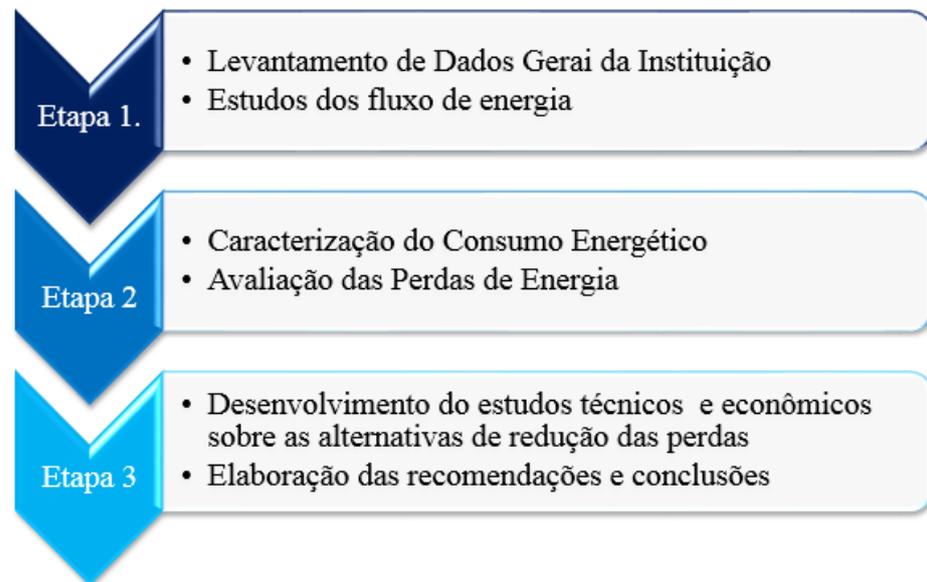


Figura 2.6: Etapas de uma Auditoria Energética (GASPAR, 2004).

## 2.5 Programa de eficiência energética (PEE).

A implantação de um programa de eficiência energética (PEE) é a primeira iniciativa ou ação visando à redução de custos como a energia elétrica em uma instituição. A importância da implantação do PEE se deve ao fato de que ações isoladas, por melhores resultados que apresentem, tendem a perder o seu efeito ao longo do tempo (RIVETTI ROCHA; AURELIO, 2005).

O PEE visa otimizar a utilização de energia elétrica através de orientações, direcionamento, ações e controles sobre recursos humanos, materiais e econômicos, reduzindo os índices globais e específicos da qualidade e quantidade de energia elétrica necessária para a obtenção do mesmo resultado ou produto.

A implantação de um PEE exige iniciativa, criatividade e, acima de tudo, necessita do respaldo da administração superior, pois diversas ações demandam recursos, decisões e mudanças de hábitos e sabe-se que estas provocam uma resistência natural nas pessoas.

O PEE é constituído de três pilares, tendo a CICE como sua gestora: diagnóstico energético, controle dos índices e comunicação do programa e seus resultados.

Todas as ações desenvolvidas no PEE estão enquadradas em um destes pilares. Muitas destas ações devem ser desenvolvidas simultaneamente, isto significa que não existe um pilar mais importante.

## **2.6 Criação da CICE**

Para a coordenação do PEE, é importante a constituição de uma Comissão Interna de Conservação de Energia Elétrica – CICE (RIVETTI ROCHA; AURELIO, 2005).

As CICE's foram instituídas na administração pública federal pelo decreto 99.656 de 26/10/90, como o objetivo de propor, implantar e acompanhar medidas efetivas de utilização racional de energia elétrica, bem como controlar e divulgar as informações mais relevantes. A sua concepção aplica-se a toda instalação, seja ela do setor privado, federal, estadual e municipal.

A CICE deve ter um plano de trabalho com os objetivos, cronogramas de execução e estratégia de ação.

Para que o gerenciamento de energia elétrica possa ser feito de forma adequada, é necessário que a CICE conheça o uso de energia da edificação de forma detalhada e setorial. Para isso, é necessário realizar o levantamento das cargas da instalação e seu regime de funcionamento. De posse desses dados deve-se proceder ao rateio de energia elétrica na edificação. Um recurso para realizar o rateio é a criação de centro de custos.

### **2.6.1 Estrutura da CICE.**

Cabe a CICE a criação da estrutura e a preparação do ambiente para a execução do plano de gerenciamento da energia elétrica, visando à redução no consumo da energia elétrica (BARROSO KRAUSE; PITANGA MAIA, 2002).

A estrutura básica da CICE segundo (OLIVEIRA; DE, 2006) é a seguinte:

- I. Diretoria de organização: responsável por nomear uma equipe que formará a gerência da CICE.
- II. Gerência da CICE: é composta por colaboradores, apoio técnico, apoio administrativo e uma equipe de divulgação. Inicialmente a equipe do CICE deverá fazer a coleta de todas as informações necessárias para a criação de base de dados com a situação atual da instalação (avaliação das contas elétricas em kWh, demanda de energia em kW, os respectivos custos, entre outras).

- III. Colaboradores: são pessoas pertencentes aos diversos setores da organização e que possuam um bom relacionamento com os demais do grupo, para que possam motivar e transmitir as ideias e os objetivos a serem alcançados.
- IV. Apoio técnico: responsável pela coleta de dados operacionais dentro da instalação, tais como o levantamento e quantificação das cargas (de preferência com a identificação por setores), avaliação das condições operacionais dos equipamentos identificando possíveis problemas, preenchimento de planilhas contendo os períodos de operação das principais cargas e a verificação da sua real necessidade.
- V. Apoio administrativo: responsável por prestar apoio na elaboração dos relatórios e na aquisição dos dados necessários tais como as faturas de fornecimento de energia elétrica, listagem de patrimônio dos equipamentos instalados, ajuda nas contratações de uma empresa de consultoria para realização de um diagnóstico energético, além da colaboração no caso da necessidade de serem tomadas medidas de mudança operacionais ou para aquisição de equipamentos de uso eficientes de energia.
- VI. Equipe de divulgação: responsável pela criação de uma campanha de divulgação das necessidades, das responsabilidades e finalmente de criação de frases, cartazes, etc.

Deve-se formalizar a criação do PEE e da CICE através da edição de uma circular/resolução da diretoria, bem como as ações decididas pela CICE através de atas de reunião, relatórios de atividades e documentos/circulares da instituição.

Essa documentação permitirá que futuros participantes possam evitar retrabalhos, a direção possa acompanhar o trabalho desenvolvido e terceiros possam dar apoio ou aprender com as ações desenvolvidas.

## **2.7 Sistemas de gestão energética em instituição de Educação Superior “IES” no Mundo e no Brasil.**

Uma instituição de educação superior, em qualquer parte do mundo, encontra-se composta por uma ou mais edificações, nas quais se desenvolvem diversos tipos de uso e perfis de ocupação, por dito caso uma IES é uma organização que demanda quantidades razoáveis de energia.

Por tais fatos faz-se essencial uma revisão dos trabalhos mais relevantes desenvolvidos no campo da gestão energética em instituições de educação superior em todo o mundo, para assim conhecer, estudar e analisar as metodologias seguidas e implantadas nos diferentes campus universitários, além de conhecer as medidas implementadas para reduzir o consumo energético.

Os seguintes trabalhos foram os mais representativos e/ou relevantes de acordo com o autor desta dissertação:

### **2.7.1 Wilfrid Laurie University Energy Management Plan.**

A Universidade Wilfrid Laurier de Canadá, desenvolveu um plano em gestão energética (WILFRID LAURIER UNIVERSITY, 2009) implementado em seu campus, que é formado por 98 prédios, ou seja tem uma área construída de 212.982 m<sup>2</sup>. Em 2009 a universidade tinha uma população de estudantes entorno dos 13.500, o campus no período 2006 – 2009 tinha um consumo de energia elétrica médio mensal cerca de 2,5 GWh /mês, ou seja um consumo anual entorno de 29,3 GWh.

As atividades que foram implementadas nesta pesquisa são resumidas a continuação:

- I. Plano de monitoramento.
- II. Definição de metas e recomendações.
- III. Oportunidades esquemáticas de gestão energética.
- IV. Delineamento de oportunidades em energias renováveis.
- V. Diretrizes para novas oportunidades de investimento e novas construções.
- VI. Incentivos financeiros.

Baseando-se nessas atividades foram estimadas reduções no consumo energético entorno de um 25% para o ano 2012 e uma redução entorno de um 75% das emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes por áreas usada no campus para o ano 2020.

### **2.7.2 Gestão do consumo de energia elétrica no campus da UNB.**

Em (OLIVEIRA; DE, 2006) apresentam-se os resultados de um estudo de “*gestão do consumo de energia elétrica*” no campus da Universidade de Brasília, o qual foi fundamentado nos seguintes princípios:

- I. Caracterização energética,
- II. Diagnóstico energético (análise de faturamento elétrico e levantamento de carga) feito pela empresa CREMASCO no ano 2002, um
- III. Controle dos índices (neste caso FC, FP e FD) y
- IV. Recomendações de boas práticas.

Estes princípios são resumidos nos seguintes parágrafos.

A Universidade de Brasília possui 3.950.579 m<sup>2</sup> de área total, sendo que 464.340,67 m<sup>2</sup> são de área construída por onde circulam cerca de 30.000 pessoas por dia. Os 24 prédios que tem contadores elétricos consideradas no estudo representam 256.577,65 m<sup>2</sup> em área construída, ou seja o 55,25 % da área total construída do campus.

A carga instalada dos prédios em estudo nesta dissertação está em torno de 14,03 MW, onde o consumo elétrico no mês de fevereiro nestes prédios monitorados foi de 1,19 GWh no H.F.P e de 122,57 MWh no H.P, ou seja, os custos foram entorno de R\$ 241.816,63 e R\$ 131.659,31 respectivamente. A universidades se encontrava no grupo A e com uma tarifação horo sazonal azul.

Em função das diferentes análises deste trabalho, se realizou a mudança de contrato de faturação, a qual o custo mensal médio era de R\$650.000 e se logrou uma redução aproximadamente de R\$ 200.000 mensais apenas com a assinatura do contrato. Além de algumas tomadas de decisões complementárias, as quais representaram economias estimadas entorno de R\$ 86.107 no custo de energia média mensal.

Neste estudo se constata a importância de estabelecer gestões de tipo energético, já que se apresentam reduções no potencial e porem ganhos econômicos. Por exemplo, para o caso pontual da UnB que é de R\$ 1.033.293,36 por ano no custo energético, e também se apresentam as medidas que se devem tomar para realizar a redução de consumo (troca de aparelhos, uso, etc.).

### **2.7.3 Eficiência energética na gestão da conta de energia elétrica da Universidade Federal de Sergipe – UFS.**

Pesquisadores da UFS desenvolveram um projeto em “*gestão de conservação de energia*” no campus de São Cristóvão da universidade federal de Sergipe (sede principal), a qual tinha uma situação de consumo energético antes do projeto com um má gestão e

administração, já que os custos registrados no ano 2008 foram cerca de R\$ 2,45 milhões, em 2009 de R\$3 milhões e em 2010 R\$ 3,4 milhões (SERNA SILVA; SANTOS CARVALHO, 2011).

Este foi fundamentado nas seguintes atividades:

- I. Caracterização energética do campus.
- II. Análise do contrato de atendimento de energia elétrica.
- III. Análise das demandas medidas e faturadas
- IV. Análise do enquadramento tarifário.
- V. Campanha de conscientização do uso de energia.
- VI. Estudo de iluminação dos prédios.
- VII. Diagnóstico da qualidade e do uso dos equipamentos.
- VIII. Estudo do progresso no consumo de energia
- IX. Estudos de qualidade de energia.

Em função da implementação dessas atividades as ações iniciais incluíram a revisão dos contratos de atendimento de energia elétrica entre a UFS e a concessionária do local, baseado nestes análises foram realizadas renegociações no contrato de fornecimento de energia, pelo fato de cada unidade consumidora da universidade ter seu próprio perfil de consumo e demanda que pode ou não depender do calendário acadêmico da instituição.

Também em 2008, foi criado um concurso que envolveu toda a comunidade para escolha das melhores ideias de economia de energia. Como é bem sabido, o consumo de energia se dá na prática, através do acionamento dos dispositivos elétricos e como estes estão presentes em praticamente qualquer atividade humana, um meio efetivo para a economia de energia é a promoção do uso racional e comedido da mesma. Visto isso, fez-se necessário uma campanha de conscientização geral das pessoas.

Tomando como base os diagnósticos feitos neste estudo, chegou-se à conclusão de que os sistemas de ar condicionado e de iluminação eram os maiores consumidores de energia elétrica tendo uma potência instalada de 242,09 kW e 101,75 kW respectivamente. Em função de isso foi estimado um consumo elétrico anual de 543,24 MWh/ano (ar condicionado) e de 272,23 MWh/ano (iluminação). Em função dos cálculos anteriores foram propostas mudanças tecnológicas nestes sistemas e estimaram-se economias entorno de R\$ 34.895,05 nos sistemas de iluminação e R\$ 56.605,61 ar condicionado.

Conclui-se que o trabalho de grupo de EE deve concentrar-se nos focos de desperdícios, sejam áreas e/ou equipamentos chaves, para assim identificar as oportunidades de melhoria de eficiência e ter um acompanhamento constante nestes pontos.

#### **2.7.4 Gestão Energética nas Edificações Universitárias da UFAM.**

Pesquisadores do núcleo de pesquisa em eficiência energética (NEFEN) da Universidade do Amazonas, fizeram um estudo em “*gestão de energia na Universidade Federal do Amazonas (UFAM)*” (DRUMOND; OCTAVIO, 2005), a metodologia foi concebida nas seguintes atividades:

- I. Caracterização energética da instituição.
- II. Situação energética da instituição.
- III. Análise do faturamento energético.
- IV. Execução de metas
  - i. Monitoramento de carga.
  - ii. Reforma das instalações.
  - iii. Substituição de lâmpadas e reatores.
  - iv. Substituição do sistema de climatização.
  - v. Campanha de divulgação do programa e conscientização da comunidade universitária.
  - vi. Implantação do sistema de gerenciamento de energia elétrica.

O levantamento de dados das faturas de energia elétrica refere-se aos períodos de janeiro a dezembro /2001 onde verificaram-se irregularidades que estavam relacionadas ao aumento nas faturas tais como:

- a) Baixo fator de carga, este fato implicou multas anuais entorno de R\$ 178,327,46.
- b) Atraso no pagamento das faturas: todas as unidades consumidoras, em alguns meses apresentaram multa por atraso de pagamento, levando a um custo anual de R\$60.440,50.
- c) Demanda contratada excedida: a maioria das unidades consumidoras excedia a demanda.

Em função dessa informação, eles estimaram um potencial de economia no consumo energético em torno de R\$ 238.767,96, que poderia ser conseguido através de melhoras nas condições das instalações.

#### **2.7.5 Gestão Pública de Energia Elétrica: o programa permanente para o uso eficiente de energia na USP.**

Foi realizado um trabalho de “*gestão pública de energia elétrica*” aplicado na Universidade de São Paulo (USP) (M.A; L.B, 2006), que está ligada ao Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia Elétrica (PURE) após dez anos de existência, na qual se ratifica a importância e a viabilidade que tem a implementação de sistemas de gestão energéticas em universidades, devido ao potencial de economia que estes tem. A USP, segundo os estudos apresentados neste trabalho, representou uma poupança em energia elétrica de 132 GWh, ou seja, equivalente a R\$ 17 milhões, pelas negociações com as concessionárias de energia elétrica e a sensibilização de grande parte da comunidade para a importância da eficiência energética, aspectos que somados, repercutiram nos resultados aqui apresentados.

Os pilares em que se fundamentou este projeto foi:

- I. Pilar administrativo
  - a. Projeto multa zero: o qual visa reduzir os valores de multas nas faturas.
  - b. Ações para eliminar atrasos de pagamentos de faturas: ações para reduzir às multas devido ao atraso no pagamento de faturas de energia elétrica.
  - c. Adequação tarifária (multas devido à ultrapassagem da demanda).
  - d. Contratação de energia.
  - e. Gestão de faturas.
- II. Pilar tecnológico.
  - a. Sistema de gerenciamento de energia elétrica.
  - b. Programa de uso racional de energia e fontes alternativas
  - c. Projetos de EE.
- III. Pilar comportamental.
  - a. Treinamento, capacitação e divulgação do programa
- IV. Suporte às unidades e outras ações de gestão de energia elétrica.

## 2.8 Padrões de Sistemas de Gestão Energética ABNT-NBR: ISO 50001/2011.

É uma norma internacional voluntária desenvolvida pela *International Organization for Standardization* – ISO. A ISO 50001/2011 fornece benefícios para grandes e pequenas organizações, no setor público e privado, na manufatura e serviços, em todas as regiões do mundo. A ISO 50001 estabelece uma estrutura para que indústrias, instalações comerciais, institucionais e governamentais e organizações inteiras façam a gestão da energia. Com aplicação ampla pelos setores econômicos nacionais, estima-se que a norma possa reduzir até 60% do uso de energia do mundo (ACOLTZI ACOLTZI; PEREZ REBOLLEDO, 2011).

O objetivo da norma ISO 50001:2011 é especificar os requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar um sistema de gestão energética<sup>5</sup> (Figura 2.7) (ABNT, 2012), com o propósito de permitir que a organização conte com um enfoque sistemático para alcançar uma melhora contínua em seu desempenho energético, incluindo conceitos de EE, uso e consumo de energia (NORMA INTERNACIONAL, 2011).



Figura 2.7: Modelo de Sistema de Gestão Energética ISO50001:2011 (ABNT, 2012).

A norma especifica os requisitos aplicáveis a usos e consumos da energia, a partir dos quais se estabelecem as atividades de medição, documentação e informação, as

<sup>5</sup> <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm>

praticam para o desenho e aquisição de tecnologias, sistemas de processo e pessoal que contribuem o desempenho energético e se aplicam a todas as variáveis que afetam o desempenho que podem ser controladas por a organização e sobre as que podem ter influência (PENA; GARCÍA, 2012).

Ela foi desenhada para ser utilizada de forma independente, mas também pode ser alinhado ou integrado com outros sistemas de gestão (ISO 14000 E ISO 9001), esta norma pode ser aplicada a todas as organizações que desejem assegurar que cumprem com suas políticas energéticas declaradas e que deseje demonstrar este cumprimento a outros (THERKELSEN; MCKANE; SCHEIHING, 2013). A norma ISO 50001:2011 constituiu-se em uma ferramenta útil e eficaz para facilitar o cometido dos gestores energéticos, e para implantar e realizar o seguimento de atuações procedentes de auditorias energéticas. Também, permite a poupança, melhora o rendimento energético e, portanto, melhora a competitividade, diminuindo, por sua vez, o consumo de energia primaria, as emissões de CO<sub>2</sub>, a dependência exterior e a intensidade energética (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2012a).

## **2.9 Novos conceitos da ABNT-NBR: ISO 50001/2011.**

Neste sentido, o objeto e campo de aplicação da norma não diferem de outras modalidades de gestão experimentadas, salvo pela focalização no conceito de desempenho energético, que a norma define (ABNT, 2012).

### **2.9.1 Desempenho Energético.**

*“Desempenho Energético: resultados mensuráveis relacionados com a eficiência energética “EE”, o uso da energia e o consumo da energia”.*

(NORMA INTERNACIONAL, 2011)

O desempenho energético include o inventario de instalações com influência no consumo de energia e de seus equipamentos por uma parte, e de tipologias de consumos energéticos (combustíveis, energia térmica, energia elétrica, etc.) por outra. Também, incluem indicadores de desempenho, um dos quais, a eficiência energética (citada explicitamente na definição de desempenho energético), outros como, a intensidade energética ou outros que a organização estime adequado (Figura 2.8).

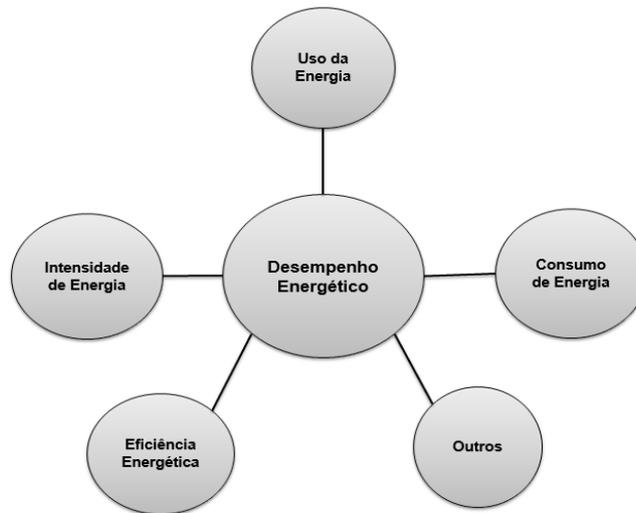


Figura 2.8: O conceito de desempenho Energético segundo a ISO 50001/2011 (NORMA INTERNACIONAL, 2011).

Em várias ocasiões, os indicadores de desempenho coincidem com os indicadores dos processos energéticos da organização, como por exemplo (PENA; GARCÍA, 2012):

- Energia elétrica consumida / unidade produzida
- Energia térmica consumida / horas trabalhadas
- Energia produzida / energia primária consumida
- Energia consumida / quilômetros percorridos
- Energia consumida / tonelada transportada
- Energia consumida / unidade de comprimento de produto
- Energia consumida / peso do produto

Quando estes indicadores se relacionam com variáveis independentes dos processos, obtém-se indicadores de desempenho em que as relações incluem conceitos tais como produção nominal, relação entre produção de um produto/multiproduto, qualidade de matéria prima/auxiliares, qualidade do fornecimento de energia, gradiente de temperatura a vencer para conseguir o conforto determinado das instalações, etc. (ELIAS, 2012).

Com a análise de desempenho energético, a organização pode determinar seus usos significativos e seus principais potenciais de aperfeiçoamento, por tanto estabelecer os objetivos de melhora.

### 2.9.2 Limites e Alcance.

Na norma se definem os limites e alcance do sistema da seguinte maneira (NORMA INTERNACIONAL, 2011):

*“Limites: limites físicos ou de local e/ou limites organizacionais tais e como os define a organização”.*

*“Alcance: extensão de atividades, instalações e decisões cobertas pela organização mediante o SGen, que pode incluir vários limites”.*

Dado que um sistema de gestão da energia estuda a distribuição energética entre as diferentes instalações e equipamentos da organização, o sistema de gestão pode ajustar-se a todas ou a parte das instalações e aos equipamentos que a organização considere de interesse para o análise. Algo parecido ocorre com os sistemas de gestão de qualidade, nos que a organização pode selecionar os processos produtivos objeto do sistema, não sendo necessário aplica-lo a todos os existentes. A definição do limite e alcance do sistema é uma atividade mais parecida à realizada para um sistema de gestão de qualidade que para um de gestão ambiental (FERNANDO; PINTO, 2011).

### 2.9.3 Revisão Energética.

*“Revisão Energética: determinação do desempenho energético da organização baseada em dados e outro tipo de informação, orientada à identificação de oportunidades de melhora”.* (ABNT, 2012)

Assim, pois, uma revisão energética deve contemplar:

- A estrutura de uso e consumo da energia baseando-se em medições e outro tipo de dado, pelo que resultam essenciais identificar as fontes de energia atuais, assim como examinar usos e consumos passados e presentes da energia.
- A identificação das áreas de uso significativo de energia, é dizer:
  - ✓ Identificar instalações, equipamentos, sistemas, processos e pessoas que trabalhem para ou em nome da organização que afetem significativamente ao uso e consumo da energia.
  - ✓ Identificar outras variáveis pertinentes que afetem aos usos significativos da energia

- ✓ Determinar o desempenho energético atual das instalações, equipamentos, sistemas e processos relacionados com o uso significativo da energia
- ✓ Estimar o uso e consumo futuros da energia.
- A identificação, priorização e registro de oportunidades para melhorar o desempenho energético. As oportunidades podem ter relação com fontes potenciais de energia, a utilização de energias renováveis ou outras fontes de energia alternativa.

#### **2.9.4 Linha Base.**

*“Linha base: referência quantitativa que proporciona a base de comparação do desempenho energético”.* (NORMA INTERNACIONAL, 2011)

Assim uma organização deve estabelecer um (as) linha (as) de base energética utilizando a informação da revisão energética inicial e considerando um período para a recollecção de dados adequados ao uso e ao consumo de energia da organização. As mudanças no desempenho energético devem determinar-se em relação à linha base energéticas.

Devem realizar-se ajustes em a(s) linha (s) de base quando uma ou mais das seguintes situações se apresentem:

- Os indicadores energéticos já não refletem o uso e consumo da energia da organização.
- Se tem realizado muitas mudanças importantes nos processos, padrões de operação, ou sistemas de energia.

#### **2.10 Ferramentas para a análise dos dados.**

A implementação destas ferramentas segue o princípio de Pareto, por tanto estas ferramentas permitem localizar e identificar as áreas e equipamentos que mais impactam no consumo energético de qualquer instituição.

As ferramentas básicas fundamentais são as seguintes:

- Gráfico de controle.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de dispersão.

### 2.10.1 Gráfico de controle.

Os gráficos de controle são diagramas lineares que permitem observar o comportamento de uma variável em função de certos limites estabelecidos. Geralmente se usam como instrumento de autocontrole pelos círculos e grupos de qualidade e resultam muito úteis como apoio aos diagramas causa efeito, quando logramos aplica-los a cada fase do processo e detectar em qual fase se podem ter melhoras.

Sua importância consiste em que a maior parte dos processos produtivos tem um comportamento denominado normal, é dizer existe um valor médio M do parâmetro de saída muito provável de obter. A medida que nos afastamos de este valor médio a probabilidade de aparição de outros valores de este parâmetro cai bruscamente, si não aparecem causas externas que alterem o processo, até ficar praticamente zero para desvios superiores a três vezes ao desvio padrão do valor médio (CAMPOS, JUAN CARLOS AVELLA, 2003).

Para isso só precisamos estabelecer o valor médio x do parâmetro de controle e o valor permitido de seu desvio (2S, 3S ou menor, em dependência das exigências do setor) e através de uma gráfica de controle ou uma folha de verificação comparar os valores que vamos obtendo com os estabelecidos (CAMPOS, JUAN CARLOS AVELLA, 2003).

O estabelecimento de X e o intervalo de desvio se efetua com um grande número de medições N (nunca inferior a 50) do processo dado em condições estáveis de operação, os valores de X e S são determinados pelas relações seguintes:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i/n \quad (2.1)$$

$X_i$  – parâmetro de controle na qualidade.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

O gráfico de controle se obtém dos valores reais do parâmetro de controle obtidos no tempo sobre o valor médio e suas fronteiras de desvio, como se observa na Figura 2.9.

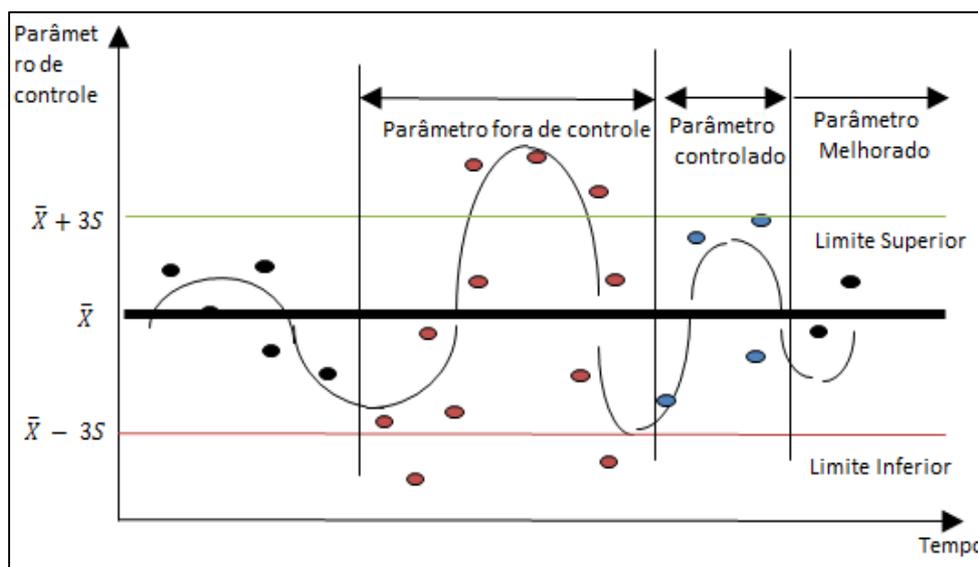


Figura 2.9: Gráfico de controle

Os processos de produção ou consumo de energia pelo geral são processos estacionários no tempo e com parâmetros de controle mensuráveis que se ajustam a um comportamento normal, por esta razão os gráficos são muito úteis para avaliar o comportamento dos consumos, eficiências, índices de consumo e outros indicadores, estabelecendo polícias energéticas em todas as etapas possíveis do processo ou serviço (CAMPOS, JUAN CARLOS AVELLA, 2003).

### 2.10.2 Diagrama de Pareto.

É um gráfico em forma de barras que classifica, de forma descendente, fatores que se analisam em função de sua frequência, importância absoluta ou relativa. Adicionalmente permite observar em forma acumulada a incidência total do fator de estudo.

É inspirado no princípio conhecido lei 80-20, que reconhece que nos processos há uns poucos elementos ou causas realmente importantes (20%) que geram a maior parte do efeito (80%) (Figura 2.10). Em outras palavras, do total dos problemas que causam a baixa ou não desejada eficiência energética de uma instituição, só uns quantos deles afetam de forma vital seu consumo; e do total de causas de um problema, só poucas delas são determinantes de grande parte do mesmo (CAMPOS, JUAN CARLOS AVELLA, 2003).

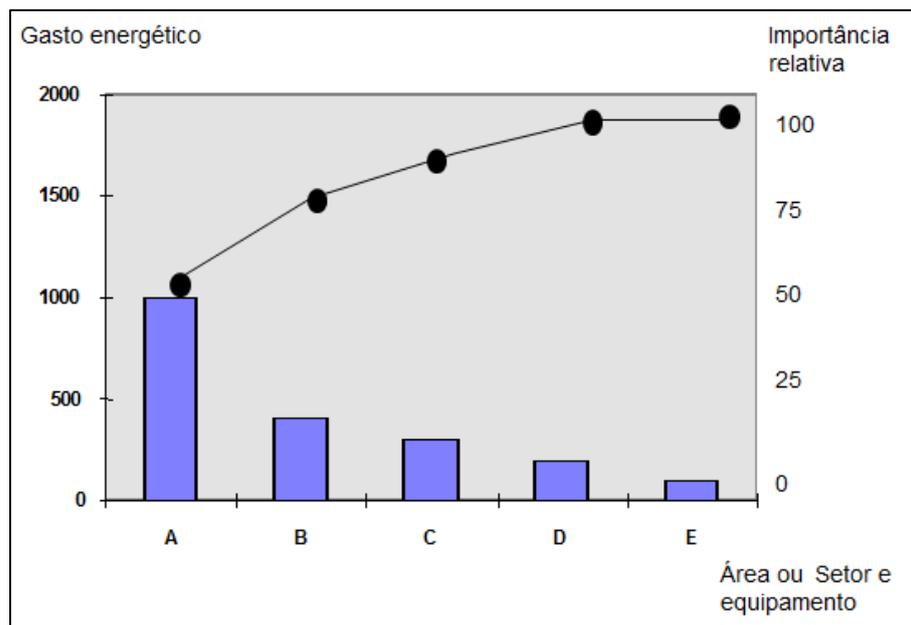


Figura 2.10: Diagrama de Pareto.

### 2.10.3 Diagrama de dispersão.

Este diagrama permite observar a relação que existe entre uma suposta causa e um efeito. Por exemplo, durante a análise do consumo de energia elétrica em instalações hoteleiras considerou-se a hipótese de que a percentagem de ocupação de suas habitações é um fator que influencia diretamente o nível de consumo. A Figura 2.11 mostra o diagrama de dispersão dos dois fatores (CAMPOS, JUAN CARLOS AVELLA, 2003).

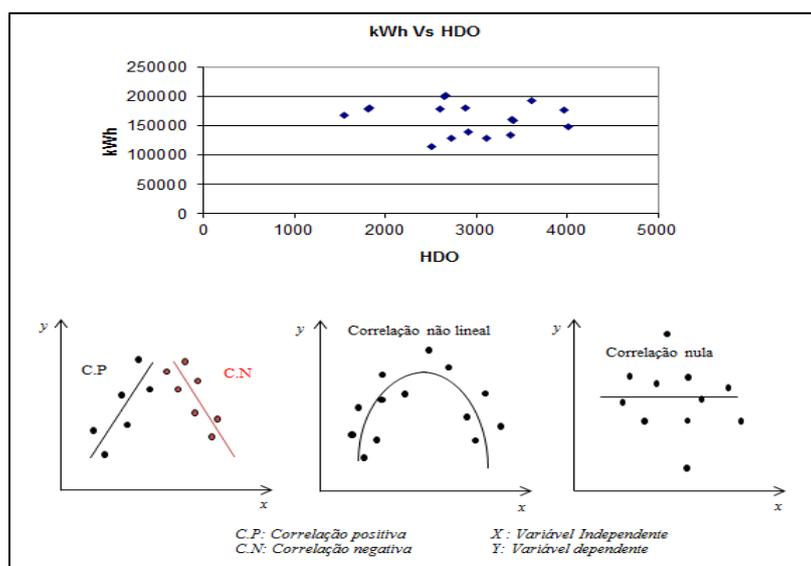


Figura 2.11: Diagrama de Dispersão

No diagrama de dispersão da Fig.2.9 observa-se que a valores similares de percentagem de ocupação correspondem diferentes valores de consumo de eletricidade do hotel. Isto que parece ser uma contradição, estatisticamente não é, pois o consumo de eletricidade é uma variável aleatória que se têm correlacionado apenas com um fator. Existem outros fatores no hotel como são: época do ano (inverno ou verão), tipo de turismo (de trânsito ou estacionário), hábitos dos turistas (consumo de água quente), etc. que fazem que os níveis ocupacionais similares do hotel possam demandar diferentes consumos de combustíveis (CAMPOS, JUAN CARLOS AVELLA, 2003).

O gráfico de dispersão nos indica, porém, que há uma tendência de que os valores correspondentes a um alto nível ocupacional estão associados com altos níveis de consumo. É ainda de notar que os pontos deste exemplo configuram uma linha reta pelo que pode existir uma relação de tipo lineal entre as duas variáveis com uma inclinação baixa.

## **CAPÍTULO 3. ORIENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MGEN-IES.**

No presente trabalho procura-se obter uma ferramenta para o monitoramento e controle, seja, diário e/ou mensal, do consumo da energia elétrica em instituições de educação superior – IES, mediante análises estatísticas dos dados coletados de auditorias (faturamento, medições, etc.) na universidade; que permita a identificação específica de períodos, áreas e equipamentos que influenciam diretamente o aumento do consumo de uma IES.

### **3.1 ORIENTAÇÃO METODOLÓGICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO MGEN-IES:**

A metodologia é baseada nos requerimentos fundamentais da norma ISO 50001 (ACHEE, 2012). A metodologia utilizada é resumida na Fig. 3.1, onde são apresentadas as quatro etapas básicas que se devem desenvolver para a sua correta implantação. Estas, por sua vez, estão compostas por atividades que devem ser desenvolvidas durante sua aplicação para assim garantir o bom funcionamento do modelo.

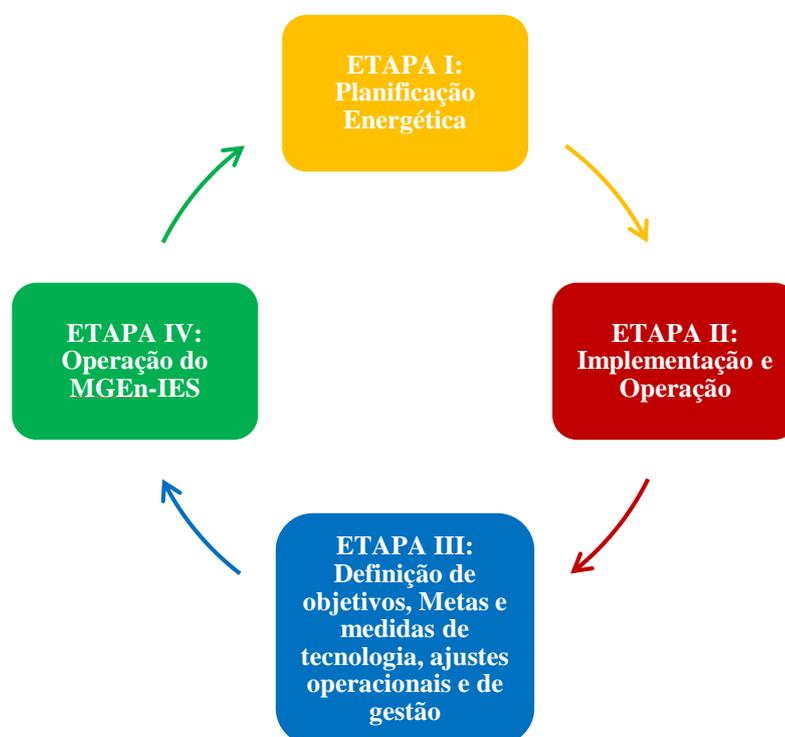


Figura 3.1: Modelo de gestão energética para instituições de educação superior “MGEN-IES”

O MGEN-IES pode-se aplicar a qualquer um Instituto de Educação Superior (IES), independentemente do nível de desenvolvimento em gestão energética em que este se encontre, e permite - mediante um processo de melhora continua dos hábitos, tecnologias e procedimentos - alcançar tanto o mínimo consumo energético, quanto o mínimo custo de energia possível. O objetivo final é que o instituto alcance uma cultura energética ambiental que se verifique no incremento da competitividade e a redução do impacto ambiental em uma visão de desenvolvimento energético sustentável.

As etapas e suas respectivas atividades são a seguintes:

- **Etapa I:** Planificação energética do IES.
  - **Atividade A:** Revisão Energética do IES.
  - **Atividade C:** Identificação das Variáveis que impacta o consumo energético do IES.
  - **Atividade D:** Definição da Linha base geral do IES.
- **Etapa II:** Implementação e Operação no IES.
  - **Atividade E:** Identificação dos prédios de maior desperdício energético.
  - **Atividade F:** Identificação e classificação das áreas e equipamentos que compõem as edificações contidas no IES.
  - **Atividade G:** Diagnóstico energético dos prédios que maior incidência tem no consumo energético do IES.
  - **Atividade H:** Identificação das áreas e equipamentos de maior desperdício energético por prédio analisado.
- **Etapa III:** Definição de objetivos, metas e medidas de tecnológicas, ajuste operacional e de gestão (operacional e/ou organizacional).
  - **Atividade I:** Definição das medidas de boas práticas e investimento tecnológico.
  - **Atividade J:** Viabilidade Econômica das Medidas de Investimento Tecnológico.
  - **Atividade K:** Benefícios ambientais das medidas de E.E.
  - **Atividade L:** Elaboração do Relatório.
- **Etapa IV:** Operação do MGEN-IES.
  - **Atividade M:** Implementação das ações de B.P e I.T propostas.
  - **Atividade N:** Capacitação do pessoal.
  - **Atividade O:** Seguimento e monitoramento dos IDEn.
  - **Atividade P:** Revisão e Verificação pela prefeitura do IES.

No fluxograma apresentado na Figura 3.2 se apresenta a sequência lógica que se deve percorrer para obter os melhores resultados possíveis.

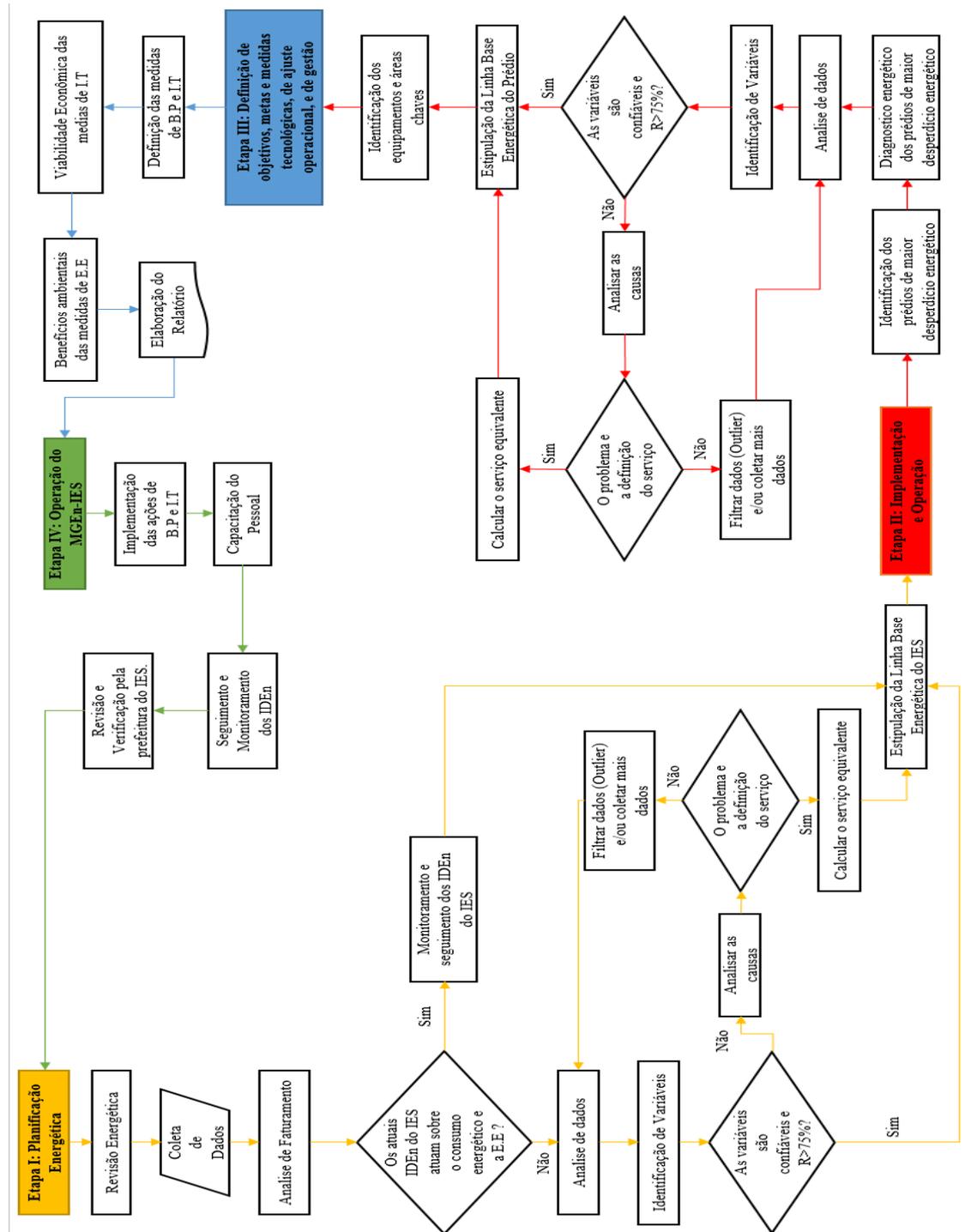


Figura 3.2: Fluxograma para a implantação do MGEN-IES.

A continuação se explicará detalhadamente em que consiste cada etapa e quais são os requerimentos e ferramentas que cada uma precisa para ser desenvolvida corretamente.

### **3.1.1 Etapa I: Planificação energética dos IES.**

Nesta etapa se identifica o estado e comportamento energético atual do IES, tal identificação consiste na aplicação de ferramentas estatísticas para assim estabelecer os potenciais globais de redução dos consumos energéticos e as metas energéticas baseadas nestes potenciais tais como: os impactos no meio ambiente e o rendimento energético.

#### **Atividade A: Revisão Energética.**

Nesta atividade se procede à identificação do estado atual da IES quanto à administração e uso eficiente da energia; ou seja, isto quer dizer que se tem que conhecer o desempenho energético da organização do IES.

Assim uma revisão energética deve tentar incluir todos os pontos seguintes:

- i. Características gerais da IES.
- ii. Análise da estrutura organizacional da IES, para identificar e localizar os entes e/ou organizações encarregadas da gestão energética.
- iii. Análise da situação energética desde o ponto de vista técnico, ou seja, análise do consumo energético baseados em medições e outros tipos de dados.
- iv. Identificação e análise dos atuais indicadores de desempenho energético utilizados no IES.

As ferramentas que se devem de aplicar são as seguintes:

- Organograma da IES.
- Enquete qualitativa.
- Análise de planos arquitetónicos (Distribuição e quantidade de edificações existentes no IES).
- Análise de faturamento energético do IES.
- Gráficos de tendência.

#### **Atividade B: Identificação das Variáveis.**

Em função da análise obtida na atividade anterior procede-se nesta atividade à identificação de variáveis que afetem direta e indiretamente o consumo energético do IES.

#### **Atividade C: Definição da Linha base energética do IES.**

Nesta atividade se define pelos métodos estatísticos a linha base energética da IES, a qual representa o comportamento energético atual do IES e teremos um ponto de partida

de referência, além disso em função da linha base obteremos oportunidades de melhora, com a qual se estabeleceram os potenciais existentes de redução do consumo energético da IES.

Ferramenta que se requerem nesta atividade:

- Levantamento de dados,
- Filtrado de *outlier* (dados anômalos),
- Diagrama E (energia) vs P (produção) e/ou produto equivalente.

### **3.1.2 Etapa II: Implementação e operação.**

Depois de se ter uma concepção geral do estado energético atual do IES, procede-se à identificação e classificação das edificações, áreas e equipamentos que mais impactam no consumo energético da IES, ou seja, ter conhecimento específico de como é o uso específico da energia nas áreas e equipamentos que compõem um IES.

#### **Atividade D: Identificação dos prédios de maior desperdício energético.**

Nesta atividade se procede a identificação dos prédios que maior impactam no consumo energético do campus, ou seja, localizar quais são os prédios de maior desperdício energético.

A ferramentas utilizadas são:

- ✓ Levantamento de dados da medição do consumo energético do IES.
- ✓ Diagrama de Pareto.

#### **Atividade E: Identificação e classificação das áreas e equipamentos que compõem as diversas edificações do IES.**

Nesta atividade se classifica e identifica as áreas e equipamentos que podem-se encontrar nos distintos tipos de edificações que compõe uma IES.

As ferramentas utilizadas são:

- ✓ Levantamento de dados (planta arquitetônica das edificações em estudo).
- ✓ Levantamento de dados dos tipos de equipamentos.

#### **Atividade F: Identificação das áreas e equipamentos chaves.**

Nesta atividade se procede a realizar um censo de carga dos equipamentos e áreas-chaves de maior desperdício energético existentes em cada edificação estudada, para assim determinar, identificar e analisar, quais são o 20% das áreas e/ou equipamentos que afetam o 80% do consumo da edificação.

A ferramenta utilizada é:

- ✓ Levantamento da carga instalada por área e equipamento.
- ✓ Diagrama de Pareto.

### **Atividade G: Diagnóstico energético das edificações que mais impactam no consumo do IES.**

Realiza-se um diagnóstico energético em cada edificação, onde se determinam as necessidades de medição, determinando os seguintes dados: gráfico de correlação, identificação da linha base da edificação, gráficos de tendência para o monitoramento das gráficas de base 100.

A caracterização permite: validar os indicadores ou definir novos indicadores nas edificações da IES, estipular metas realizáveis, estipulação de gráficos de tendência base 100 em cada área das edificações que compõem a IES.

As ferramentas aplicadas são:

- Diagnóstico energético,
- Filtragem de *outlier*,
- Diagrama E (energia) vs P (produção) e/ou produto equivalente.
- Índice de consumo vs serviço equivalente e
- Diagrama CUSUM.

### **3.1.3 Etapa III: Definição de objetivos, metas e medidas de ajuste operacional e de gestão.**

A terceira etapa tem como objetivo, mediante a operacionalização do MGen-IES, determinar e classificar os tipos de melhorias tecnológica, sejam de zero ou baixo investimento, e a elaboração de medidas de gestão organizacional para a eficiência energética.

Ou seja, nesta atividade devem-se realizar valorações técnicas, econômicas e ambientais de medidas de uso eficiente da energia a curto, mediano e longo prazo.

Estas medidas podem-se classificar-se da seguinte forma:

- Sem mudança de tecnologia.
- Com mudança de tecnologia.

Igualmente recomenda-se desenhar e utilizar programas em eficiência energética que estimulem a geração contínua de ideias e projetos de inovação. Aproveitando a experiência do recurso humano das diferentes áreas das instituições de educação superior, o qual seu foco seja a eficiência energética, por exemplo: a área da elétrica, da mecânica e demais.

#### **Atividade H: Definição das medidas de B.P e I.T.**

Nesta seção se definem e propõem as medidas de eficiência energética, com as quais se podem obter reduções de baixo e zero investimento no consumo do IES.

#### **Atividade I: Viabilidade econômica das medidas de I.T.**

Calcula-se e analisa-se pelos métodos tradicionais (VPL, Payback e TIR), a viabilidade econômica que se pode teoricamente obter com a implantação das medidas de I.T.

#### **Atividade J: Benefícios ambientais das medidas de E.E.**

Nesta atividade avalia-se o impacto ambiental que teriam os IES com a implementação de uma ou as duas medidas de E.E que se propõe neste modelo.

#### **Atividade K: Elaboração do relatório.**

Elabora-se o documento onde se consigna os procedimentos, registros e resultados obtido através da implementação da metodologia aqui citada.

### **3.1.4 Etapa V: Operação do MGen-IES.**

Nesta etapa se procura assegurar a melhora contínua da gestão energética e avaliar o desenvolvimento da cultura pela eficiência energética, para manter o interesse e compromisso dos níveis estratégicos, táticos e operativos da IES.

### **Atividade L: Implementação das ações de B.P e I.T.**

A equipe responsável da gestão energética do IES deve avaliar os resultados obtidos pela implementação das medias de E.E, ou seja observa o comportamento do consumo e verificar a mudança do perfil energético do IES.

### **Atividade M: Capacitação do Pessoal.**

Esta atividade consiste em realizar as tarefas relacionadas com a capacitação do pessoal em relação ao MGEN-IES, estas são:

- Identificar a pessoal chave do IES para implementar o uso racional da energia, assim como também identificar as competências que devem ter dito pessoal.
- Realizar um plano de estimulação e preparação do pessoal.
- Realizar um plano de avaliação das competências e da estimulação do pessoal.
- Treinar a pessoal em bons práticas de operação e manutenção.
- Treinar pessoal para compreensão e administração do MGEN-IES.
- Treinar pessoal para o autodiagnostico e manutenção dirigido à E.E dos equipamentos chaves.

A norma ISO 50001 indica claramente que é de grande relevância que as pessoas envolvidas na implementação devem ter habilidades, competências, treinamento e/ou experiência para o desenvolvimento de cada uma das atividades aqui explicadas.

### **Atividade N: Seguimento e monitoramento dos IDEN.**

Os indicadores de gestão energéticos definidos em etapas anteriores devem ser monitorados constantemente e divulgados em todos os níveis do IES; para assim criar e fortalecer a cultura energética do IES.

### **Atividade O: Revisão e Verificação pela prefeitura do IES.**

A alta direção da IES deve realizar uma verificação dos avanços do MGEN-IES no campus, uma vez finalizada as atividades anteriores, devem-se planificar verificações periódicas de avaliação de resultados e em função da avaliação criar incentivos o qual motive ao pessoal envolvido e continuem realizando corretamente sua labor.

## **3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ.**

Como continuação procede-se a implantar a metodologia (anteriormente descrita) no estudo de caso da Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.

### **3.2.1 Planificação energética.**

#### **Atividade A: Revisão Energética.**

#### **Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI.**

A Universidade Federal de Itajubá “UNIFEI” encontra-se atualmente composta por duas sedes universitárias, localizadas em diferentes cidades do estado de Minas Gerais, estes são:

- i. Campus Universitário Professor José Rodrigues SEABRA (sede principal), Itajubá, MG.
- ii. Campus Universitário de Itabira, Itabira, MG.

O campus universitário Professor José Rodrigues SEABRA (Figura 3.3), se encontra localizado AV BPS, 1303, bairro Pinheirinho, com uma área total de 381.588m<sup>2</sup>, sendo 38.334m<sup>2</sup> de área construída coberta. A Universidade foi criada em 1913, reconhecida oficialmente pelo governo federal 05 de janeiro de 1917.



Figura 3.3: Campus professor José rodrigues SEABRA.

O Campus Universitário de Itabira (Figura 3.4) se encontra localizado na Rua Irmã Ivone Drummond 200 – Distrito industrial, tem aproximadamente uma área total de 604.000 m<sup>2</sup> junto ao distrito de industrial II da cidade, sendo quase 4 mil m<sup>2</sup> de área construída coberta atual e encontrasse em execução quase 10 mil m<sup>2</sup>, os quais abrigarão salas de aulas, laboratórios, biblioteca, restaurante, área de convivência, entre outros espaços.



Figura 3.4: Campus Itabira.

O foco deste trabalho estará no campus universitário Professor José Rodrigues SEABRA, já que ele representa uma maior área construída coberta em comparação ao campus Itabira.

A estrutura da UNIFEI é dividida em administrativa e acadêmica (Figura 3.5). A administrativa é composta pela reitoria, Pró-reitoria de administração (PRAD), Pró-reitoria de pesquisa e pós-graduação (PRPPG), Pró-reitoria de extensão (PROEX), Pró-reitoria de graduação (PRG) e órgãos suplementares. A estrutura acadêmica é composta por institutos, conforme especificados a seguir<sup>6</sup>: I. Instituto de física e química (IFQ), II. Instituto de sistemas elétricos e energia (ISEE), III. Instituto de recursos naturais (IRN), IV. Instituto de engenharia de produção e gestão (IEPG), V. instituto de engenharia de

<sup>6</sup> <http://www.unifei.edu.br/conselhos/organogramas>.

sistema e de tecnologias da informação (IESTI), VI. Instituto de engenharia mecânica (IEM); VII. Instituto de matemática e computação (IMC), todas estas se encontram localizada no campus Professor José Rodrigues SEABRA.

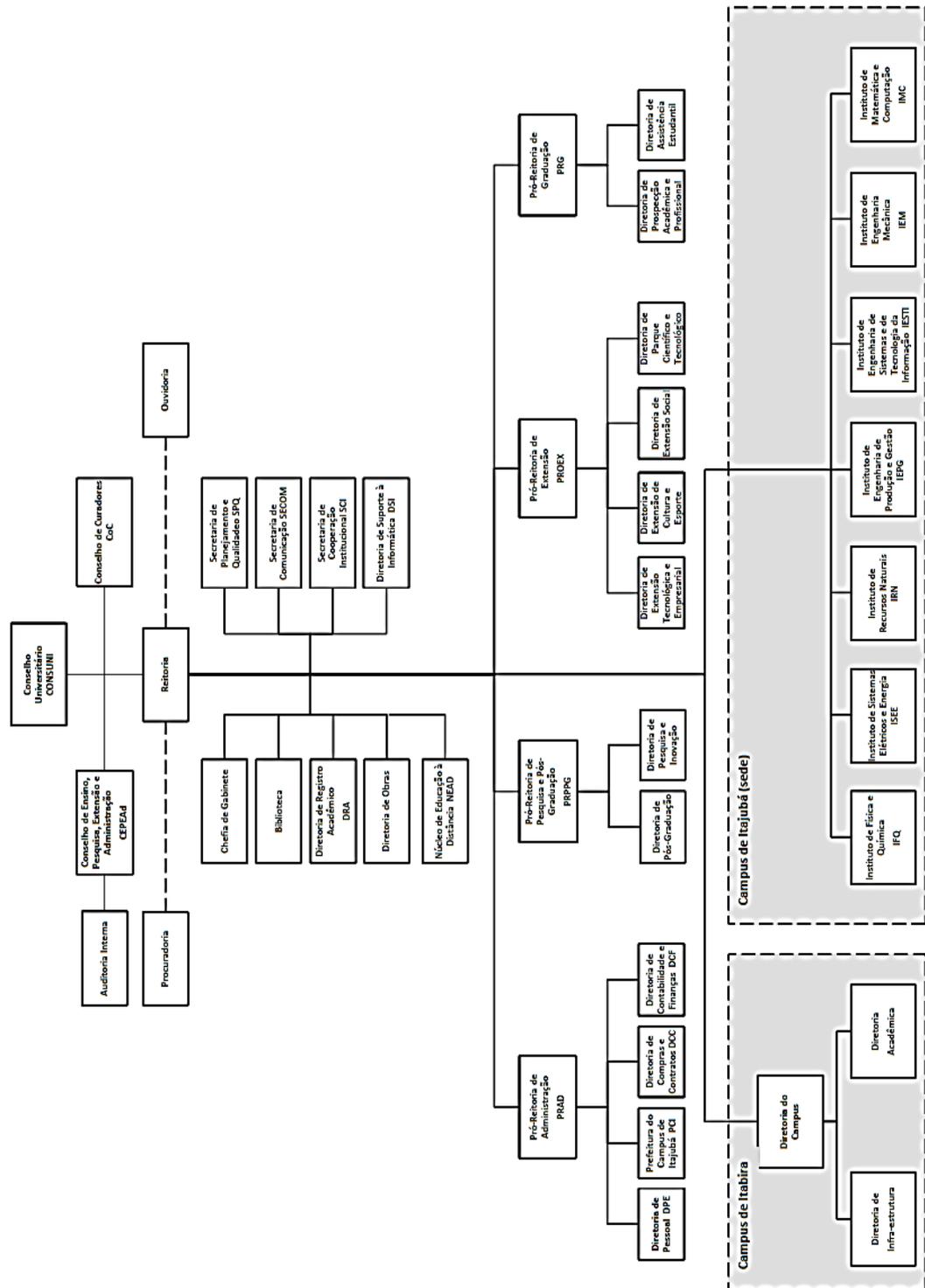


Figura 3.5: Organograma da UNIFEI.

Atualmente o campus encontra-se formado por vinte e dois (22) prédios em funcionamento e oito (8) em execução (Figura 3.6), os quais estão compostos por distintos tipos de espaços como, por exemplo, aulas, laboratórios, pesquisas, administrativas, entre outros.



Figura 3.6:Plano estrutural da UNIFEL.

O campus universitário Professor José Rodrigues SEABRA, torna-se mais complexo pelo crescimento da planta física, o aumento da demanda de consumo per capita por estudante, que no ano 2013 foi de 1497,5 MWh-ano/Estudante (Figura 3.7) e as diversas necessidades que implicam a expansão. De igual maneira todos os sistemas auxiliares necessários para seu adequado funcionamento também cresceram e assim tomam importância num grau crescente de dificuldade até o ponto que hoje é objeto de investigação, referindo-se à energia elétrica (uso, consumo e administração).

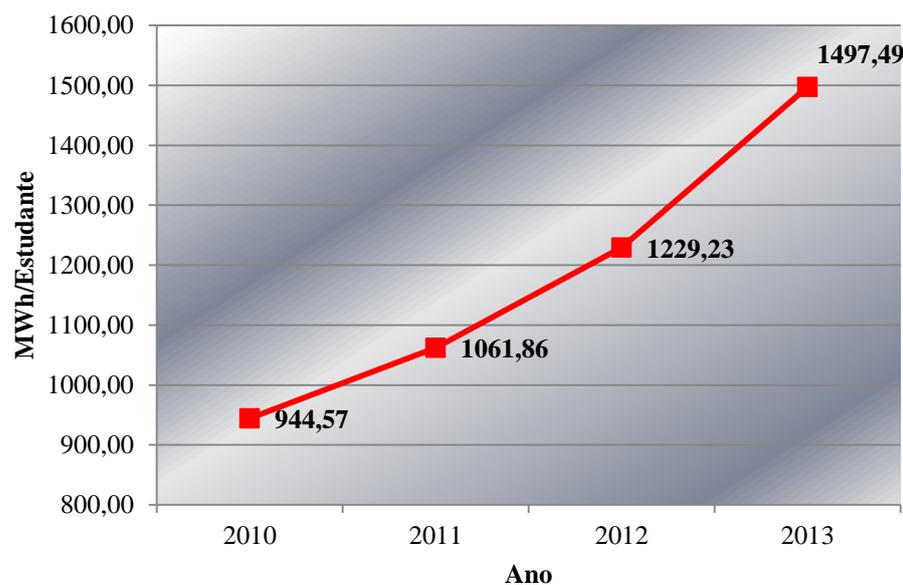


Figura 3.7: Consumo per capita por estudante ano (Períodos 2010 até 2013)

### **Características gerais da Localização do Campus da UNIFEI em Itajubá.**

O campus encontra-se localizado na cidade de Itajubá (Figura.3.8), situada na latitude sul - 22° 30' 30" e longitude oeste - 45° 27' 20", é uma cidade que faz parte do estado de Minas, tem uma altitude que varia de 845 m, na cota do rio Sapucaí a 1915 m na pedra de Santa Rita. Apresenta um relevo predominante montanhoso, com superfície montanhosa de 78%, ondulada de 12% e plana de 10%.

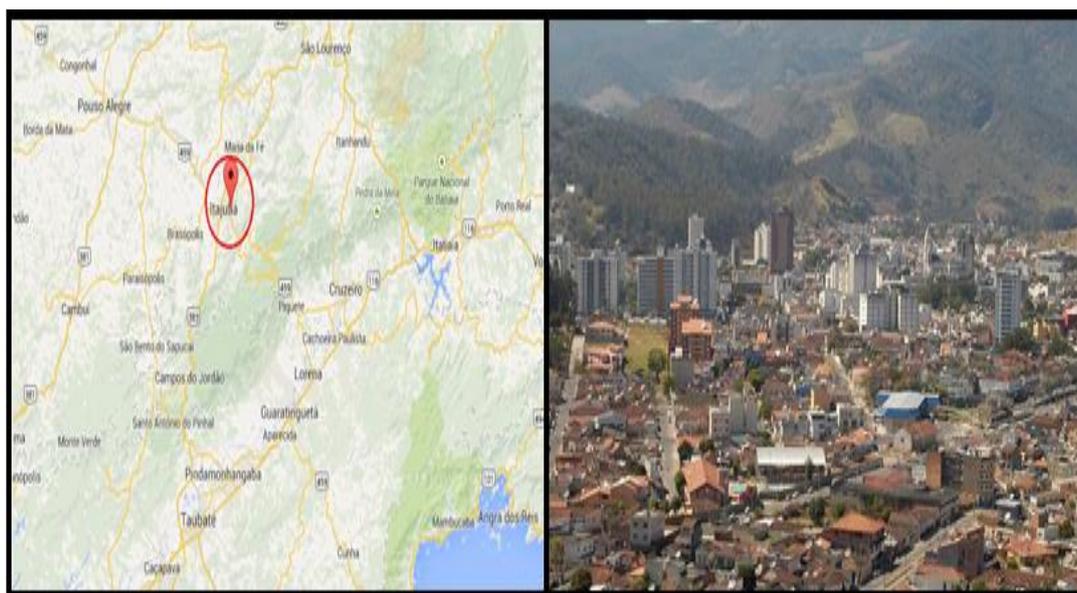


Figura 3.8: Itajubá, MG.

Itajubá está situada nos limites das regiões de clima temperado, sob influência da elevada altitude da região com oscilações bruscas de temperatura e predominância de ventos NE. A precipitação pluviométrica média anual é de 1409,5 milímetros ao ano, chegando ao maior nível nos meses de dezembro e janeiro.

#### **Análise de consumo Elétrico.**

Os dados de consumo de energia elétrica (ativa e reativa) da Universidade Federal de Itajubá, campus Professor José Rodrigues SEABRA foi fornecido pelo setor de contabilidade (PRAD), através de seu processo de faturação. Para a presente análise se tomaram os dados históricos dos quatro (4) últimos anos (2010-11-12-13).

Na figura 3.9 a linha central corresponde à média dos consumos mensais de energia elétrica e a linha superior e inferior são os limites de controle determinados da forma seguinte:

**LCS:** limite de controle superior

$$\text{LCS} = \text{MÉDIA} + (3 * \text{DESVIO PADRÃO})$$

**MÉDIA:** Média aritmética dos consumos energéticos.

**LCI:** Limite de controle inferior

$$\text{LCI} = \text{MÉDIA} - (3 * \text{DESVIO PADRÃO})$$



A partir da informação obtida na Figura.3.9, é possível concluir o seguinte:

- A média dos consumos de energia elétrica mensal durante os quatro últimos anos foi de: 144,6 MWh/ano.
- O perfil de consumo elétrico do campus é de tendência crescente, isto é atribuído ao crescimento da planta física e porem ao crescimento do pessoal e dos equipamentos que se precisam para o desenvolvimento do serviço educacional.
- Pode-se observar que em todos os meses de janeiro (meses que correspondem ao período de férias) se registraram consumo elevados, isto é atribuído as diferentes atividades que são feitas no mês de natal e à iluminação instalada no campus.
- No mês de outubro no ano 2012 os consumos logram superar a linha media, já que entraram em operação total as novas edificações o que supõe um aumento da carga e consumo elétrico.
- No início de cada primer semestre se apresenta um incremento nos consumos de energia, mas logo vai descendo, isto é atribuído à mudança de temperatura que se apresenta neste período, já que a região possui dois estações climatológicas diferentes (verão e inverno), isto supõe um diferencial de temperatura entorno de 10 até 15 °C e proem a conexão e desconexão à rede elétrica dos equipamentos de acondicionamento de ar.
- Enquanto no segundo semestre também se apresenta um crescimento pela mudança de estação de inverno a primavera, esta última estação é a predominante neste período e por isto o perfil de consumo energético do segundo semestre quase sempre é crescente, já que se registras temperaturas medias de 27 °C e isto supõe a entrada de funcionamento dos equipamentos de acondicionamento de ar.
- O consumo médio do primeiro semestre é de 145 MWh/mês, enquanto o de segundo semestre é de 151 MWh/mês e o consumo do período de ferias é entorno de 141 MWh/mês.

#### **Tarifação elétrica atual (2013-14) do campus.**

A tarifa aplicada ao campus universitário Professor José Rodrigues SEABRA é o subgrupo **A4**, a qual pertence ao grupo de consumidores de tensão **2,4 a 25 KV**, que são os consumidores de alta tensão, como é o caso das indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais. O campus da UNIFEI entra neste grupo devido ao fato que ela é composta por um grande número de edificações (vinte e dois - 22), nas quais se

desenvolvem as diferentes atividades de serviço prestadas pelo estado. O fornecedor de energia elétrica é a empresa **CEMIG**.

A estrutura tarifária a que pertence o campus é **HORO-SAZONAL VERDE**, é uma modalidade tarifária que exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua uma demanda pretendida pelo consumidor (Demanda contratada), que no caso do campus foi de **650 kW** para o ano 2013. O faturamento de energia elétrica é composto da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora de ela), demanda e ultrapassagem.

A parcela de consumo é calculada através da expressão da **Eq 3.1** (CASTRILLON LOPES, 2002), observando-se nas tarifas, o período do ano:

$$P_{\text{consumo}} = \{ \text{Tarifa de consumo na ponta} \times \text{Consumo médio na ponta} \} + \{ \text{Tarifa de consumo fora de Ponta} \times \text{consumo medido fora de ponta} \} \quad (3.1)$$

No período seco (de maio a novembro) as tarifas de consumo na ponta e fora de ponta são mais caras que no período úmido.

A parcela de demanda é calculada pela **Eq 3.2** (CASTRILLON LOPES, 2002) multiplicando-se a tarifa pela demanda contratada ou pela demanda medida (a maior delas), caso esta não ultrapasse em mais de 10% a demanda contratada:

$$P_{\text{Demanda}} = \text{Tarifa Demanda} \times \text{Demanda contratada} \quad (3.2)$$

A tarifa de demanda é única, independente da hora do dia ou período do ano. A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de um 10% a demanda contratada. É calculada multiplicando-se a tarifa de ultrapassagem pelo valor média que supera a demanda contratada (**Equação 3.3** (CASTRILLON LOPES, 2002)):

$$P_{\text{Ultrapassagem}} = \text{Tarifa de Ultrapassagem} \times (\text{Demanda Média} - \text{Demanda Contratada}) \quad (3.3)$$

O campus universitário Professor José Rodrigues SEABRA, no ano 2010 tinha uma demanda contratada de **450 kW**, a qual abastecia todo o campus, mas devido à construção de novas edificações no ano 2011 a demanda contratada pelo campus aumentou a **650 kW** a qual ainda se mantém. Pelo fato de ainda estar em fase de crescimento sua planta física, é esperado um aumento na demanda contratada.

Também do análise feito do faturamento do campus do ano 2013, observou-se que o fator de carga (Fc) médio no ano para HFP foi de 0,40 e no H.P de 0,73, isso significa que no HFP a energia não está sendo consumida eficientemente já que a carga nesse período foi oscilante e não regular o que significou um aumento no preço dos faturamentos, enquanto que o Fc do H.P foi bom mas não ótimo (Fc ótimo para a tarifa verde é de 0,90).

#### **Atividade B: Identificação das Variáveis.**

O campus conta com um sistema de gerenciamento de energia (CCK), com o qual se faz acompanhamento do consumo elétrico. Na atualidade o campus conta com vinte (20) medidores onde se tem um medidor principal (CCK 6700) e dezenove (19) medidores CCK 4400M distribuídos em diferentes edificações dos quais algumas sete (7) encontram-se em funcionamento, estes estão distribuídos da seguinte forma:

- Bloco I (01-02): tem três medidores.
- Bloco C: tem um
- Bloco EXCEN: tem um
- Bloco INCIT: tem um (Na atualidade este prédio encontra-se inativo)
- Bloco G (Biblioteca): tem um.

Com este tipo de sistema se pode fazer o seguimento de indicadores globais tais como o fator de carga (Fc) e o fator de potência (FP), mais estes indicadores são muito genéricos e com os quais não se pode fazer um seguimento da gestão específico e metuculoso, ou seja são indicadores que atuam sobre o consumo em nível geral, não querendo dizer que estes indicadores não som bons, já que eles mostram de forma geral si a energia está sendo utilizada racionalmente e si existe possibilidades de melhoras. Mas não é específica e porem estes indicadores tem que trabalhar em complemento com outro(s) indicadores específico com os quais se possa identificar áreas e equipamentos de desperdício energético.

Pela análise realizada no consumo elétrico, em nível geral, uma instituição de educação superior não apresenta uma variável significativa que influencie o consumo, porque o número de estudantes permanece quase constante por semestre ou ano e não tem variações que afetem a tendência de consumo. Portanto, no tempo de ocupação acadêmica o consumo médio deveria ser constante, se existe uma variação por acima ou debaixo

deste consumo médio não se deve a uma variável significativa se não a variáveis operacionais e de estado técnico dos usos significativos da energia, mas em função do análise feito do consumo do campus se identifico uma variável independente não controlável como é a temperatura, já que nos meses quentes o consumo aumenta notavelmente e isto é pela entrada em funcionamento dos equipamentos de acondicionamento de ar.

### **Atividade C: Definição da Linha Base Energética do IES.**

Pelos fatos expostos nas anteriores secções se deve realizar uma análise por período acadêmico (semestre) e período de férias, já que os meses inativos tem-se um consumo médio de energia diferente aos ativos. No caso se tomaram os dados de períodos (data - mês) e consumo elétrico (C.E), para assim realizar gráficos de dispersão onde se correlacione o consumo por mês. Então pela explicação dada a linha base em nível geral do campus será feita aplicando o método estatístico de correlação para cada período analisado (semestre e ferias).

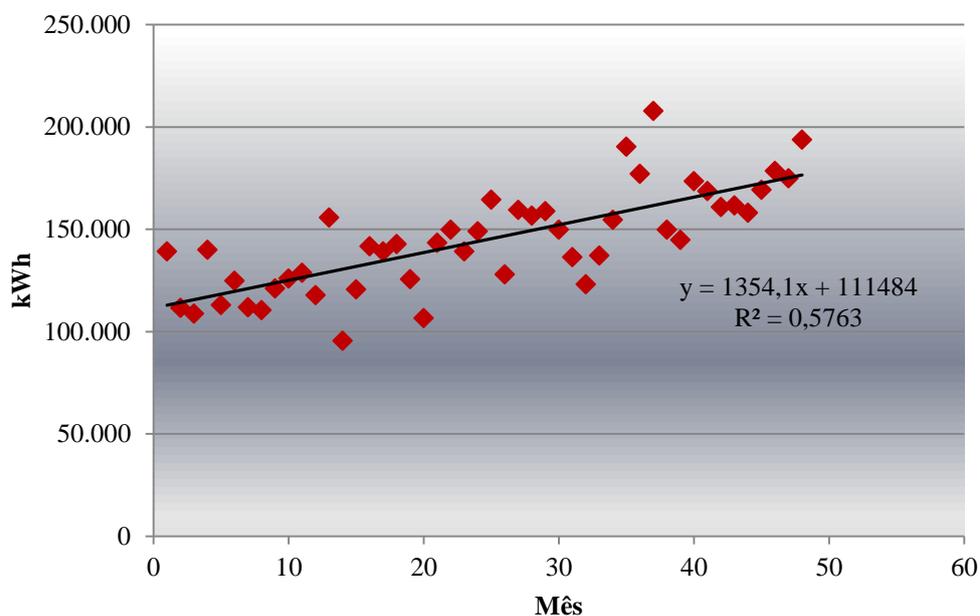


Figura 3.10: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade do campus da UNIFEI, no período estudado.

Na figura 3.10 é apresentado um gráfico de dispersão, na qual o consumo elétrico (kWh-mês) é localizado nas ordenadas e o tempo (meses) nas abcissas.

Tabela 3.1: Dados do consumo mensal do campus no período estudado.

<b>N (Serie)</b>	<b>Data (mês/ano)</b>	<b>C.E</b>
<b>1</b>	<b>Jan-10</b>	139.300
<b>2</b>	<b>Fev-10</b>	111.650
<b>3</b>	<b>Mar/10</b>	108.850
<b>4</b>	<b>Abr/10</b>	140.000
<b>5</b>	<b>Mai-10</b>	113.050
<b>6</b>	<b>jun/10</b>	124.950
<b>7</b>	<b>jul/10</b>	112.000
<b>8</b>	<b>ago/10</b>	110.600
<b>9</b>	<b>set/10</b>	121.100
<b>10</b>	<b>Otu-10</b>	126.000
<b>11</b>	<b>nov/10</b>	128.800
<b>12</b>	<b>Dez-10</b>	117.950
<b>13</b>	<b>Jan-11</b>	155.750
<b>14</b>	<b>Fev-11</b>	95.550
<b>15</b>	<b>mar/11</b>	120.750
<b>16</b>	<b>abr/11</b>	141.750
<b>17</b>	<b>Mai-11</b>	139.300
<b>18</b>	<b>jun/11</b>	142.800
<b>19</b>	<b>jul/11</b>	125.650
<b>20</b>	<b>ago/11</b>	106.750
<b>21</b>	<b>set/11</b>	143.500
<b>22</b>	<b>Otu-11</b>	149.800
<b>23</b>	<b>nov/11</b>	139.300
<b>24</b>	<b>Dez-11</b>	149.100
<b>25</b>	<b>Jan-12</b>	164.500
<b>26</b>	<b>Fev-12</b>	128.100
<b>27</b>	<b>mar/12</b>	159.600
<b>28</b>	<b>abr/12</b>	156.800
<b>29</b>	<b>Mai-12</b>	158.900
<b>30</b>	<b>jun/12</b>	149.800
<b>31</b>	<b>jul/12</b>	136.500
<b>32</b>	<b>ago/12</b>	123.200
<b>33</b>	<b>set/12</b>	137.200
<b>34</b>	<b>Otu-12</b>	154.700
<b>35</b>	<b>nov/12</b>	190.400
<b>36</b>	<b>Dez-12</b>	177.100
<b>37</b>	<b>Jan-13</b>	207.900
<b>38</b>	<b>Fev-13</b>	149.800
<b>39</b>	<b>Mar/13</b>	144.900
<b>40</b>	<b>abr/13</b>	173.600
<b>41</b>	<b>Mai-13</b>	168.700
<b>42</b>	<b>jun/13</b>	161.000
<b>43</b>	<b>jul/13</b>	161.700
<b>44</b>	<b>ago/13</b>	158.200
<b>45</b>	<b>set/13</b>	169.400
<b>46</b>	<b>Otu-13</b>	178.500
<b>47</b>	<b>nov/13</b>	175.000
<b>48</b>	<b>Dez-13</b>	193.900

Pode-se observar a equação obtida na Figura 3.11 e o valor do coeficiente de correlação  $R^2$  para o ajuste linear realizado aos consumos elétricos e o tempo transcorrido da universidade. Observa-se que o grau de correlação é fraco (57,6 %), pelo fato de que são analisados os períodos de férias e de aulas juntos o que nos leva a fazer uma análise separada destes períodos, os quais são apresentados nas Figuras. 3.11e 3.12.

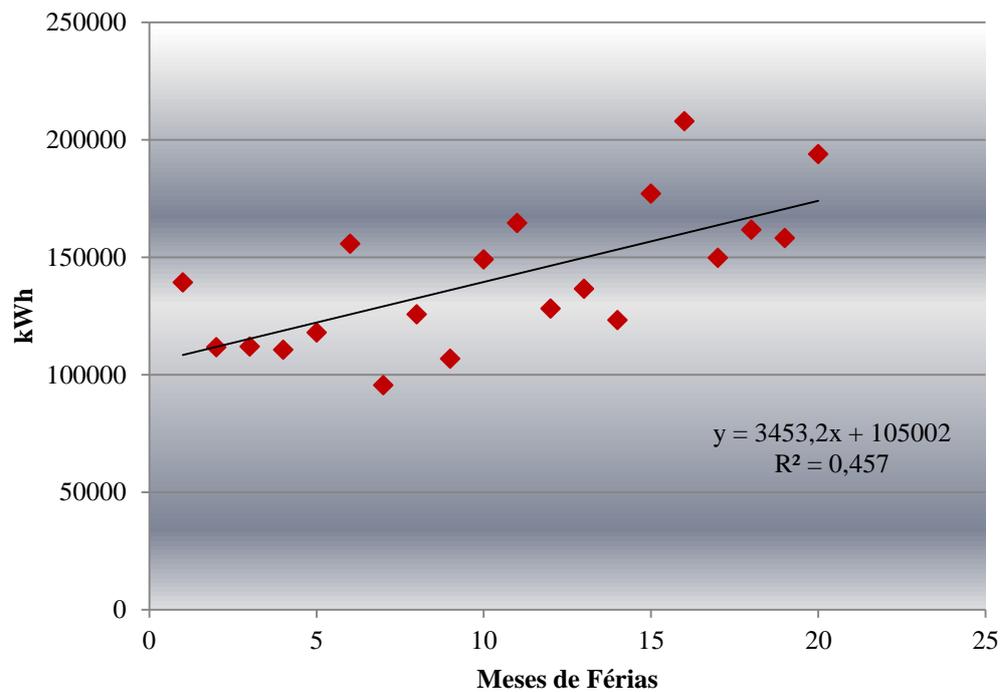


Figura 3.11: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade do campus da UNIFEI, nos meses de férias ou períodos inativos.

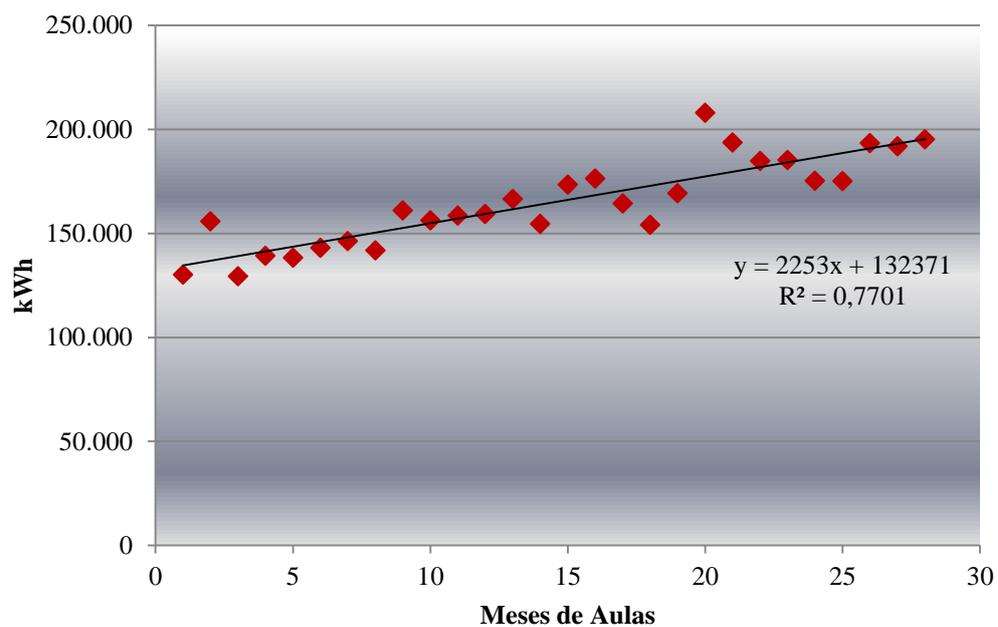


Figura 3.12: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade do campus da UNIFEI, nos meses de Aulas ou períodos ativos (1° e 2° semestre).

Tabela 3.2: Consumo do campus nos meses de férias ou períodos de inatividade.

N	Data	C.E
1	<b>Jan-10</b>	139.300
2	<b>Fev-10</b>	111.650
3	<b>jul/10</b>	112.000
4	<b>ago/10</b>	110.600
5	<b>Dez-10</b>	117.950
6	<b>Jan-11</b>	155.750
7	<b>Fev-11</b>	95.550
8	<b>jul/11</b>	125.650
9	<b>ago/11</b>	106.750
10	<b>Dez-11</b>	149.100
11	<b>Jan-12</b>	164.500
12	<b>Fev-12</b>	128.100
13	<b>jul/12</b>	136.500
14	<b>ago/12</b>	123.200
15	<b>Dez-12</b>	177.100
16	<b>Jan-13</b>	207.900
17	<b>Fev-13</b>	149.800
18	<b>jul/13</b>	161.700
19	<b>ago/13</b>	158.200
20	<b>Dez-13</b>	193.900

Tabela 3.3: Consumo do campus nos meses de aulas ou períodos ativos (1° e 2° semestre).

<b>N</b>	<b>Data</b>	<b>C.E</b>	<b>N</b>	<b>Data</b>	<b>C.E</b>
1	<b>Mar/10</b>	130.239	15	<b>mar/12</b>	173.530
2	<b>abr/10</b>	155.815	16	<b>abr/12</b>	176.341
3	<b>Mai-10</b>	129.445	17	<b>Mai-12</b>	164.342
4	<b>jun/10</b>	139.208	18	<b>jun/12</b>	154.181
5	<b>Set/10</b>	138.283	19	<b>set/12</b>	169.283
6	<b>Otu-10</b>	143.003	20	<b>Otu-12</b>	207.971
7	<b>nov/10</b>	146.293	21	<b>nov/12</b>	193.669
8	<b>Mar/11</b>	141.919	22	<b>mar/13</b>	184.783
9	<b>abr/11</b>	161.020	23	<b>abr/13</b>	185.253
10	<b>Mai-11</b>	156.340	24	<b>Mai-13</b>	175.268
11	<b>jun/11</b>	158.591	25	<b>jun/13</b>	175.213
12	<b>set/11</b>	159.394	26	<b>set/13</b>	193.345
13	<b>Otu-11</b>	166.530	27	<b>Otu-13</b>	191.960
14	<b>nov/11</b>	154.588	28	<b>nov/13</b>	195.302

Das figuras 3.11 e 3.12 obtêm-se os valores dos coeficientes de correlação para o ajuste linear realizado aos consumos elétricos e os períodos de atividade e inatividade da universidade. Pode-se observar que o  $R^2$  do período de atividades é maior que o período de inatividade, isto é devido à dispersão apresentada no período inativo o qual está afetado pela irregularidade de consumo elétrico devido ao mau uso das instalações neste período. Por tais fatos a análise aqui feito se concentrará só no período ativos ou de aulas. O valor  $R^2$  obtido de 0,77 quer dizer que a correlação é boa mais não confiável, já que a faixa ótima dos valores em mínimos quadrados é de 0,78 até 0,88 segundo (DRAPER; SMITH, 2013). Por tais fatos procedesse a realizar mais um análise.

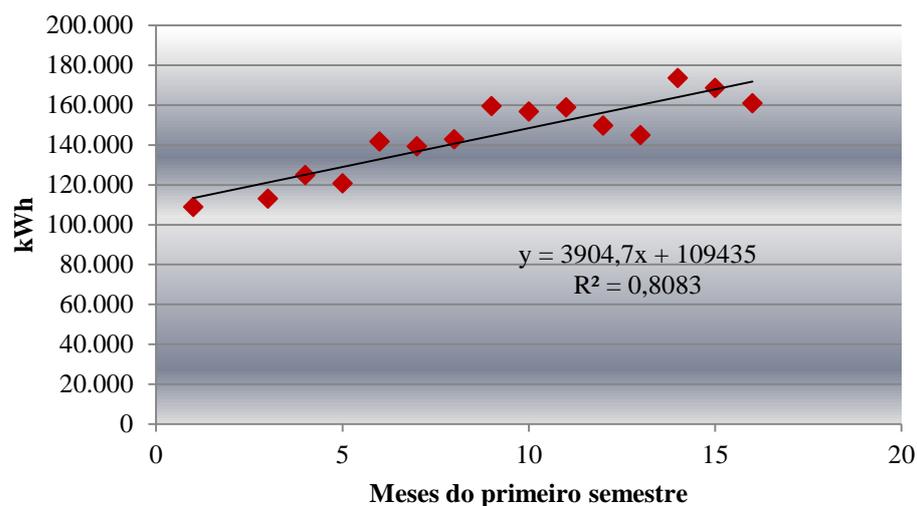


Figura 3.13: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade no campus da UNIFEI, nos meses correspondentes ao primeiro semestre.

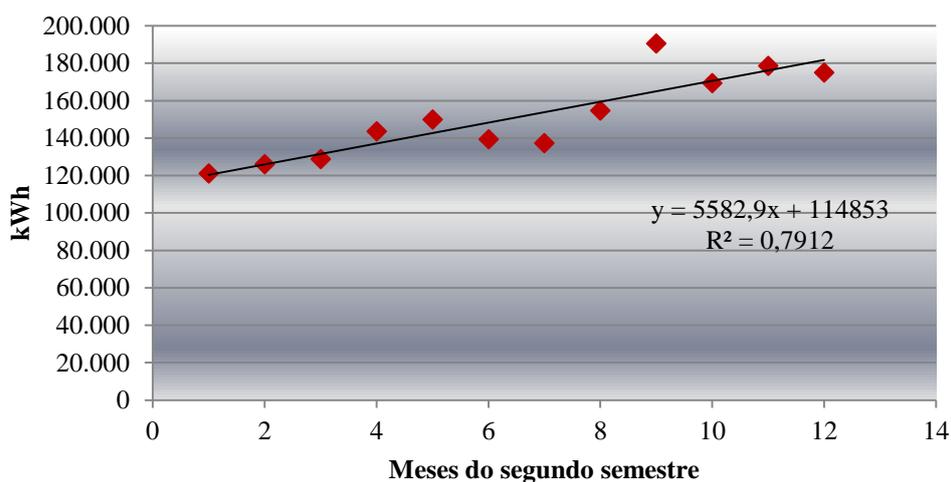


Figura 3.14: Diagrama de dispersão dos valores de consumo de eletricidade no campus da UNIFEI, nos meses correspondentes ao segundo semestre.

Ao realizar uma análise separada dos períodos semestrais (Figuras. 3.13 e 3.14), pode-se obter níveis de coeficientes de correlação maiores, isto é devido ao fato de existir comportamentos e perfis de uso diferente nos períodos acadêmicos. Assim o  $R^2$  para o primeiro semestre é de 0,80 e do segundo semestre é de 0,79, estes valores de correlação são confiáveis, pelo explicado no parágrafo anterior.

Tabela 3.4: Consumo do primeiro semestre

N	Data	kWh
1	mar/10	108.850
2	abr/10	155.815
3	Mai-10	113.050
4	jun/10	124.950
5	mar/11	120.750
6	abr/11	141.750
7	Mai-11	139.300
8	jun/11	142.800
9	mar/12	159.600
10	abr/12	156.800
11	Mai-12	158.900
12	jun/12	149.800
13	mar/13	144.900
14	abr/13	173.600
15	Mai-13	168.700
16	jun/13	161.000

Tabela 3.5: Consumo do segundo semestre

N	Data	kWh
1	set/10	121.100
2	Otu-10	126.000
3	nov/10	128.800
4	set/11	143.500
5	Otu-11	149.800
6	nov/11	139.300
7	set/12	137.200
8	Otu-12	154.700
9	nov/12	190.400
10	set/13	169.400
11	Otu-13	178.500
12	nov/13	175.000

### Linha Meta do IES.

Em base à análise feita na seção anterior procede-se à criação da linha meta, a qual é formada por todos aqueles pontos de comportamento eficiente (todos os pontos que se encontram abaixo da linha base Figuras 3.13 e 3.14).

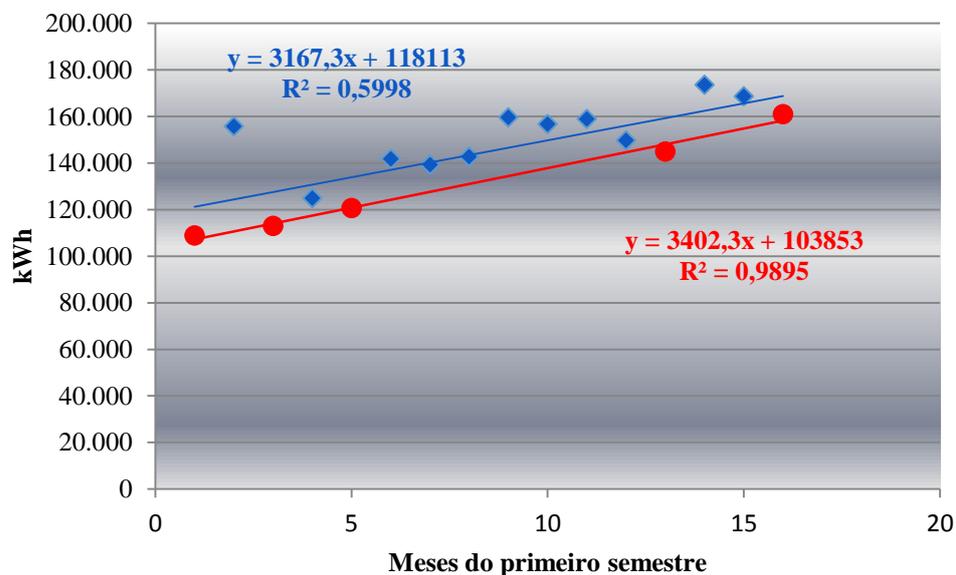


Figura 3.15: Linha base e meta no primeiro semestre

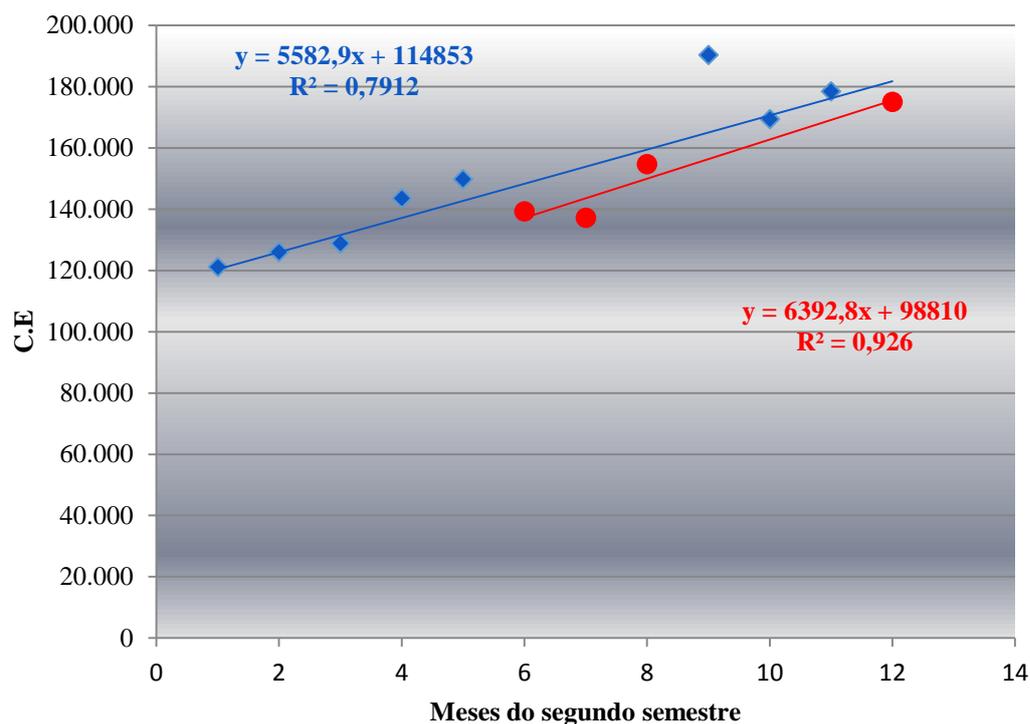


Figura 3.16: Linha base e meta no segundo semestre.

Nas Figuras 3.15 e 3.16 podem-se observar as linhas meta para o primeiro e segundo semestre respectivamente, da diferença entre as linhas base e meta podem-se obter potenciais de economia nos respectivos semestres, os quais estão na ordem de 14.260 kWh/mês e 16.043 kWh/mês respectivamente para o primeiro e segundo semestre.

### 3.2.2 Implementação e operação.

#### Atividade D: Identificação dos Prédios de maior desperdício energético.

Já que o campus da UNIFEI encontra-se composto por um grande número de edificações (22 em funcionamento e 8 em construção) se utiliza o diagrama de Pareto (Figura. 3.17) para fazer um análise e classificação das edificações que maior impactam no consumo geral do campus; o período analisar é o corresponde-te ao mês de março do ano 2013, pelo fato de ter registro dos dispositivos de medição de consumo em alguns prédios, como são os blocos I, G, L09 e C, além de ter o faturamento registrado pela Cemig nesse mês (faturamento geral do campus).

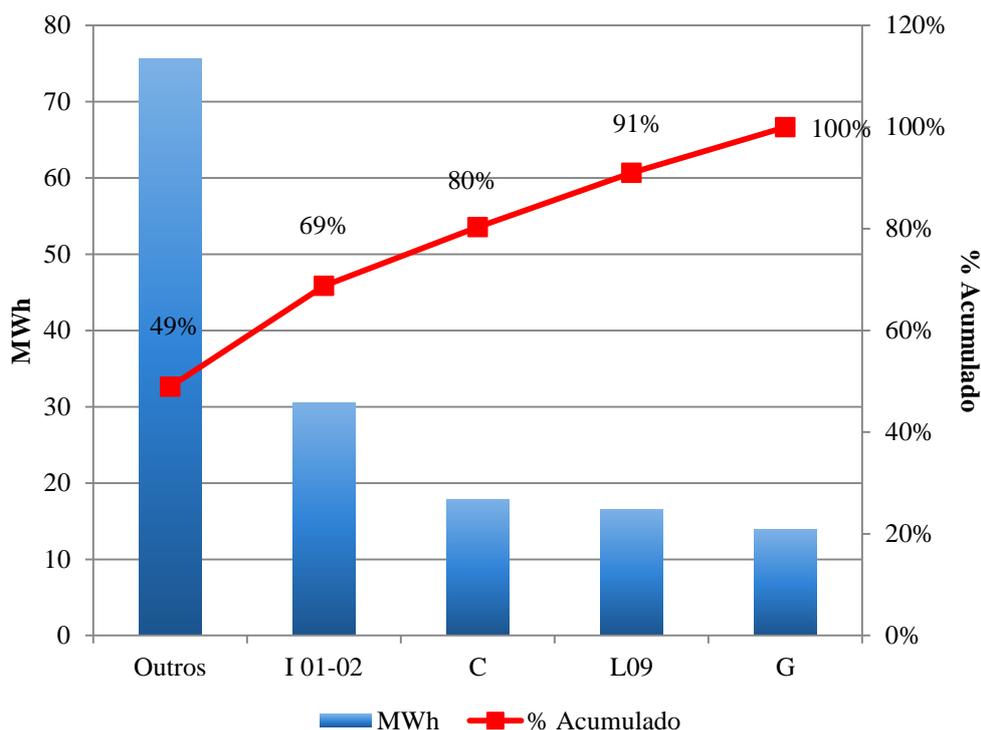


Figura 3.17: Identificação dos prédios de maior impacto no consumo energético.

Da figura 3.17 obtém-se que os prédios que mais impactam no consumo são os blocos I 01-02 e C; mais os blocos L09 e G são edificações que em sua maioria estão compostas por áreas de laboratórios (caracterização que analisaremos com detalhe mais para frente) e estes setores tem poucas alternativas de melhoras de gestão e tecnológica, além de apresentar diversos problemas nos contadores de consumo elétrico, os quais não permitiram uma análise. Por tais fatos, o estudo foi feito nos blocos I (01-02) e G. Para uma melhor análise energética foi feita uma caracterização dos seis (6) blocos, seguindo a metodologia explicada na seção anterior.

#### **Atividade E: Identificação e classificação das áreas e equipamentos que compõem as diversas edificações do IES.**

Para a realização desta análise foi necessária a tipificação das áreas e equipamentos que compõem as diferentes edificações, seguindo as recomendações oferecidas que aparecem na dissertação de mestrado (TORRES ACOSTA, 2009), para assim identificar e localizar as áreas de custos chaves. Em cada edificação realiza-se um inventario por área das fontes de consumo energético que albergam, para assim conhecer qual é a capacidade instalada e o uso que os estudantes e funcionários dão a eles. Em base a esse fato classificam-se da seguinte forma:

### **I. Análise dos espaços arquitetônicos:**

O trabalho que se realiza nesta seção está dirigido a identificar a tipologia de uso de cada espaço da edificação e as superfícies úteis do mesmo. Para esta abordagem metodológica não se levaram em conta as características construtivas dos espaços.

Os objetivos desta classificação são:

- Determinar os usos existentes da energia na edificação.
- Determinar as superfícies dos departamentos existentes na edificação.
- Caracterizar o uso da edificação.

Dentro da base de dados do campus da UNIFEI encontram-se todas as plantas arquitetônicas dos prédios que a compõem. A partir desses dados determina-se e classifica-se (Tab. 4.6) a superfície útil de cada tipo de área das diferentes edificações; além de isso se faz uma visita aos blocos, para verificar a informação obtida do análise dos planos.

### **I. Análise dos equipamentos:**

Refere-se a análise da potência nominal que tem cada um dos diferentes equipamentos existentes nos diferentes ambientes que se apresentam nos prédios em estudo, ou seja, nesta etapa faz-se uma contabilização física dos diferentes equipamentos de consumo energético existentes nos prédios, suportado no estudo de planos técnicos e as memórias de instalação.

Nos diferentes prédios estudados se identificarem diversos equipamentos que, por suas características e utilização no processo normal das atividades da universidade, têm um alto grau de representatividade no consumo elétrico do campus de Itajubá, por tais razões as cargas se dividirem em cinco grandes grupos conforme a Tab. 4.7.

Tabela 3.6: Classificação das áreas por tipo de uso.

<b>Grupo</b>	<b>Tipo de Espaço</b>	<b>Uso do Espaço</b>
<b>(A)</b>	Sala de Laboratórios	Espaços destinados ao trabalho que envolve um alto número de equipamentos de força, como motores, fornos, estufas, e outros equipamentos de laboratórios.
<b>(B)</b>	Sala de professores	São os espaços destinados ao trabalho dos professores.
<b>(C)</b>	Sala de Pesquisadores	Espaços destinados para o uso de estudantes mestrando e doutorandos.
<b>(D)</b>	Sala de Aulas	São os espaços para o desenvolvimento de classes teóricas, informáticas e áreas de desenho.
<b>(E)</b>	Sala de Técnicos	Espaço que contém equipamentos de computação de alta potência.
<b>(F)</b>	Sala de Secretárias	São os espaços destinados ao trabalho de secretárias
<b>(G)</b>	Escritórios	São os espaços destinados ao trabalho de pessoal administrativo.
<b>(H)</b>	Auditórios	São os espaços destinados para a apresentação de trabalhos, palestras e conferências.
<b>(I)</b>	Banheiros (WC)	Banheiros masculinos e femininos.
<b>(J)</b>	Circulação	Espaço destinado para a passagem dos usuários do prédio.
<b>(K)</b>	Comum	São os espaços destinados para o serviço do prédio: depósitos, quartos de lixo, cozinha, etc.
<b>(L)</b>	Sala de Biblioteca	Espaço destinado para o estudo de alunos e arquivo de documentos.

Tabela 3.7: Classificação dos equipamentos.

<b>Grupo</b>	<b>Tipo de Equipamento</b>	<b>Uso do Espaço</b>
<b>(E.L)</b>	Equipamentos de Laboratório.	Entendam-se como o conjunto de equipamentos elétricos e eletrônicos utilizados para o desenvolvimento das atividades regulares de pesquisas, aulas e trabalhos experimentais.
<b>(E.I)</b>	Equipamentos de Iluminação	São aqueles que fazem referência a todos os equipamentos e dispositivos que tenham como objetivo iluminar um espaço. Um denominador comum nos prédios estudados é a utilização de lâmpadas economizadoras, lâmpadas fluorescentes de tubo e balastros eletrônicos, na faixa de potência a nível global é de 32 W até 400 W
<b>(PC)</b>	Equipamentos de Computação	São o conjunto de dispositivos eletrônicos implementados para trabalhos de escritório, onde se identifico a mistura de telas de tipo CRT, LCD em sua grande parte e algumas com tela tipo LED, mas as CPU em sua grande parte são de processador baixo, estas são de diferentes tipos de marcas, devido a este fato agente pego uma carga média por equipamento de comuto a qual varia de 143 W até 233 W.
<b>(AC)</b>	Ar Condicionado	São o conjunto de equipamentos implementados para melhorar o ambiente do espaço de trabalho ou de estudo, foi identificada uma diversidade de aparelhos de tipo Split e janela de 7500 Btus até 60000 Btus, nas quais suas potências varia de 754 W até 5270 W.
<b>(E.V)</b>	Equipamentos Vários	Conjunto de dispositivos implementados para diversas funções. É muito amplo a listagem de pequenos fatores e aparelhos que tem um potencial de consumo energético a menor escala, mas para fins práticos da pesquisa, só se tenderam em conta àqueles aparelhos que tem uma potência nominal na faixa desde de 50 W até 1500 W

### **Atividade F: Identificação dos equipamentos e áreas chaves.**

Realiza-se a identificação das áreas e equipamentos chaves, para isto é necessário fazer um análise de cargas, a fim de determinar que áreas e equipamentos são os de maior demanda energética e assim controlar seus altos consumos.

De acordo com as análises de carga realiza-se um diagrama de Pareto, pelo qual é possível determinar 20% das áreas que consomem 80% da energia. Desta mesma forma, identificar qual é o 20% dos equipamentos que consomem 80% da energia.

Uma vez que são identificados os pontos de controle, é possível implementar ações que impactaram significativamente nos consumos e custos energéticos.

Os blocos estudados encontram-se distribuídos em diferentes setores do campus e ocupam diferentes áreas, a continuação se faz um resumo da caracterização feita nas edificações analisadas: o bloco I (01-02) alberga uma área construída de 6236,50 m<sup>2</sup> e tem uma área útil de 5085,63 m<sup>2</sup>, o bloco C (01-02) tem uma área construída de 4667,1 m<sup>2</sup> e área útil de 4369,47 m<sup>2</sup>, o bloco G tem área uma útil de 4965,68 m<sup>2</sup> e uma área construída de 5670 m<sup>2</sup> e o bloco L09 tem uma área útil 1478,62 m<sup>2</sup> e uma área construída 1479,25 m<sup>2</sup> respetivamente. Estes encontram-se compostos por diversos tipos de superfícies as quais albergam diferentes áreas em cada bloco (Tab. 4.8).

A demanda instalada em cada bloco encontra-se distribuída da seguinte maneira, o bloco I (01-02) tem 243,01 kWe, o bloco C (01-02) tem 260,90 kWe, o bloco G tem 179,92 kWe e o bloco L09 tem 132,05 kWe. Estes se encontram compostos diferentes tipos em de equipamento (Tab 4.9).

Tabela 3.8: Distribuição dos tipos de superfície nos blocos estudados.

Tipo de Espaço	Área útil por tipo de uso				Total de área por tipo de Espaço
	Bloco L09	Bloco C (01-02)	Bloco G	Bloco I (01-02)	
(A)	731,1	1.100,21	81	678,6377	2.590,95
(B)	235,66	844,14	-	684,9018	1.764,70
(C)	101,56	106	-	762,929	970,489
(D)	-	510,86	-	874,3552	1385,2152
(E)	-	80,6	-	-	80,6
(F)	-	112,83	328,8	289,4739	731,1039
(G)	-	-	1.544,65	94,3569	1.639,01
(H)	-	51,52	191,1	250,474	493,094
(I)	78,07	156,72	124,2	128,2962	487,2862
(J)	304,65	1.374,82	1.156,03	1217,872	4.053,37
(K)	22,57	31,75	186,2	104,3297	344,8497
(L)	-	-	1.353,50	-	1.353,50
<b>Total de área útil por prédio</b>	<b>1.473,61</b>	<b>4.369,45</b>	<b>4.965,48</b>	<b>5085,626</b>	<b>15.894,17</b>

Tabela 3.9:Potência Instalada por tipo de equipamento nos diferentes blocos estudados.

Tipo de Equipamento	Potência Instalada por Bloco (kWe)				Total de carga por equipamento (kWe)
	Bloco L 09	Bloco C	Bloco G	Bloco I (01-02)	
(E.L)	69,43088	84,40	-	12,416	166,25
(A.C)	25,2588	63,91	61,87	81,7308	170,90
(P.C)	15,793	46,612	24,525	49,845	112,25
(E.V)	13,7621	39,252	45,729	42,962	82,21
(E.I)	7,808	26,728	47,792	56,06	80,6
<b>Total de potência instalada por prédio</b>	<b>132,05</b>	<b>260,90</b>	<b>179,92</b>	<b>243,01</b>	<b>612,21</b>

Para identificar com maior precisão as áreas e equipamentos que demandam mais energia procede-se a construir um diagrama de Pareto por áreas e equipamentos separados. Com o objetivo de determinar 20% das áreas que produz 80% do consumo de cada bloco e 20% dos equipamentos a que corresponde 80% do consumo nos mesmos.

Desta forma é possível identificar os tipos de equipamentos (E.L, P.C, E.I, E.V e E.I) que mais impactam no consumo de energia elétrica e a forma em que estes são utilizados

#### **Bloco I (01-02):**

Esta edificação encontra-se conformada por dois andares (Anexo I – Figura A 1 e A 2), onde as áreas chaves são: A, C, B, D, e G, já que nestas áreas é onde se concentra 83% da carga instalada total da edificação (Figura 3.18).

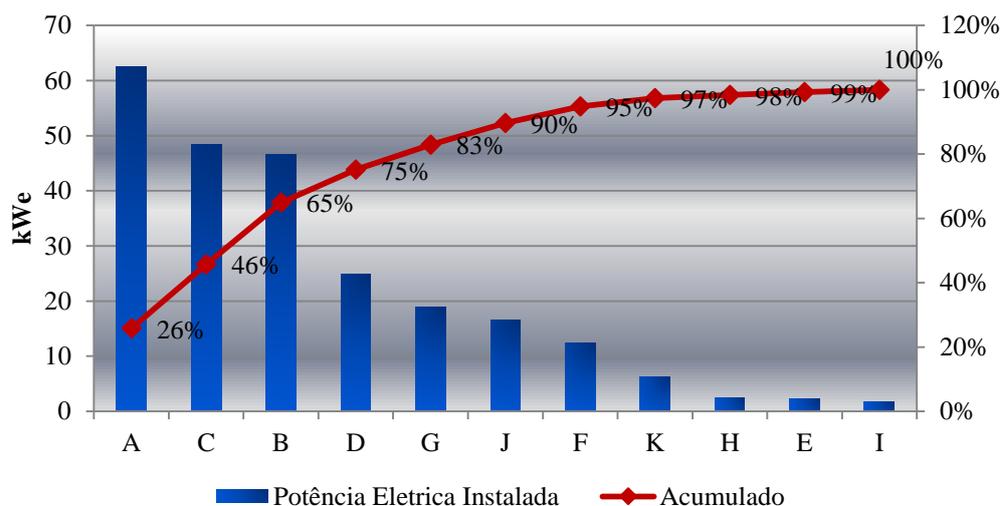


Figura 3.18: Diagrama de Pareto por Área dos blocos I.

No diagrama de Pareto apresentado na Figura 3.19 os equipamentos que maior potencial consumidor de energia são: A.C (33,63%), E.I (23,07%) e P.C (20,51%), pelo fato de que eles representam 77,2% de toda a carga instalada nestes prédios.

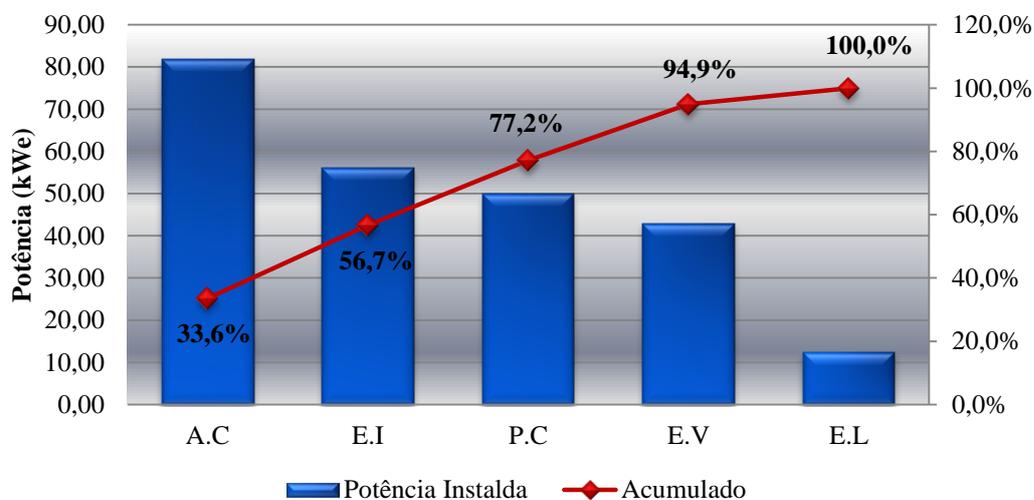


Figura 3.19: Diagrama de Pareto por Equipamento dos blocos I.

### Bloco C:

Este bloco encontrasse dividido em duas plantas (Anexo I – Figura A 3 e A 4) e as áreas chaves (Figura. 3.20) neste bloco são: A, B e D, pelo fato de ter 87,9% da carga total instalada neste prédio.

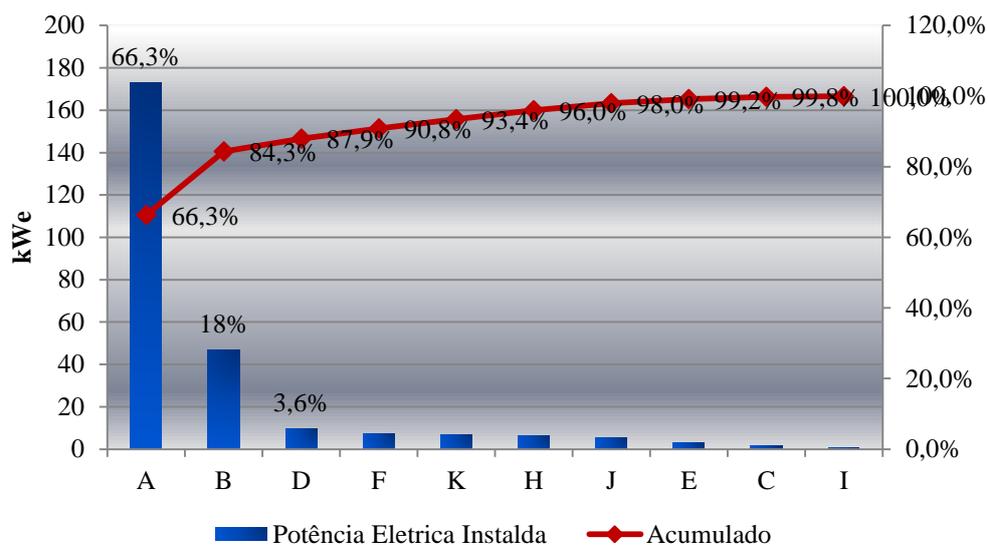


Figura 3.20:Diagrama de Pareto por Área no bloco C.

No bloco C os equipamentos que representa maior potencial consumidor, como pode ser observado na Figura 3.21, são: E.L, A.C e P.C, já que estes representam 74,71% da carga total instalada na edificação.

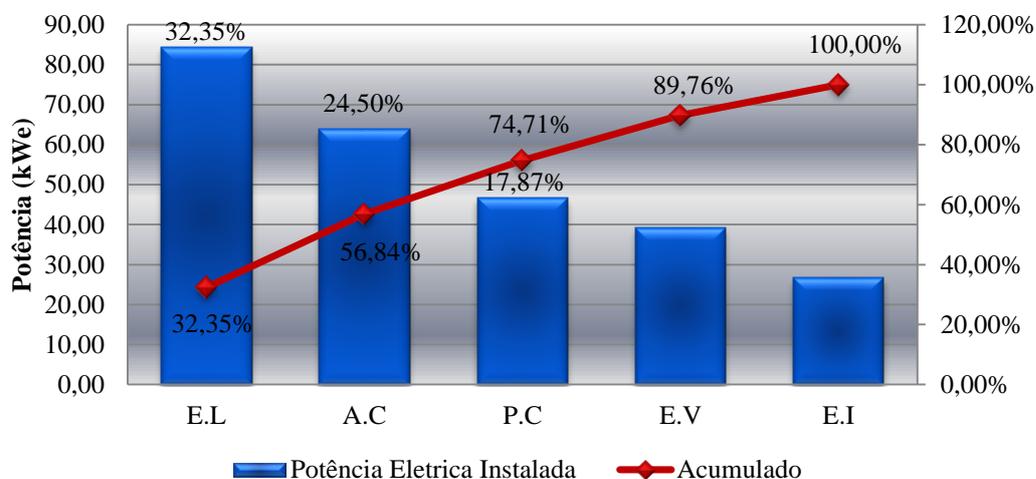


Figura 3.21:Diagrama de Pareto por Equipamento no bloco C.

### Bloco L09:

Este bloco encontrasse dividido em dois andares (Anexo I – Figura A 5 e A 6) e suas áreas chaves são: A, B e C, já que nestas áreas é onde se concentra 98% da carga instalada total destes blocos (Figura. 3.22)

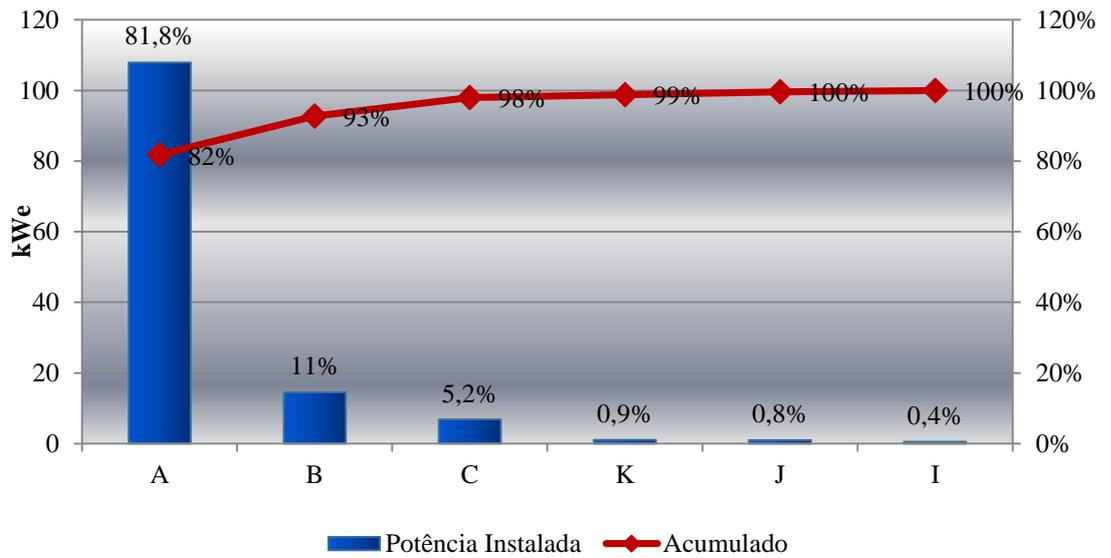


Figura 3.22: Diagrama de Pareto por Área no bloco L09.

No diagrama de Pareto apresentado na Figura 3.23 os equipamentos que maior potencial consumidor de energia possuem são: A.C (52,58%), E.I (19,13 %) e P.C (11,96%), pelo fato de que eles representem 83,67% de toda a carga instalada nestes prédios.

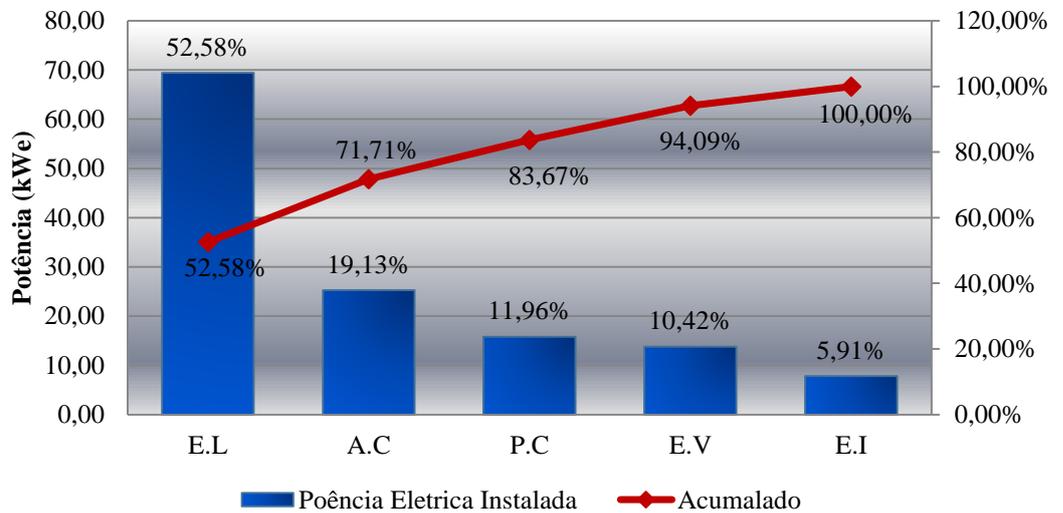


Figura 3.23: Diagrama de Pareto por Equipamento no bloco L09.

### Bloco G:

Este bloco encontra-se dividido em dois andares (Anexo I – Figura A7 e A8) e suas áreas chaves são (Figura 3.24): G, L, J e K, pelo fato de ter 85,2% da carga total instalada deste prédio.

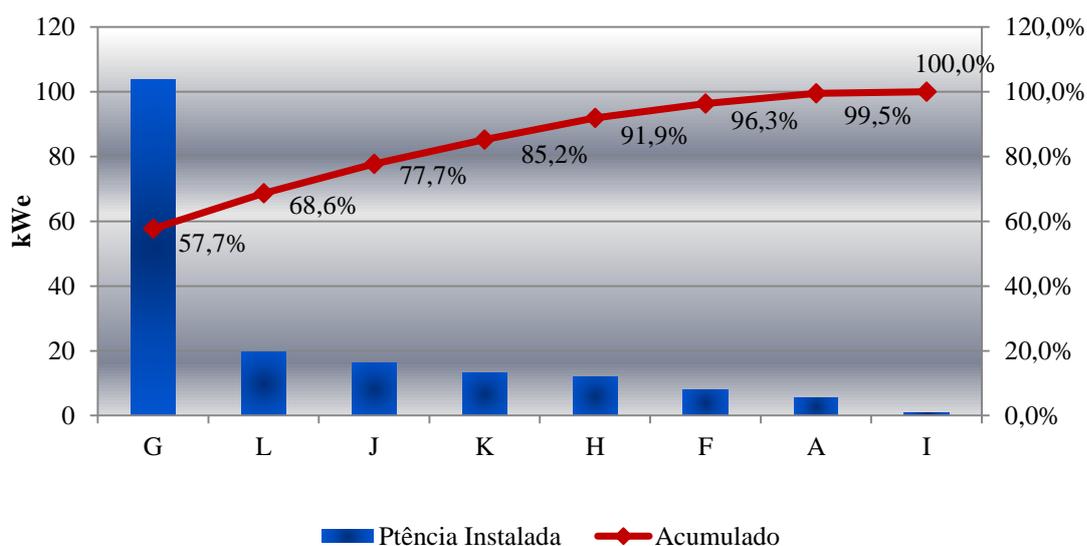


Figura 3.24: Diagrama de Pareto por Área do bloco G.

No bloco G os equipamentos que maior potencial consumidor, como pode ser observado na Figura 3.25, são: A.C, E.I e E.V, já que estes representam 86,37% da carga total instalada na edificação.

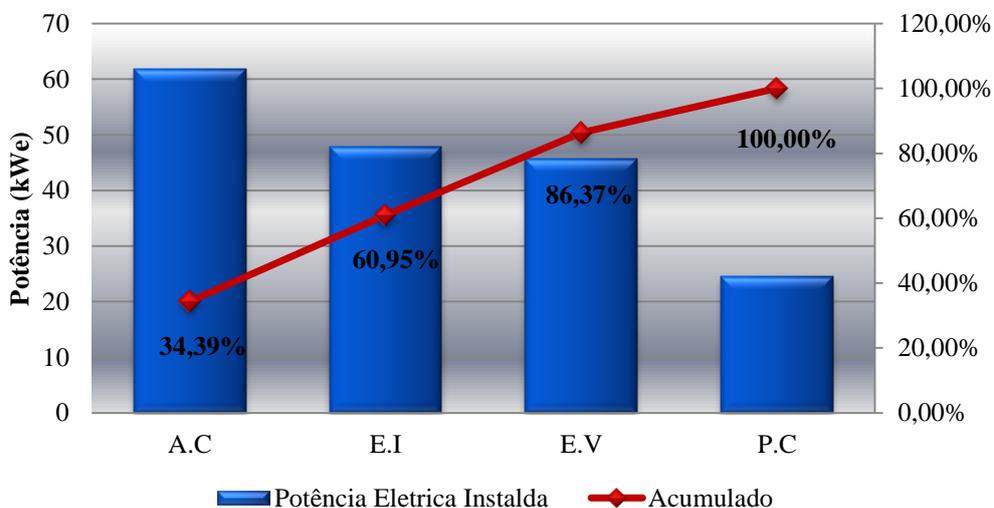


Figura 3.25: Diagrama de Pareto por Equipamento do bloco G.

### Atividade G: Diagnostico Energético das Edificações que mais impactam no consumo do IES.

A distribuição do consumo de energia no setor da construção envolve um grande conjunto de vareáveis. A previsão do consumo de energia num prédio requer uma descrição detalhada tais como:

- Horário de funcionamento.
- Áreas de funcionamento.
- Localização geográfica.
- Matérias de construção.
- Quantidade de equipamentos.
- Quantidade de pessoas.
- Variação da temperatura
- Mudanças climatológicas.

Então para definir a linha base em cada edificação precisa-se estabelecer um indicador adequado que contenha variáveis significativas às quais impactem diretamente o consumo elétrico da edificação, assim o objetivo da caracterização energética por prédio da universidade é para criar e/ou validar os indicadores que hoje são utilizados para estabelecer o estado da eficiência energética e a tomada de decisões em consequência de seus câmbios, identificar os potenciais de economia existentes de baixo ou zero investimento (sem mudanças tecnológicas) por gestão da variabilidade do consumo e por gestão da operação dos prédios, conhecer a tendência da eficiência energética dos prédios nos últimos meses e assim propor e validar novos indicadores de eficiência energética que permitam refletir os resultados do desempenho da cultura pela eficiência e a redução dos consumos e custos energéticos.

Para levar acabo estes indicadores é necessário que os prédios em estudo tenham funcionando corretamente os medidores ou contadores elétricos, já que eles nos apresentam o comportamento de consumo característico de cada edificação, por esta razão são descartados os prédios L09 e C, já que eles apresentam problemas de diferentes tipos (perda de dados diários, leituras erradas e contadores estragados) em seus contadores de consumo.

O indicador que se propõe é semelhante aos implementados em edificações hoteleiras cubanas (ESCOBAR PALACÍO, 2004) ou hospitalares (CAMPOS, JUAN; SALAS, 2013), as quais oferecem um serviço intangível como é a hospedagem e hospitalização, porem seu indicador base são à conta da quantidade de habitações dias ocupadas (**HDO**) no caso dos hotéis e a conta de pacientes dias (**PD**) em hospitais, já que elas levam um seguimento rigoroso por serem estes o produto de seu serviço. As edificações das instituições de educação superior (**IES**) oferecem um serviço intangível

como é a educação e formação superior, neste trabalho se optou em primeira instancia pela escolha das áreas utilizadas dias (**AUD**) como o produto equivalente do serviço prestado Eq 3.4, pelo fato de ter diferentes tipos de áreas às quais tem uma intensidade de utilização diversificada.

$$\mathbf{AUD} = \sum_i^n uAL + \sum_i^n uAS \quad (3.4)$$

Onde:

**u**= Tempo de horas reais de uso da área ( $T_{\text{atual}}$ ) / Tempo máximo de horas de uso ( $T_{\text{max}}$ ).

**AL** = Área de aulas e/ou laboratórios ( $m^2$ ). **AS** = Área de serviço ( $m^2$ ). **i**= áreas. **n**= total das áreas.

Este indicador foi implementado finalmente nas edificações I e G, já que foram os únicos prédios do campus que apresentavam todas as características requeridas pelo análise proposto.

O período avaliado foi nas datas de março até junho no bloco I (01-02) e para a data de março no bloco G, já que apresentava medições erradas nas outras datas.

#### **Gráfico de consumo de energia vs AUD:**

Para determinar em que medida a variação do consumo elétrico deve-se à utilização das áreas de aula-laboratórios e serviço, é construída um gráfico de consumo de energia Vs AUD, nos blocos I (01-02) e G.

Os dados de CE e AUD são apresentados no Anexo II – Figura A9 e A10.

Nas figuras 3.26 e 3.27 apresentam-se as equações obtidas e seu coeficiente de correlação  $R^2$  para um ajuste linear realizado aos consumos elétricos (CE) e AUD dos prédios, observa-se que o grado de correlação para o prédio I (01-02) é fraco e para o bloco G é forte, mais não é confiável pelo fato de ter uma energia não associada ao produto com signo negativa (-27,598 kWh); a difusão dos dados é atribuída à influência da temperatura ambiente no consumo elétrico por conceitos da climatização, já que isto é independente da utilização do prédio.

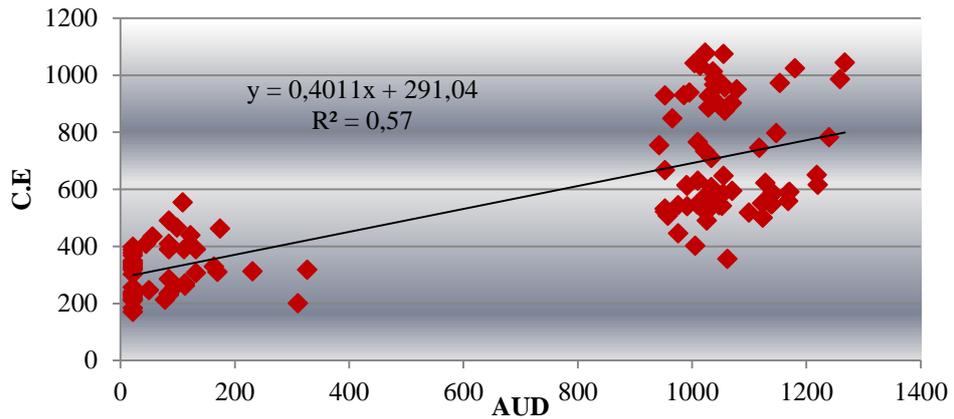


Figura 3.26: Eletricidade consumida vs AUD, nos prédios I.

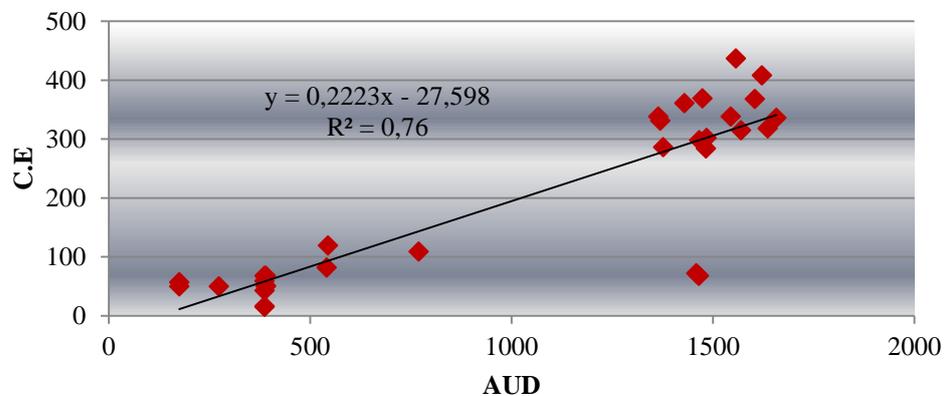


Figura 3.27: Eletricidade consumida vs AUD, no prédio G.

Ante esta situação se propõe a utilização de dois fatores que permitam uma melhor correlação com o consumo elétrico e a utilização das áreas, considerando o impacto de fatores climáticos, estes são:

1. Fator de Carga (Fc).
2. Fator de temperatura (Ft).

#### **Fator de Carga:**

Dadas que as áreas que compõem os prédios têm diferentes características, dimensões, orientação geográfica e distintos fluxos de calor pôr as paredes, as cargas térmicas nas mesmas são diferentes, pelo que se faz necessário à procura de um fator de carga. Este fator não é mais que a carga térmica (externa e interna) horaria resultante correspondente a cada tipo de área consumidora dividido entre carga térmica (externa e interna) horaria total do prédio (somatória de todas as áreas consumidoras da edificação). Os cálculos foram realizados utilizando as ferramentas do “EXCEL” e fundamentado

teoricamente no “Manual da Carrier”(CARRIER, 2009). Para as condições climáticas foi escolhida a cidade de São Paulo, já que tem dados climáticos semelhantes com a cidade de Itajubá, o horário para o análise da carga térmica horaria foi às 14:00; calcula-se a carga térmica (externa e interna) por área, para este fim é necessário confeccionar o seguinte formato (Figura 3.28):

Nome da Área	Carga térmica por área	Fc
Laboratório de Análise Preditivo		
<b>Carga Total Resultante</b>		

Figura 3.28: Formato de Cálculo da carga térmica por área.

Com a carga térmica resultante de cada área consumidora de energia elétrica, encontra-se o fator de carga para cada área, dividendo a carga térmica resultante de cada área entre a carga total das áreas consumidoras (Equação 3.5).

$$F_c = \frac{QT_{por\ Área}}{QT_{Total}} \quad (3.5)$$

Onde:

$QT_{por\ área}$  = Carga Térmica (externa e interna) resultante por área consumidora de energia elétrica.

$QT_{total}$  = Carga Térmica (externa e interna) Total das áreas consumidoras de energia elétrica.

A relação entre o consumo de energia elétrica (kWh/dia) e Áreas utilizadas dia (AUD) levando em consideração o fator de carga é dada pelas Figuras A13 e A14 (Anexo II) e a representação gráfica nas figuras 3.29 e 3.30.

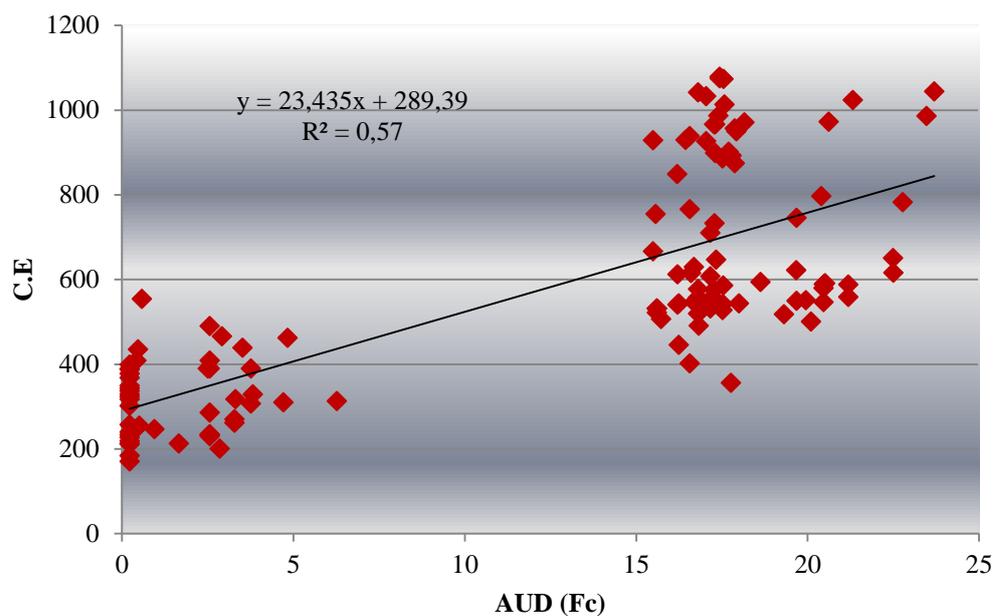


Figura 3.29: CE Vs AUD (Fc) bloco I.

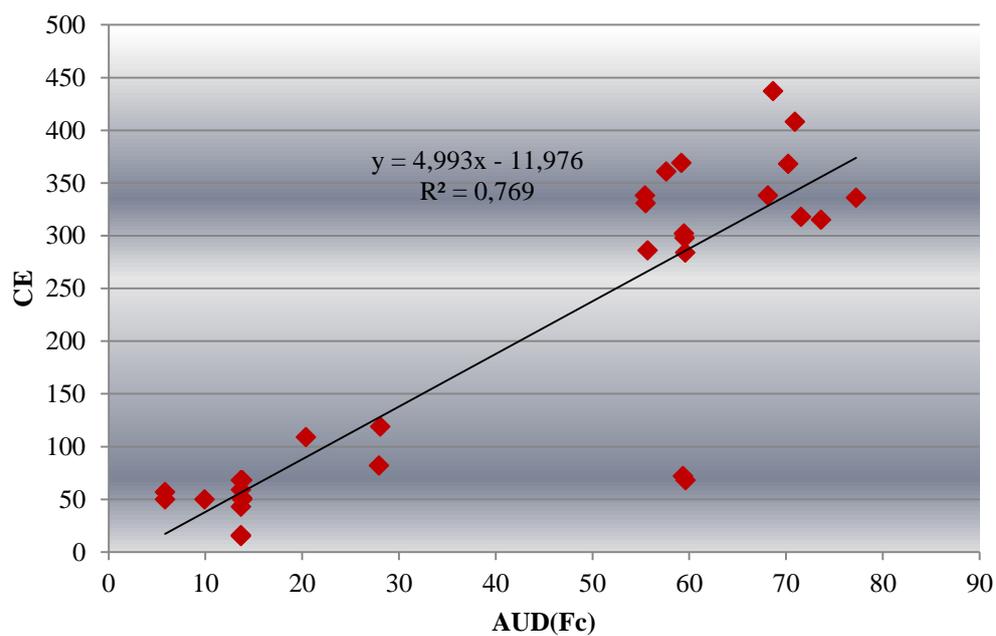


Figura 3.30: CE Vs AUD (Fc) Bloco G.

Observa-se nas Figuras 3.29 e 3.30 que os valores de coeficiente de correlação ( $R^2$ ) não melhoram no bloco I e no bloco G aumente apenas um pouco, mas ainda mantem-se negativa a energia não associada ao serviço (-11,97 kWh). Ainda os coeficientes de correlação não são confiáveis pelo que resulta necessário afetar as AUD pelo fator de temperatura e carga para aumentar a relação entre os consumos elétricos e as AUD.

### Fator de Temperatura:

Outra possível causa de que o indicador dos prédios não tenha uma correlação forte é não considerar a influência da temperatura ambiente. Para dar solução a este problema procede-se ao cálculo de fator da temperatura.

Calcula-se para cada área, o valor da carga térmica para diferentes temperaturas ambientes. Neste caso toma-se como temperatura máxima, a temperatura máxima média de Itajubá, cujo valor é de 28 °C. Selecionam-se temperaturas na faixa de 10 a 28 °C. Quanto maior é o número de valores a analisar, maior será a precisão dos cálculos. A determinação dos valores das cargas térmicas realizou-se fazendo uso do EXCEL. Recomenda-se a elaboração da tabela apresentada na Figura 3.31 para a organização dos dados.

Nome da área	Temperatura (°C)			
	10	20	24	28
Lab. Análise P.				

Figura 3.31: Planilha de cálculo da carga térmica para diferentes temperaturas ambiente.

O cálculo encontra-se no Anexo II, figuras A15 e A16.

Logo se toma como base de referência a carga térmica das áreas à temperatura de 24°C, já que é a média de conforto no interior das áreas e se divide a carga térmica de cada área para as diferentes temperaturas entre a carga térmica desta temperatura (conforto). Desta obtemos um fator inicial de temperatura ambiente Equação 3.6.

$$Ft_{i,T} = \frac{QT_T}{QT_{24^{\circ}C}} \quad (3.6)$$

Onde:

**Ft<sub>i,T</sub>** = Fator de temperatura ambiente inicial para uma área e temperatura determinada.

**QT<sub>T</sub>** = Carga térmica a uma dada temperatura ambiente determinada T.

**QT<sub>24°C</sub>** = Carga térmica à temperatura de 24 °C.

**i** = número de área Áreas.

**T** = Temperatura ambiente determinada.

Os resultados da Eq 3.6 podem-se consultar no Anexo.

Com este fator calcula-se o fator de temperatura média, que não é mais que a soma de todos os fatores iniciais de temperatura ambiente, dividido entre o número de áreas consumidores de eletricidade.

$$Ftm = \frac{\sum_i^n Ft_{i,T}}{n} \quad (3.7)$$

Onde:

**Ftm** = Fator de temperatura média para cada valor de temperatura ambiente.

O cálculo encontra-se no Anexo II, Figura A17 e A18.

Com o fator de temperatura médio e as temperaturas ambientes analisadas procede-se à elaboração das Figuras 3.32 e 3.33, onde os valores de temperatura ocupam as abcissas e o fator de temperatura média as ordenadas. Foi obtida a equação da linha de tendência e seu coeficiente de correlação. Obteve-se uma equação de tipo exponencial ( $y=ae^{bx}$ ).

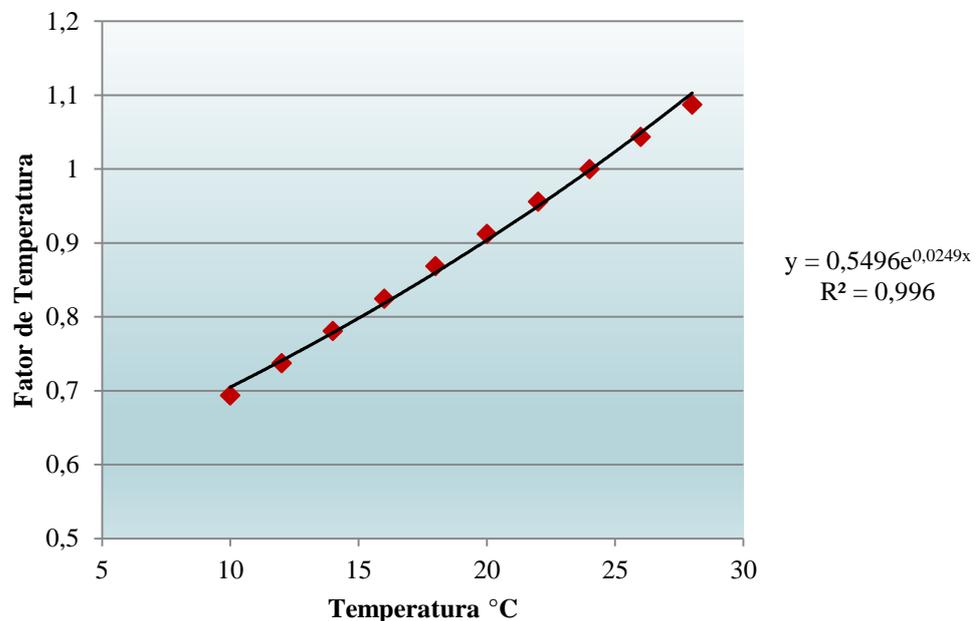


Figura 3.32: Fator de temperatura média Vs Temperatura para o bloco I.

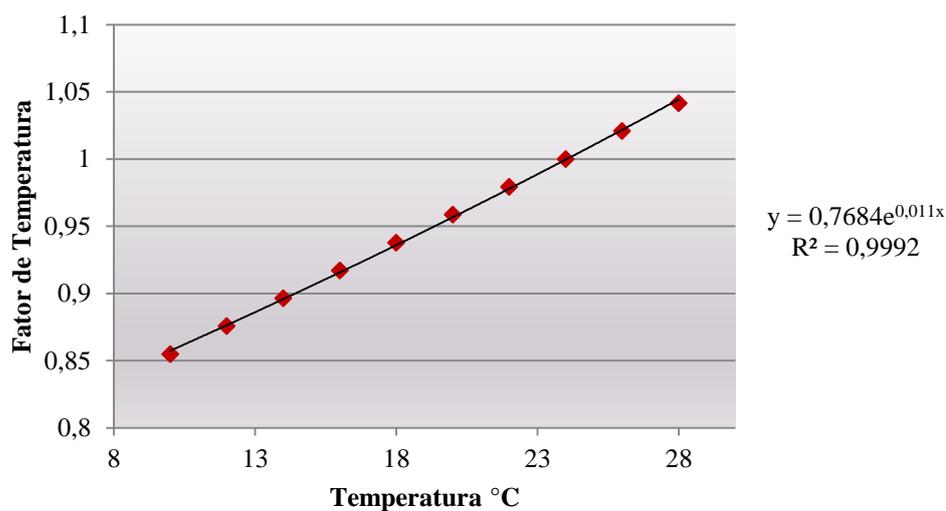


Figura 3.33: Fator de temperatura média Vs Temperatura para o bloco G.

Substituindo os valores de temperatura média diário pelos valores dos meses de março, abril, maio e junho no bloco I e pelos correspondentes ao mês de março no bloco G na equação obtida nas Figuras 3.32 e 3.33. Nestas equações  $y$  corresponde ao fator de temperatura e  $x$ , à temperatura média, determina-se o Ft diário (Anexo II, Figura A19 e A20), que permite determinar a AUD (FcFt).

Os resultados da relação entre o consumo de energia elétrica e AUD levando em consideração o fator de carga e de temperatura são mostrados nas Figuras 3.34 e 3.35.

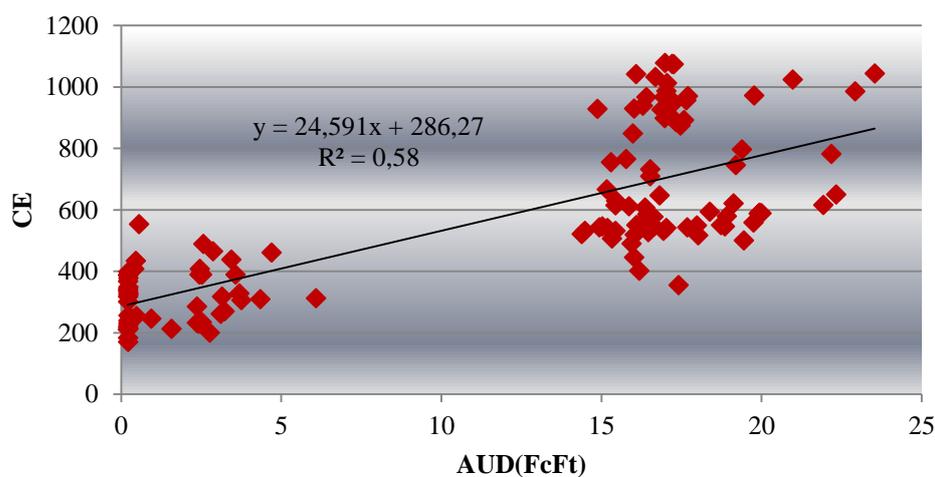


Figura 3.34: CE Vs AUD (FcFt), bloco I.

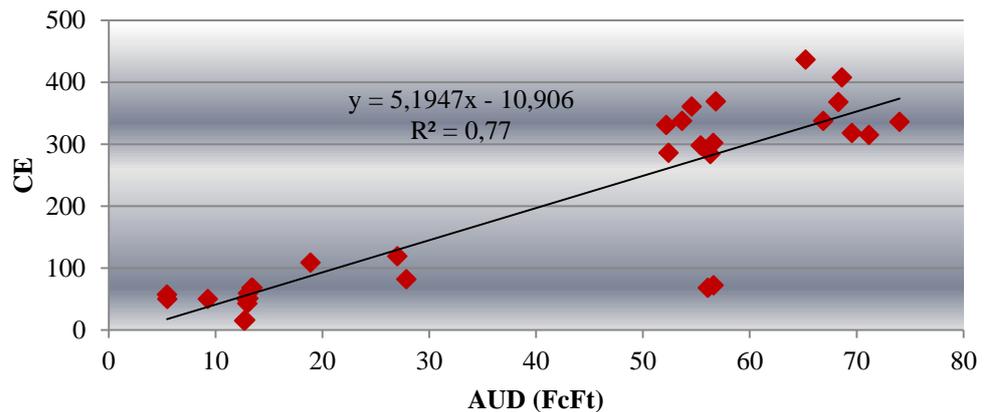


Figura 3.35: CE Vs AUD (FcFt), bloco G.

A equação final para o cálculo das áreas utilizadas dias equivalente ( $AUD_{eq}$ ) mostra-se a continuação Na Equação (3.8):

$$AUD_{eq} = \sum_i^n uALFcFt + \sum_i^n uASFcFt \rightarrow (\sum_i^n uALFc + \sum_i^n uASFc) Ft \quad (3.8)$$

As figuras mostram que, levando em conta simultaneamente o fator de temperatura e o fator de carga térmica por área, o coeficiente de correlação ( $R^2$ ) aumenta substancialmente em 58% e 77% respectivamente nos blocos I e G, mas ainda esta afirmação “não é confiável” não é rigorosa e não tem sustentação apesar de ter em consideração os dois fatores estudados, a correlação entre os consumos elétricos nas áreas e as  $AUD_{eq}$  segue sendo baixa.

Faz-se necessário o estudo do comportamento das edificações para os meses de inverno e verão, já que os consumos elétricos neles devido aos equipamentos de climatização são dependentes da temperatura ambiente nestes dois períodos de tempo.

### **Bloco G.**

#### **Meses de Verão:**

#### **Linha base (CE vs AUDeq) bloco G:**

Lembremos que a análise para o primeiro semestre no bloco G só será feita para o mês março (verão), pelo fato de ter-se estragado o contador de eletricidade nos meses de abril – junho, então assim, só se fara a depuração de *outlier* ou dados anômalos no analise da edificação G.

Ao fazer a filtração dos dados se obtém a Figura 3.36 a qual nos mostra uma correlação forte ( $R^2 = 0,87$ ) entre os consumos elétricos e as  $AUD_{eq}$  do bloco G. Obtém-se a equação 3.9.

$$E = 4,9611 * AUD_{eq} + 30,931 \quad (3.9)$$

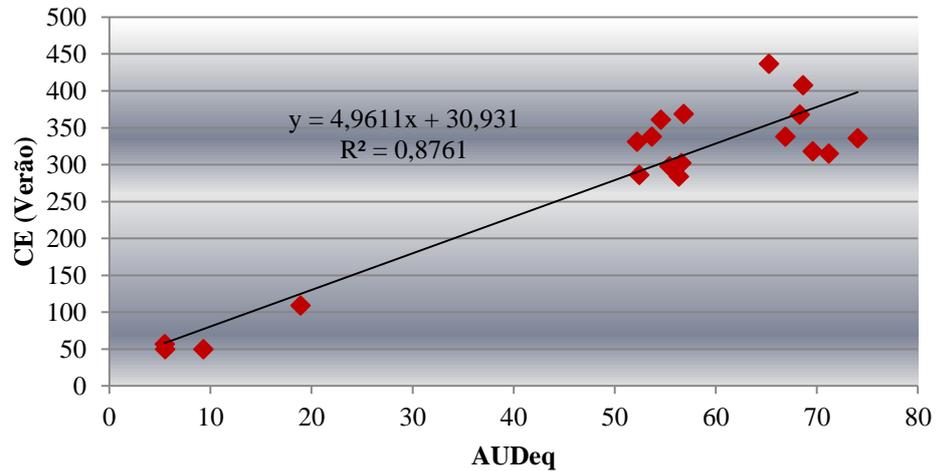


Figura 3.36: CE Vs  $AUD_{eq}$  (Filtrado de outlier).

Onde:

**E**- consumo de energia no período selecionado (kWh).

**$AUD_{eq}$**  – Áreas utilizadas dias equivalentes no período selecionado ( $m^2$ ).

**4.9611** – Pendente da reta que representa a taxa de variação média do consumo de energia respeito aos  $AUD_{eq}$ .

**30.931**- Intercessão da linha no eixo **y**, que representa a energia não associada aos  $AUD_{eq}$ .

**4.9611 \*  $AUD_{eq}$** - é a energia utilizada nas  $AUD_{eq}$ .

A energia não associada aos  $AUD_{eq}$  representa o 11,40% da energia consumida no prédio, entre as causas podem-se encontrar a seguintes:

- ✓ Iluminação.
- ✓ Eletricidade consumida nas áreas comuns do prédio.
- ✓ Eletricidade consumida nas áreas de circulação.
- ✓ Energia consumida em serviços de manutenção.

O nível de correlação obtido entre CE e as  $AUD_{eq}$  permite estabelecer um índice confiável para o bloco durante o mês de março, já que seu coeficiente de correlação é de 87,61 %.

### **Linha Meta (CE vs AUDeq) bloco G:**

Baseando-se nos aspectos determinados no item anterior, onde se define a linha base do prédio G para os dias de verão, define-se a linha meta, a qual envolve os pontos embaixo da linha base, já que são os comportamentos mais eficientes.

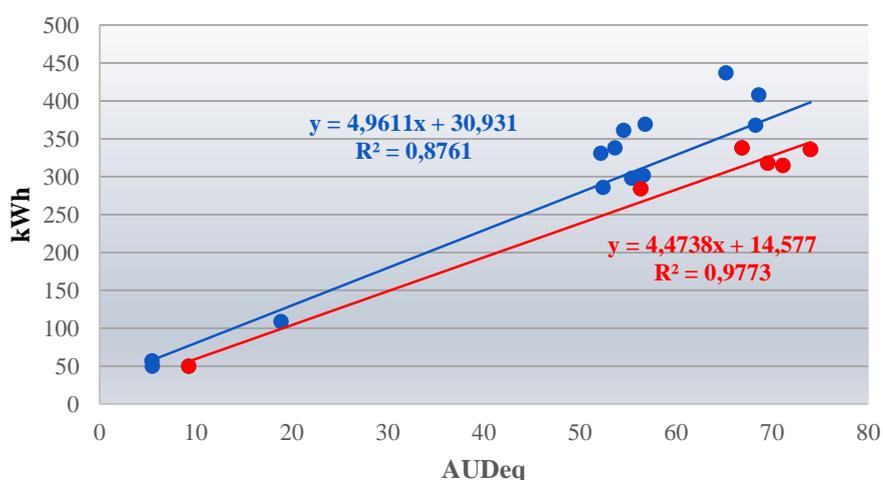


Figura 3.37: Linha Meta no Período de Verão, Bloco G.

Da Figura 3.35 pode-se observar que o potencial de economia de energia no prédio G para estes dias típicos é de entorno 16,36 kWh por dia.

### **Índice de consumo do prédio G.**

A figura 3.38 mostra que nos meses de verão o prédio tem um comportamento ineficiente, já que na sua ocupação média e máxima as  $AUD_{eq}$  tem desperdício, atribuindo-se estes desperdícios ao mau uso e estado precário dos equipamentos de acondicionamento de ar.

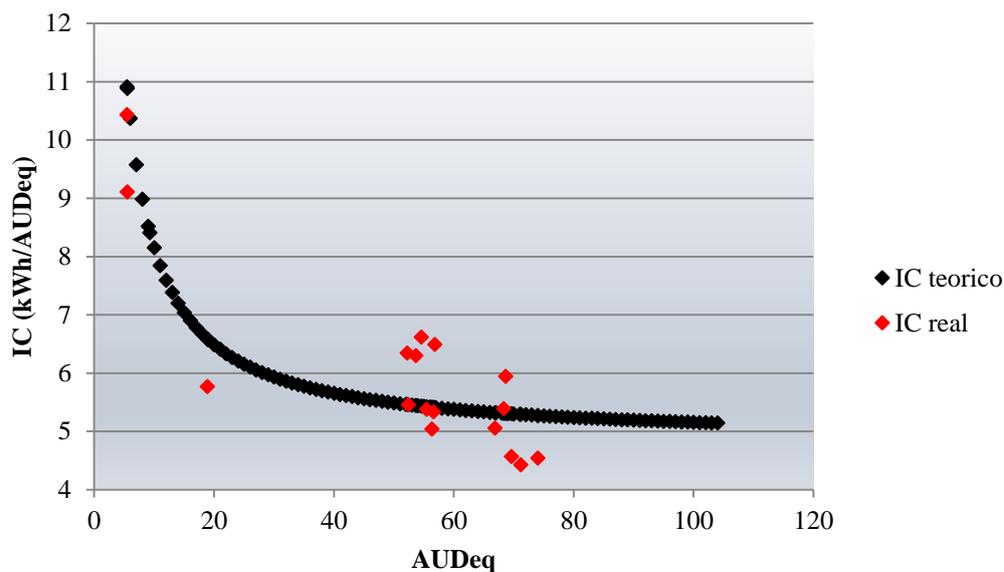


Figura 3.38: IC vs AUDeq (Verão), bloco G.

### Gráfico de Tendência Acumulada – CUSUM.

A figura 3.37. Esta permite monitorar a tendência em quanto a variação de consumo elétrico do bloco G, respeito a um período base, que neste caso foram os dias do mês de março (verão). A partir dela também se pode determinar quantitativamente a quantidade da energia que deixou-se de usar ou que foi consumiu em excesso.

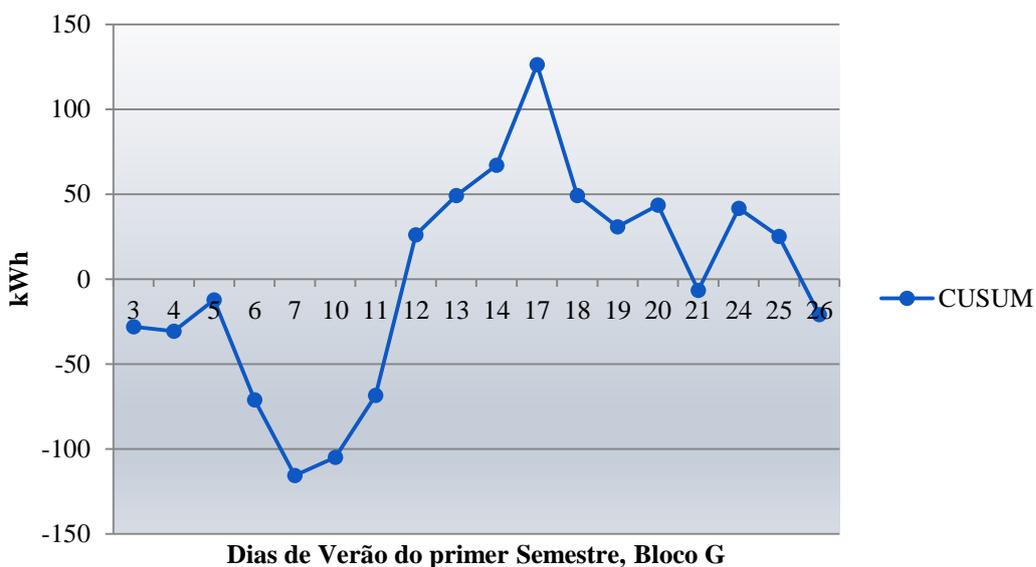


Figura 3.39: Gráfico de Tendência em quanto a variação de consumo elétrico do mês de verão do primer semestre, Bloco G.

Seguindo essa ordem de ideias da Fig 3.37 pode-se concluir que para no começo do mês de março o prédio deixou de consumir 115 kWh pelo fato deste período começar ter de aulas, mas sua tendência é crescente enquanto as aulas entram em vigor, gerando um consumo excedente de 142 kWh, já que aumenta a intensidade de uso deste prédio por parte dos estudantes. Depois apresenta uma tendência flutuante pela intermitência de uso e pelo fato de ter-se estragado o ar condicionado do auditório localizado neste bloco.

**Bloco I (01-02).**

**Meses de inverno:**

**Linha base (AUD<sub>eq</sub> Vs CE) bloco I (01-02):**

A figura 3.40. Observa-se um nível de correlação forte entre o consumo elétrico e as AUD<sub>eq</sub> durante os dias dos meses de maio e junho (meses de inverno) do ano 2014. Obtém-se a equação 3.10:

$$E = 19,173 * \text{AUD}_{eq} + 215,22 \quad (3.10)$$

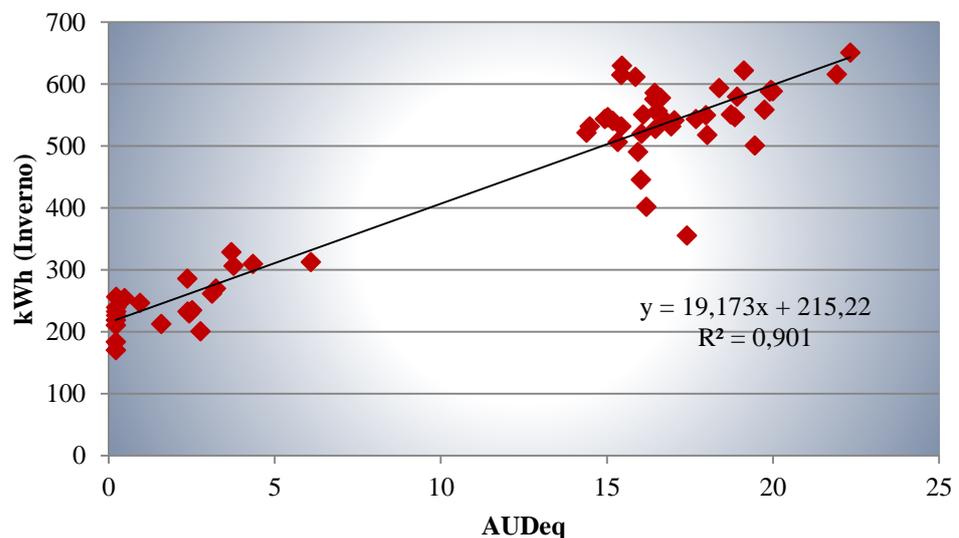


Figura 3.40: Linha base no período de inverno, bloco I.

A energia não associada à AUD<sub>eq</sub> representa 48,9 % do total de eletricidade consumida no bloco I (nos dias de inverno), e esta composta pelos seguintes itens:

- ✓ Iluminação.
- ✓ Eletricidade consumida por equipamentos de computação em dez horas.

- ✓ Energia elétrica consumida em serviços de manutenção.
- ✓ Eletricidade consumida nas áreas de circulação.
- ✓ Eletricidade consumida nas áreas comuns.
- ✓ Eletricidade consumida por equipamentos vários (ligação contínua destes equipamentos).

O coeficiente de correlação obtido entre o CE vs à  $AUD_{eq}$  do prédio, permite estabelecer um índice de controle confiável para a edificação durante os dias de inverno.

### **Linha Meta ( $AUD_{eq}$ Vs kWh) bloco I (01-02):**

Baseando-se no item anterior, onde se definiu a linha base do prédio I para os dias de inverno, se constrói a linha meta, a qual inclui os pontos embaixo da linha base, que correspondem ao comportamento mais eficiente.

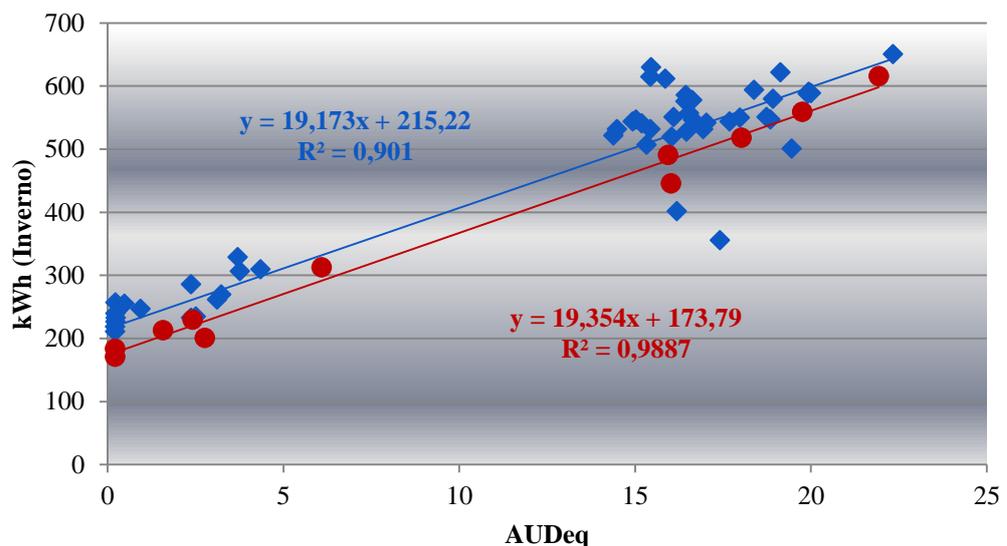


Figura 3.41: Linha meta no período de inverno, bloco I.

Na figura 3.41 observam-se as duas linhas de tendência (base – azul e meta – vermelha), as quais tem diferente quantidade de energia não associada ao serviço, a diferença entre a energia não associada ao serviço da linha base e da linha meta, nos dá o valor da quantidade de energia que se pode economizar, a qual é para este caso de 41,43 kWh/dia.

### **Índice de consumo do prédio I (01-02):**

Depois de ter obtido o gráfico CE vs  $AUD_{eq}$  (período de inverno) e a Eq 3.11, cuja expressão geral é da forma da Eq (8):

$$E = m \cdot \text{AUD}_{\text{eq}} + E_0 \quad (3.11)$$

Com um coeficiente de correlação significativo, o gráfico IC vs  $\text{AUD}_{\text{eq}}$ , é uma linha curva com assíntota no eixo  $x$ , no valor da pendente  $m$  da Eq 3.13. A expressão da curva obtém-se da seguinte forma:

$$IC = \frac{E}{\text{AUDeq}} = m + \frac{E_0}{\text{AUDeq}} \quad (3.12)$$

$$IC = m + \left( \frac{E_0}{\text{AUDeq}} \right) \quad (3.13)$$

A figura 3.42 mostra que o índice de consumo depende do valor das áreas utilizadas equivalentes. Na medida em que a utilização torna-se menor, o consumo total de energia diminui, como se pode apreciar na Eq 3.13, mas o gasto energético por  $\text{AUD}_{\text{eq}}$  aumenta. Isto se deve ao aumento do peso relativo da energia não associada à utilização em relação à energia consumida nas  $\text{AUD}_{\text{eq}}$ . Pelo contrário, o incremento das áreas utilizadas diminui o IC até o valor limite do declive da Eq 3.11.

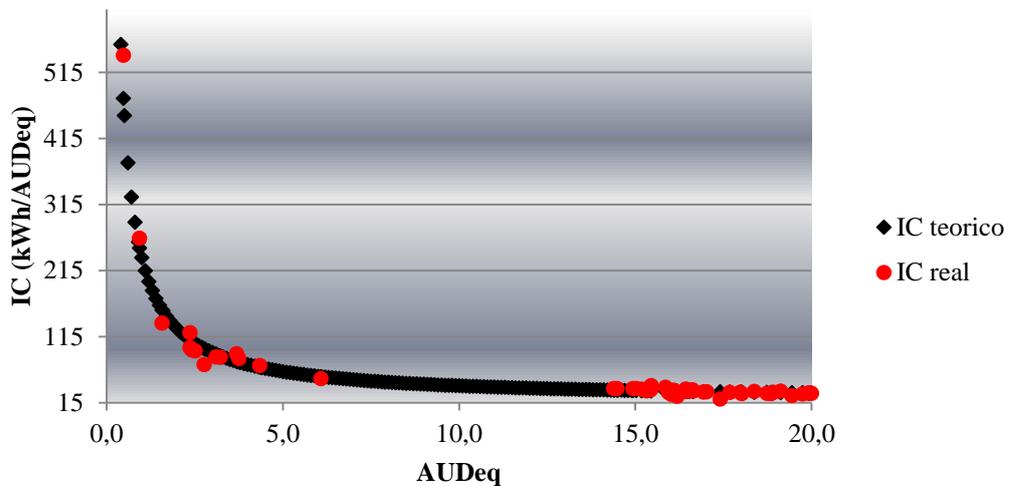


Figura 3.42: IC vs AUDeq (inverno), bloco I.

### Gráfico de tendência Acumulada – CUSUM.

Da Figura 3.43 pode-se observar a variabilidade da eficiência para este período, onde se tem picos de grande consumo e de baixos consumo, isto é atribuído ao fato de deixar as luzes e computadores ligados.

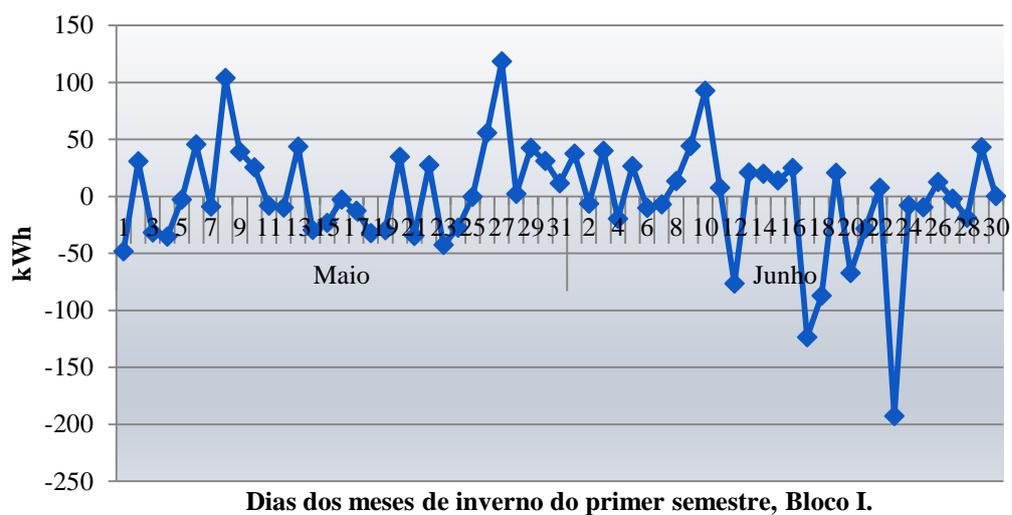


Figura 3.43: Grafico de Tendência em quanto a variação de consumo elétrico dos dias dos meses de inverno do primer semestre, Bloco I.

### Meses de verão

#### Linha base (CE vs $AUD_{eq}$ ) bloco I (01-02):

Da figura 3.42 pode-se observar o forte aumento de correlação entre o consumo elétrico e as  $AUD_{eq}$  durante os dias dos meses de março e abril (meses de verão) do ano 2014. Obtém-se a Equação 3.14:

$$E = 30,964 * AUD_{eq} + 351,51 \quad (3.14)$$

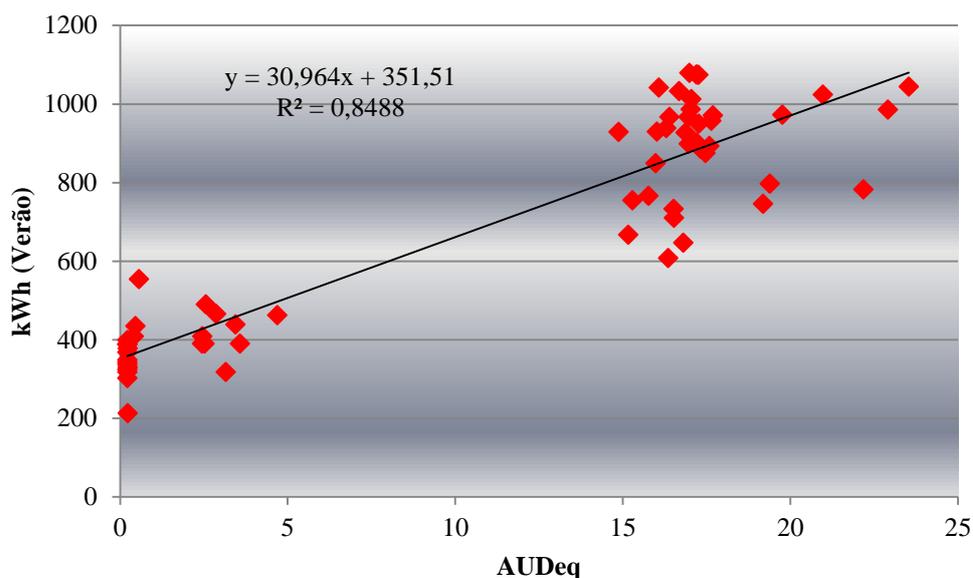


Figura 3.44: Linha base no período de verão, bloco I.

Com um nível de correlação de 0,84, tem-se um incremento de 51,1% respeito aos meses de inverno na energia não associada as AUDeq do bloco, isto deve-se em grande medida ao aumento do consumo nas áreas climatizadas, e especificamente a:

- ✓ Climatização.
- ✓ Iluminação.
- ✓ Eletricidade consumida por equipamentos de computação em desoras.
- ✓ Energia elétrica consumida em serviços de manutenção.
- ✓ Eletricidade consumida nas áreas de circulação.
- ✓ Eletricidade consumida nas áreas comuns.
- ✓ Eletricidade consumida por equipamentos vários (ligação contínua destes equipamentos).

O nível de correlação obtido entre o CE vs as AUDeq do prédio, permite estabelecer um índice de controle confiável para este período na edificação.

#### **Linha Meta (CE vs AUDeq) bloco I (01-02):**

Pelo fato de ter aumentado a percentagem de energia não associada para este período, a quantidade de eletricidade que poderia ser economizada é muito maior, como é apresentado na Figura 3.45, já que o potencial de economia é de 69,9 kWh/dia.

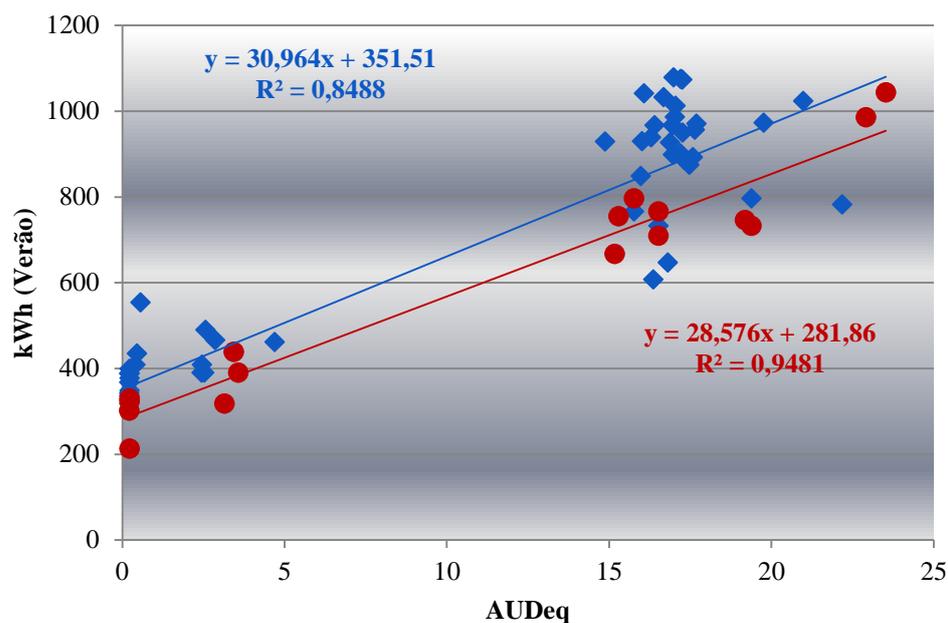


Figura 3.45: Linha base no período de inverno para o bloco I

### Índice de consumo do prédio I (01-02):

A figura 3.46, Esta figura mostra que o índice de consumo depende do valor das áreas equivalentes utilizadas. Na medida em que a utilização das áreas torna-se menor, o consumo total de energia diminui, como se pode apreciar na Figura 4.46. Porém, o gasto energético por  $AUDeq$  aumenta. Este se deve ao aumento do peso relativo da energia não associada à utilização em relação à energia consumida nas  $AUDeq$ . Pelo contrário, o incremento das áreas utilizadas diminui o IC até o valor limite do declive.

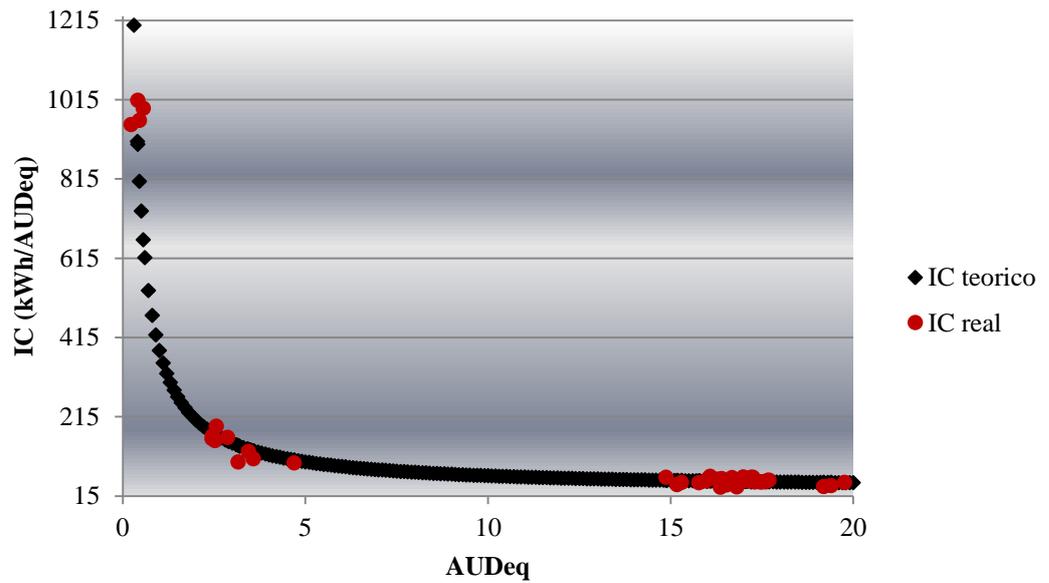


Figura 3.46: IC vs AUD<sub>eq</sub> (verão), bloco I.

### Gráfico de Tendência Acumulada – CUSUM

Da Figura 3.47 observa-se que Tendência em quanto a variação de consumo elétrico do bloco para este período não é satisfatória por seu registro máximo de desperdício energético encontra-se entorno de 200 kWh por dia, mas nos dias do mês de abril o desperdício começa a descender até chegar a uma poupança energética de 200 kWh por dia, mas isto é atribuído à mudança de temperatura neste período.

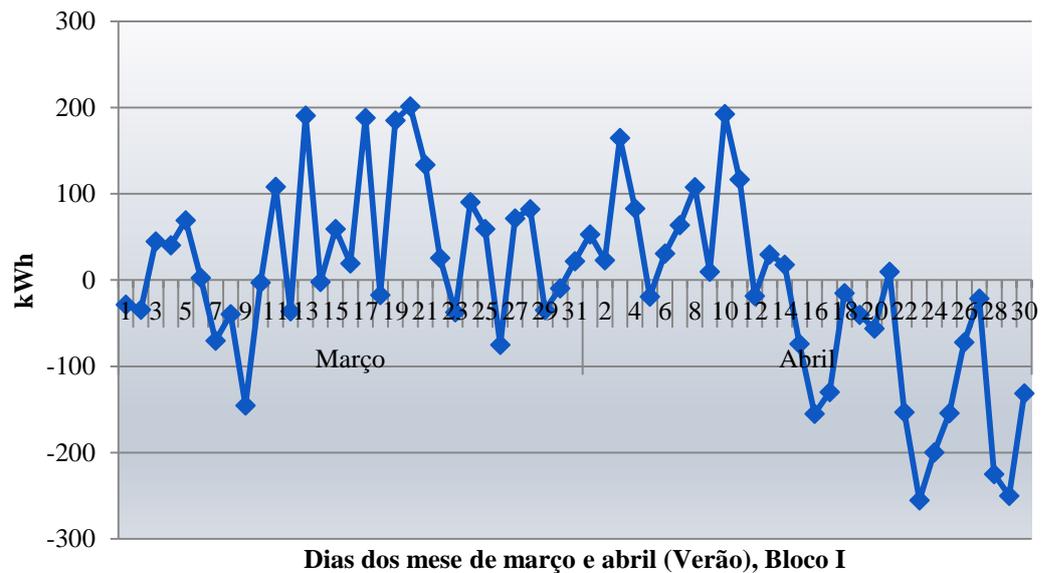


Figura 3.47: Gráfico de Tendência em quanto a variação de consumo elétrico do mês de verão do primeiro semestre do bloco I.

## **CAPÍTULO 4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS.**

### **4.1 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS, METAS E MEDIDAS TECNOLÓGICAS DE AJUSTE OPERACIONAL E DE GESTÃO.**

Para lograr a redução e maior controle dos consumos energéticos apresentam-se continuação duas medidas que devem contribuir ao uso eficiente destes recursos. Algumas das medidas involucram ações que não implicam inversão alguma, enquanto outras tenderam implicações econômicas que serão resolvidas com o retorno da inversão a causa da poupança nos custos energéticos que se poderão obter.

#### **Atividade H: Definição das medidas de B.P e I.T.**

Depois de identificar e estabelecer onde estão os desperdícios e quantificar a eficiência no uso de energia nos prédios estudados, são identificadas as medidas de eficiência necessária para evitar esses desperdícios. Estas medidas podem ser classificadas de acordo com o investimento necessário em:

- i. Medidas de boas práticas (B.P): são aquelas medidas focalizadas à conscientização do uso racional de energia ou medidas para alterar o modelo de funcionamento dos equipamentos. Estas medidas estão geralmente relacionadas a casos onde os potenciais de economia de energia podem ser atingidos com a mesma tecnologia instalada.
- ii. Medidas de Investimento tecnológico (I.T): são aquelas medidas que precisam de um investimento focados nas mudanças nos equipamentos de ar condicionado (A.C), computação (P.C) e iluminação (E.I), através de troca dos equipamentos atuais por equipamentos mais eficientes.

É recomendável que o plano de economia energética se inicie com aquelas medidas de B.P, já que estas não representam custo algum para a instituição.

#### **Medidas de Boas Práticas (B.P).**

Como se apresentou durante a discussão dos resultados obtidos no capítulo III, ao se estimar a linha meta do campus da UNIFEI, pode-se melhorar sua eficiência e proem diminuir o consumo energético com a mesma tecnologia instalada, significando que não

são necessários investimentos em novas máquinas. Assim, as medidas de E.E que juntas podem atingir este potencial de economia são medidas de B.P.

### **Equipamentos de Acondicionamento de Ar – A.C:**

**A.C:** podem-se obter reduções na faixa de 15% até 25% (PROCEL, 2002)(FILIPE; ALVES, 2011)(ZHOU *et al.*, 2011)(MANUEL; SOEIRO, 2011). Para isto se faz necessário:

- ✓ Implementar uma manutenção centrada na E.E, uma filosofia baseada num conjunto de rotinas ou atividades que sejam feitas num tempo determinado de acordo a um cronograma, onde se façam monitorações das condições dos equipamentos, para manter o consumo energético dos equipamentos em um limite razoável.
- ✓ Manter as portas e janelas fechadas, evitando a entrada de ar externo.
- ✓ Limitar a utilização do aparelho somente às dependências ocupadas.
- ✓ Evitar a incidência dos raios solares no ambiente climatizado, pois aumentara a carga térmica para o condicionador.
- ✓ Limpar o filtro do aparelho com a periodicidade recomendada pelo fabricante, evitando que a sujeira prejudique seu rendimento.
- ✓ Desligar o ar condicionado em ambientes não utilizados ou que fiquem longo tempo desocupados.
- ✓ Manter desobstruídos as grelhas de circulação de ar.
- ✓ Manter livre a entrada de ar do condensador.
- ✓ Verificar o funcionamento do termostato.
- ✓ No inverno ou dias frios desligar o ar-condicionado (central ou individual) da rede elétrica e manter só a ventilação.
- ✓ **NÃO** colocar lâmpadas ou televisores perto do termostato do A.C, o termostato detecta o calor dissipado de estes equipamentos, o que pode fazer que o A.C funcione mais tempo do necessário.
- ✓ **NÃO** colocar os equipamentos de A.C perto de outras fontes de calor.
- ✓ **NÃO** ajustar o termostato a uma temperatura mais fria do normal quando se liguem os equipamentos de A.C. este fato **NÃO** fará com que o recinto se esfrie mais rápido e poderia causar um esfriamento excessivo, o que se traduz num desperdício incensário.
- ✓ **NÃO** é conveniente ajustar a temperatura dos A.C no verão abaixo de 22 °C (a faixa de temperatura confortável recomendada pela ASHRAE é de 22 a 26 °C no verão), já que

**NÃO** é confortável e supõe um desperdício de energia (por cada grado menos de temperatura, o consumo energético aumenta na faixa de 5% - 7%).

- ✓ Realizar uma correta programação da temperatura de projeto segundo as condições climáticas, o qual pode chegar a gerar uma poupança anual significativa, sempre que elo não implique uma redução substancial das condições de conforto.

Recomenda-se fazer maior seguimento a estas recomendações nos prédios I, L09, C e G. Isto é devido ao estado precário em que se encontram estes equipamentos, além do uso indevido.

### **Equipamentos de Iluminação – E.I:**

Podem-se obter reduções na faixa de 5% até 20% (DI STEFANO, 2000)(LOUÇANO, 2009)(ANDRADE, 2012).

- ✓ Aproveitamento da luz solar.
- ✓ Manter limpas lâmpadas e luminárias para permitir maior iluminação. Desta maneira podem-se obter níveis de iluminação até de 25%, o que reduz a necessidade de manter ligados mais pontos de luz dos requeridos e prolongam a vida meia da lâmpada; implicando uma redução do 20% da energia consumida.
- ✓ Desligar luzes de dependências, quando **NÃO** estiverem em uso, tais como: sala de reunião, banheiros, iluminação ornamentai interna e externa, áreas comuns, etc.
- ✓ Nos espaços exteriores reduzir, quando possível e sem prejuízo da segurança, a iluminação em áreas de circulação, pátios de estacionamento e garagem.
- ✓ Ligar equipamentos de iluminação só onde **NÃO** haja iluminação natural suficiente. Os equipamentos de iluminação só devem ser ligados momentos antes do início do expediente.
- ✓ Redução de níveis de iluminação nas áreas comuns e de circulação.
- ✓ Evite deixar lâmpadas estragadas ou desligadas intencionalmente, mas unidas ao lastro, já que assim seguem consumindo energia elétrica, na ordem de 20% da potência da lâmpada, além de reduzir seu ciclo de vida util.
- ✓ Evite contrastes de luz em torno do local de trabalho.
- ✓ Reduza a altura de montagem das lâmpadas que se encontram muito elevadas. Este tipo de redesenho nos permite colocar menor número de lâmpadas e não afeta o nível de iluminação.

Recomenda-se fazer maior seguimento a estas recomendações nos prédios I e G.

### **Equipamentos de Computação – P.C:**

Garantem reduções de 15% no consumo de energia elétrica (ZHOU *et al.*, 2011)(ENERGY STAR, 2014b)(ENERGY STAR, 2014a)

- ✓ Desligar todos os equipamentos de P.C, ao finalizar as atividades diárias.
- ✓ Configurar o modo de energia dos P.C e gerir adequadamente seu consumo, tais como:
  - i. Ajustar o brilho e contraste da tela (quanto mais brilhante seja este, mais energia consumirá), lembre-se que uma tela menos brilhante também ajuda a reduzir a fadiga nos olhos.
  - ii. Desligar a tela ao fazer paradas de dez (10) minutos ou mais,
  - iii. Para paradas extensas (1 hora ou mais) desligar completamente o equipamento.
- ✓ Manter acionado o programa Energy Star. Esse sistema desliga o monitor sempre que ele não estiver em uso os passos são (sistema operativo vista e XP):
  - i. Clicar em “meu computador”
  - ii. Painel de controle
  - iii. Opções de energia
  - iv. Selecionar plano de energia “EQUILIBRADO”.
  - v. Alterar configurações do plano.
  - vi. Desligar vídeo na faixa de 5 a 15 minutos.
  - vii. Suspender atividade do computador na faixa de 10 a 20 minutos.
  - viii. Salvar alterações.

Recomenda-se fazer maior seguimento a estas recomendações nos prédios I e G.

### **Equipamentos Vários – E.V:**

Estes equipamentos estão ligados uma grande quantidade de horas à rede elétrica, no entanto seu tempo de funcionamento real geralmente é menor, assim, grande parte da energia consumida em sua vida é desperdiçada.

- ✓ As impressoras convencionais e multifuncionais devem deixar-se em modo de suspensão quando **NÃO** estiverem em uso e no final do dia desligá-lo da rede elétrica. “Um fotocopadora que se deixe ligada na noite consome energia suficiente para fazer 1500 copias”.

- ✓ É aconselhável colocar etiquetas nos equipamentos para serem totalmente desligados após o uso.
- ✓ Como trabalho de conscientização, podem ser incluídos nos cartões destes equipamentos o consumo e as emissões equivalentes de CO<sub>2</sub> que estes geram em seu funcionamento normal e em modo de espera.

Recomenda-se fazer maior seguimento a estas recomendações nos prédios I, G e L09.

### **Orientação e Motivação na Comunidade Educativa.**

Propõe-se realizar campanhas e/ou palestras educativas como meio eficaz para controlar e reduzir os consumos de energia elétrica.

Estas ações serão dirigidas a todo o pessoal involucrado, mostrando dados concretos das áreas onde o pessoal se desempenhe. O objetivo é apresentar estadísticas reais da atual situação do bloco em quanto ao consumo de energia, seu meio de controle e o impacto da área específica à que pertence cada um.

Divulgação da informação à comunidade educativa (estudantes, docentes e administrativos) realizar-se por meio das seguintes atividades:

- Murais,
- Folhetos,
- Panfletos,
- Pesquisas,
- Peças de teatro e
- Palestras, etc.

Isto com o fim de que toda a comunidade se comprometa a lograr uma significativa redução dos consumos e custos energéticos, assim como também conquistar a participação na geração de ideias para alcançar este objetivo.

Além das campanhas, é necessário que os diagramas e/ou gráficos de tendência por áreas sejam apresentados em murais nas áreas de maior consumo dos diferentes blocos. É necessário também nomear uma pessoa responsável da atualização para que a comunidade tenha informação de quanto está consumindo e de quanto deveriam consumir, para assim ter consciência do que devem fazer sobre isto. Ou seja, junto aos

gráficos devem estar as medidas gerais da área para reduzir os consumos energéticos. O nome disto é gestão visual.

### Reduções do consumo energético pelas medidas B.P.

Como se apresentou nos resultados obtidos na etapa II, ao se estimar as linhas metas gerais do campus e as específicas dos blocos G e I, é possível melhorar sua eficiência, e assim, diminuir o consumo energético com a mesma tecnologia instalada, significando que não são necessários investimentos em novos equipamentos. Assim, as medidas de EE que juntas podem atingir este potencial de economia foram apresentadas nos itens anteriores.

Das linhas metas gerais do campus apresentadas no capítulo anterior, onde foram obtidos os valores dos potenciais de redução de consumo elétrico do primeiro e segundo semestres os quais estão entorno de 14 MWh/mês para o primeiro semestre e de 16 MWh/mês para o segundo. As medidas propostas de B.P podem ser generalizadas para atingir aqueles potenciais, mas esta pesquisa só se centrará no impacto que geram os dois blocos onde foi possível o análise completo (bloco I 01-02 e G). De acordo com o cálculo feito das linhas bases e metas dos blocos analisados no apartado anterior, obtiveram-se os potenciais de redução específica de cada, as quais estão em torno de 490 kWh/mês no bloco G e de 3332 kWh/mês no bloco I 01-02.

A figura 4.1 mostra as reduções globais que se poderiam obter no campus (semestral e anual), além disso, mostra quanto é a contribuição do potencial de redução dos blocos I e G sobre o consumo total do campus o qual é de 2,36% no primeiro semestre e de 2,19% no segundo semestre, para um total de redução anual de 2,28%.

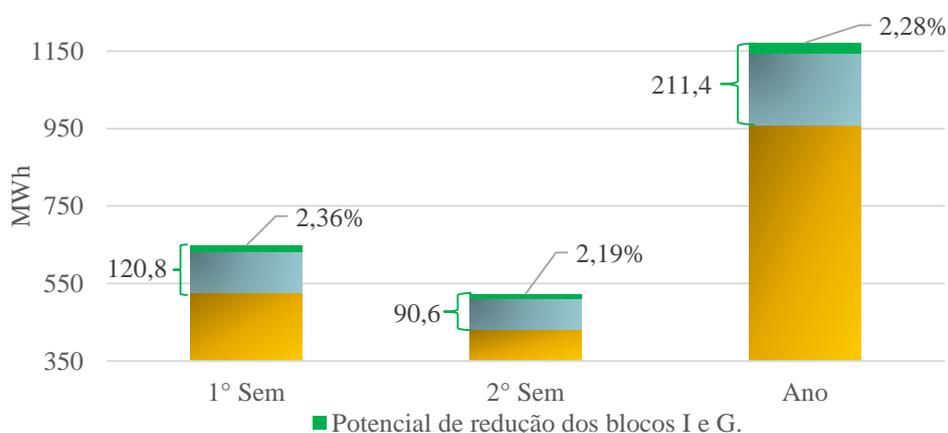


Figura 4.1: Reduções que podem-se obter como a implementação das medidas de B.P.

### **Medidas de Investimento Tecnológico – I.T.**

Estas medidas requerem um aporte financeiro, por isso, nesta seção se desenvolverá uma análise econômica, ou seja, pretende-se calcular quanto é o valor do investimento econômico inicial e com as reduções obtidas por ditas trocas, quando teoricamente o mesmo será retornado.

Para o desenvolvimento deste trabalho serão analisadas as mudanças de equipamentos de ar condicionado (Janela e Split), computadores e iluminação. A continuação é apresentada em três diferentes opções de troca de equipamentos, que podem impactar no consumo de forma individual o conjunta.

- a) **Ar condicionado – A.C:** as áreas climatizadas nos blocos I e G operam 8 horas no dia (H.F.P), 165 dias (verão) ao ano, correspondendo-lhe 61 dias ao primer semestre e 91 dias ao segundo semestre. Segundo o levantamento de dados dos equipamentos de A.C feita nesta dissertação para o bloco I e G, encontrou-se que só o 30% dos equipamentos no bloco I se encontram em bom estado e no bloco G só 25%. Na Tabela 4.10 são apresentados os equipamentos de A.C (janela e/ou Split) com sua carga, o bloco e estado. Segundo PROCEL (PROCEL, 2014b) (PROCEL, 2014a) os A.C tipo Split e janela que tenham a qualificação A, podem alcançar reduções no consumo na faixa de 22,8 até 32,8 % e. Na Tabela 4.11 são apresentados os valores de consumo teórico atuais e os consumos teóricos com equipamentos de A.C eficientes; pode-se observar que com a troca dos equipamentos de A.C se obtém ganhos de 29159,31 kWh/ano no bloco G e de 45984,92 kWh/ano no I.

Tabela 4.1: Equipamentos de A.C que podem ser Trocados

Tipo de A.C	G (Estado)	I (Estado)	W/Unid	G (Uni.)	I (Uni)
Janela 7500	-	Desgastado	754	-	1
Janela 10000	-	Desgastado	1074	-	10
Janela 12000	Desgastado	Desgastado	1308,4	2	2
Janela 15000	-	Desgastado	1596	-	2
Janela 16000	Desgastado	Ok	1696,1	1	2
Janela 18000	-	Desgastado	1890	-	2
Janela 19000	-	Desgastado	2100	-	2
Janela 21000	-	Desgastado	2340	-	1
Janela 30000	-	Desgastado	3092	-	1
Split 7500	Desgastado	Ok	754	2	2
Split 10000	Desgastado	Ok	1074	2	3
Split 11300	Ok	Ok	1100	6	3
Split 18000	Desgastado	Desgastado	1890	5	3
Split 26000	Ok	Ok	2640	1	1
Split 27000	-	Ok	2720	-	1
Split 30000	Desgastado	Desgastado	3092	8	4
Split 60000	-	Desgastado	5270	-	3
<b>TOTAL</b>				<b>27</b>	<b>43</b>

Tabela 4.2: Ganhos anuais que podem ser obter com as trocas dos equipamentos de A.C velhos dos blocos G e I.

Tipo de A.C	G (Uni.)	I (Uni)	W/Unid.	Equipamentos Atuais		Eficiência Energética novos equipamentos (%)	Equipamentos Eficientes	
				kWh/ano (G)	kWh/ano (I)		kWh/ano (G)	kWh/ano (I)
Janela 7500	-	1	754	-	746,46	0,328	-	244,83888
Janela 10000	-	10	1074	-	10632,6	0,302	-	3211,0452
Janela 12000	2	2	1308,4	2590,632	2590,632	0,302	782,370864	782,370864
Janela 15000	-	2	1596	-	3160,08	0,297	-	-
Janela 16000	1	-	1696,1	1679,139	-	0,293	491,987727	-
Janela 18000	-	2	1890	-	3742,2	0,31	-	1160,082
Janela 19000	-	2	2100	-	4158	0,287	-	1193,346
Janela 21000	-	1	2340	-	2316,6	0,282	-	653,2812
Janela 30000	-	1	3092	-	3061,08	0,286	-	875,46888
Split 7500	2	-	754	1492,92	-	0,321	479,22732	-
Split 10000	2	-	1074	2126,52	-	0,321	682,61292	-
Split 18000	5	3	1890	9355,5	5613,3	0,335	3134,0925	1880,4555
Split 30000	8	4	3092	24488,64	12244,32	0,286	7003,75104	3501,87552
Split 60000	-	3	5270	-	15651,9	0,283	-	4429,4877
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>31</b>		<b>41733,35</b>	<b>63917,17</b>		<b>12574,0424</b>	<b>17932,25</b>

- b) **Equipamentos de Computação – P.C:** a mudança destes equipamentos também pode trazer reduções representativas nestes blocos pelo análise feito

no capítulo IV. Teoricamente os equipamentos de computação trabalham 8 horas no dia (H.F.P), 210 dias ao ano. Como já foi explicado em capítulos anteriores o P.C tem três tipos de telas diferentes (CRT, LCD e LED) das quais a mais eficiente é a tipo LED já que seu consumo é menor em comparação as outras existentes. Na Tabela 4.12 pode-se observar a distribuição dos equipamentos de P.C com sua diferentes telas e quantidades nos diferentes blocos. Na tabela 4.13 se obtém os ganhos teóricos pela troca destes equipamentos com telas mais eficientes (LED). Estes ganhos encontram-se em torno de 11532,53 kWh/ano no bloco G e de 22376,59 kWh/ano no bloco I.

Tabela 4.3: Equipamentos de P.C que podem ser trocados nos blocos G e I.

Tipo de P.C	G (Unidades)	I (Unidades)	W/Unid.
CRT	25	17	203
LCD	108	240	163
LCD - Duas Telas	1	9	203
LED	12	15	143
LED – Duas Telas	-	8	163
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>289</b>	

Tabela 4.4: Ganhos que podem-se obter com as trocas dos equipamentos de P.C dos blocos G e I.

Tipo de P.C	G (Uni.)	I (Uni.)	W/Uni.	Equipamentos Atuais		Equipamentos Eficientes	
				kWh/ano (G)	kWh/ano (I)	kWh/ano (G)	kWh/ano (I)
CRT	25	17	203	8526	5797,68	5968,2	4058,376
LCD	108	240	163	29574,72	65721,6	20702,304	46005,12
LCD - Duas Telas	1	9	203	341,04	3069,36	238,728	2148,552
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>	<b>266</b>		<b>38441,76</b>	<b>74588,64</b>	<b>26909,232</b>	<b>52212,048</b>

- c) **Equipamentos de Iluminação – E.I:** Outra opção que os blocos em estudo tem para reduzir seu consumo energético é através da troca das lâmpadas incandescentes e fluorescentes (32W e 42W) por lâmpadas LED. Atualmente, o bloco G tem instalada 1112 lâmpadas, das quais 4 são incandescentes (100 W), 211 de 32W e 897 de 42W; o bloco I tem 1477 e encontra-se distribuídas em 4 incandescentes, 609 de 32 W e 864 de 40W.

sendo que as lâmpadas incandescentes têm uma vida útil e/ou mediana de 1000 h e as fluorescentes de 7500, ou seja tem que ser trocadas cada 42 dias as incandescentes e as fluorescentes de 312 dias, enquanto as LED tem uma carga menor em comparação às lâmpadas já descritas (11W, 16W e 20W) têm uma vida útil de 50000 h, ou seja, teria que ser trocada cada 5 ou 6 anos. O consumo teórico, sendo conservador (uso de 6 h no H.F.P e 3h no H.P), seria o apresentado na Tab 4.14, onde poderíamos obter reduções no consumo elétrico no bloco G de 36,40 MWh/ano e no bloco I de 45,99 MWh/ano.

Tabela 4.5: Ganhos que podem-se obter com as trocas dos equipamentos de Iluminação nos blocos G e I.

Tipo de E.I	G (Uni.)	I (Uni.)	W/Uni.	Equipamentos Atuais		Equipamentos Eficientes	
				kWh/ano (G)	kWh/ano (I)	kWh/ano (G)	kWh/ano (I)
<b>Incandescentes</b>	4	4	100	672	672	73,92	73,92
<b>Fluorescentes de 32 W</b>	211	609	32	11343,36	32739,84	5671,68	16369,92
<b>Fluorescentes de 40 W</b>	897	864	40	60278,4	58060,8	30139,2	29030,4
<b>TOTAL</b>	<b>1112</b>	<b>1477</b>		<b>72293,76</b>	<b>91472,64</b>	<b>35884,8</b>	<b>45474,24</b>

### **Reduções do consumo energético pelas medidas I.T:**

Seguindo as análises feitas nas medidas de I.T, na Figura 4.2 pode-se observar quanto é o impacto no consumo elétrico semestral com a mudanças destes equipamentos nos blocos estudados; sendo de 16,34 % a redução total que se obteria ao fazer a mudança.

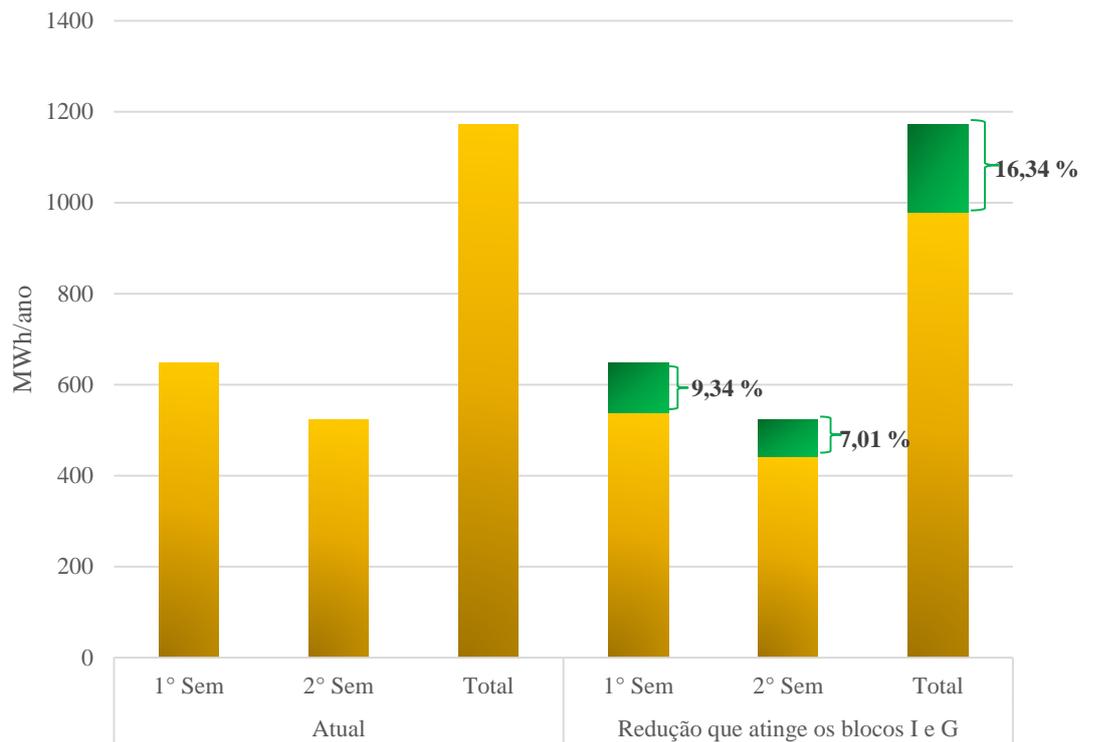


Figura 4.2:Reduções que podem-se obter como a implementação das medidas de I.T.

### **Reduções do consumo energético pelas medidas I.T e B.P:**

Em função das reduções individuais, que pode-se obter pela implementação das medidas de B.P ou I.T, o ideal seria a implementação conjunta das duas medidas, para assim obter o ponto ótimo de redução e obter grandes reduções, e assim, indiretamente, reduzir o impacto ambiental que traz consigo a geração da energia elétrica.

Na Figura 4.3 são apresentados os ganhos que se poderiam obter com a combinação das duas medidas nos blocos I e G, as quais estão entorno de 11,7 e 9,2% para o primer e segundo semestre, além de apresentar o impacto que tem sobre o consumo total do campus que é 18,62%.

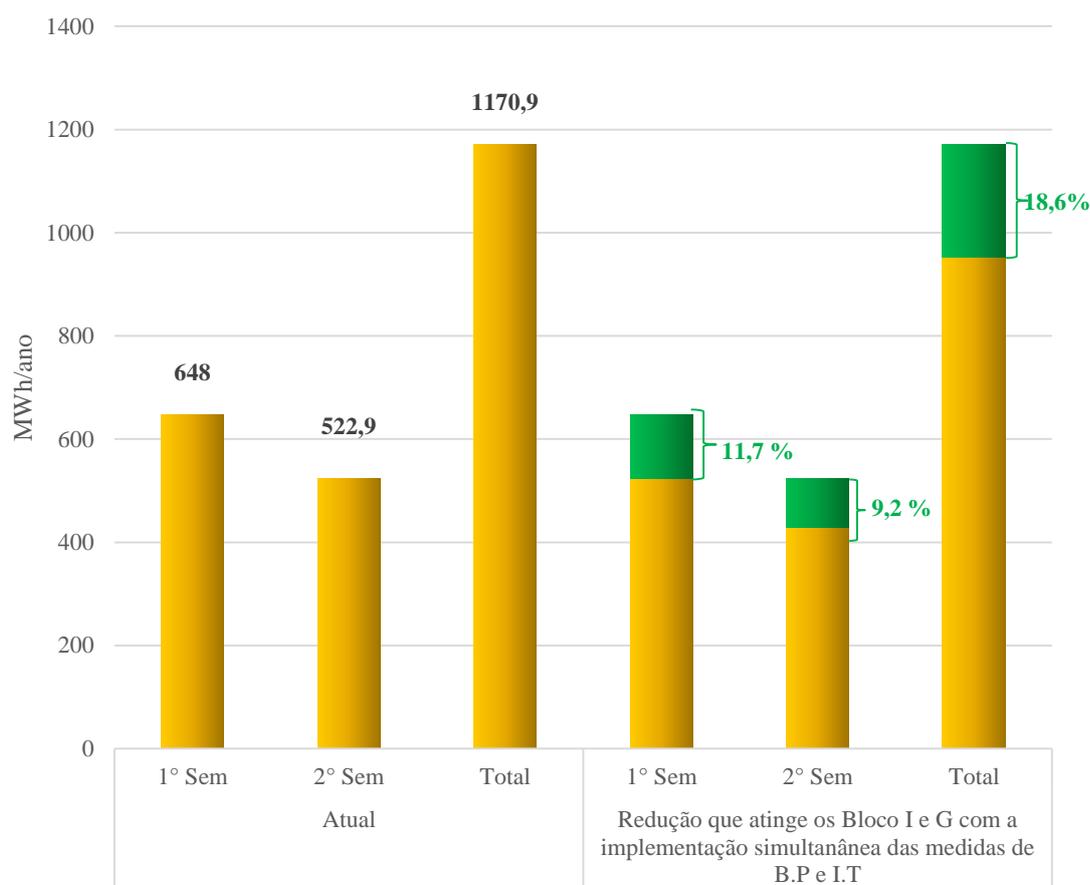


Figura 4.3: Reduções que podem-se obter como a implementação simultânea das medidas de B.P e I.T.

### Atividade I: Viabilidade econômica das medidas de I.T.

#### Características dos investimentos

Para o desenvolvimento desta pesquisa será considerada a medida correspondente à troca de A.C, PC e E.I.

Projeto A – troca de A.C (janela e Split), para este processo só é necessário saber o custo de cada equipamento a trocar, o custo de manutenção (R\$715 por cada 10 A.C) e as quantidades (Tabela 4.15) pelo fato do campus ter pessoal qualificado para a instalação dos equipamentos.

Tabela 4.6:Dados de Investimento Projeto A.

Tipo de A.C	G (Uni.)	I (Uni)	Custo (R\$/Unid)	Investimento	
				R\$ (G)	R\$ (I)
Janela 7500	-	1	737	-	899
Janela 10000	-	10	902	-	9170
Janela 12000	2	2	917	2198	2198
Janela 15000	-	2	1099	-	2198
Janela 16000	1	-	1382	1382	-
Janela 18000	-	2	1665	-	3330
Janela 19000	-	2	1837	-	3674
Janela 21000	-	1	2010	-	2010
Janela 30000	-	1	2399	-	2399
Split 7500	2	-	811	1622	-
Split 10000	2	-	1149	2298	-
Split 18000	5	3	2999	14995	8997
Split 30000	8	4	3256	26048	13024
Split 60000	-	3	4297,95	-	12893,85
Manutenção	20	31	71,5	1430	2216,5
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>31</b>		<b>48543</b>	<b>60792,85</b>

Projeto B – troca das P.C (CRT e LCD), para este processo só é necessário saber o custo de cada equipamento a trocar e a quantidade (Tab 4.16), a MO não é levada é conta pelos mesmos motivos do projeto A.

Tabela 4.7: Dados de Investimento Projeto B.

Tipo de P.C	G (Unidades)	I (Unidades)	Equipament o Eficiente para P.C	Custo (R\$/Unid.)	Investimento	
					R\$ (G)	R\$ (I)
CRT	25	17	AOC E22700SWN	206	R\$ 5.150,00	R\$ 3.502,00
LCD	108	240		206	R\$ 22.248,00	R\$ 49.440,00
LCD - Duas Telas	1	9		412	R\$ 412,00	R\$ 3.708,00
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>289</b>			<b>R\$ 27.810,00</b>	<b>R\$ 56.650,00</b>

Projeto C – troca dos E.I, para este processo só é necessário saber o custo de cada equipamento a trocar e a quantidade (Tab 4.17), a MO não é levada é conta pelos mesmos motivos do projeto A.

Tabela 4.8: Dados de Investimento Projeto C.

Tipo de E.I	G (Uni.)	I (Uni.)	Custo (R\$/Unid.)	Investimento	
				R\$ (G)	R\$ (I)
<b>LED 11W</b>	4	4	17	R\$ 68,00	R\$ 68,00
<b>LED 16W</b>	211	609	40	R\$ 8.440,00	R\$ 24.360,00
<b>LED 20W</b>	897	864	54,9	R\$ 49.245,30	R\$ 47.433,60
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>	<b>266</b>		<b>R\$ 57.753,30</b>	<b>R\$ 71.861,60</b>

### Economias Líquidas de Energia.

Este passo corresponde à determinação do fluxo de caixa de um projeto, com a diferença de que o fluxo de caixa dos investimentos em E.E está dado pelas economias líquidas de energia geradas pela implantação da medida de E.E. Segundo (SALAZAR ARAGON, 2011), para isto, primeiro devem ser calculadas as economias de energia, as quais correspondem à diferença entre o consumo atual e o consumo se a medida for implantada, porém, expressadas em termos monetários, temos que as economias de energia estão dadas pela Equação 4.1.

$$\text{Economia} = (C_A - C_F) * T \quad (4.1)$$

Onde:

$C_A$ = Consumo em kWh atual, ou seja, sem a medida de eficiência energética.

$C_F$ = Consumo em kWh se implantar a medida de eficiência energética.

$T$ = Tarifa paga pelo consumo R\$/kWh.

Para efeitos práticos a tarifa de energia considerou-se a tarifa por consumo de energia e a tarifa por demanda no horário de ponta (1,018 R\$/kWh) e fora de ponta (0,201 R\$/kWh), correspondente ao período de fevereiro – junho de 2014. Deste modo, a tarifa total de energia é de 1,219 R\$/kWh. Substituindo os valores de consumo mensal dos equipamentos e a tarifa na Eq. 4.1, as economias mensais de energia geradas pelos projetos A, B e C no bloco I e G são os apresentados na Tab. 4.18. Em função da Eq 4.1 se calcula as economias gerias que se poderia ter na redução geral do campus encontra-se entorno de R\$ 257.696 ao ano.

Tabela 4.9: Economia Líquida Gerada pelos Projetos nos Blocos G e I.

Projetos	C <sub>A</sub> (kWh/mês)		C <sub>F</sub> (kWh/mês)		T (R\$/kWh)		Economia		Economia	
	G	I	G	I	G	I	R\$ (G)	R\$ (I)	R\$ (G)	R\$ (I)
A	7587,9	11621,3	2286,2	3260,4	1,219		R\$ 6.462,8	R\$ 10.191,9	R\$ 35.545,2	R\$ 56.055,6
B	5491,7	10655,5	3844,2	7458,9			R\$ 2.008,3	R\$ 3.896,7	R\$ 14.058,2	R\$ 27.277,1
C	10327,7	13067,5	5126,4	6496,3			R\$ 6.340,4	R\$ 8.010,3	R\$ 44.382,5	R\$ 56.072,0
A-B-C	23407,2	35344,3	11256,8	17215,6			R\$ 14.811,4	R\$ 22.098,9	R\$ 93.985,9	R\$ 139.404,7

### Calculo Econômico pelos Métodos Tradicionais.

Como já se dispõe das economias de cada projeto, estas podem ser avaliadas pelos métodos tradicionais como VPL, TIR e *Payback*. Na tabela 4.19 e 4.20 são apresentados os dados para cada opção de investimento. Desta forma, as medidas adotadas e simuladas são o VPL e as economias líquidas, já que de acordo com (HARUS, 2009), o primeiro passo é adotar o VPL como medida primária.

Tabela 4.10: Avaliação dos Investimentos Pelos Métodos Tradicionais, Bloco G.

<i>Bloco G</i>				
	Opção A	Opção B	Opção C	Opção A - B - C
<i>Investimento (R\$)</i>	48.543,00	27.810,00	57.753,30	134.106,30
<i>Economia Líquida (R\$)</i>	35.545,20	14.058,15	44.382,52	93.985,87
<i>VPL</i>	36.296,45	33.416,92	135.544,15	159.154,28
<i>Payback</i>	1,4	2,0	1,3	2,6
<i>TIR (%)</i>	49%	45%	74%	30%

Tabela 4.11: Avaliação dos Investimentos Pelos métodos Tradicionais, Bloco I.

<i>Bloco I</i>				
	Opção A	Opção B	Opção C	Opção A - B - C
<i>Investimento (R\$)</i>	60.792,85	56.650,00	71.861,60	189.304,45
<i>Economia Líquida (R\$)</i>	56.055,62	27.277,07	56.072,05	139.404,73
<i>VPL</i>	25.266,20	62.148,73	172.346,79	324.419,16
<i>Payback</i>	1,8	2,1	1,3	1,6
<i>TIR (%)</i>	32%	42%	75%	58%

Para os cálculos apresentados nas Tab. 4.19 e 4.20 se assumiu uma taxa mínima de atratividade “TMA” do 10% a.a., já que os investimentos em E.E no Brasil são baixos, os horizontes de fluxo foram tomados pela vida útil dos equipamentos e o horizonte na

combinação dos três projetos (A-B-C) se deixa pela vida útil do equipamento de maior duração. Nas tabelas 5.10 e 5.11 pode-se observar que cada opção (A, B, C ou a combinação das três) gera ganhos econômicos consideráveis com os quais se compensam os investimentos feitos. Isto quer dizer que qualquer das opções que seja escolhida vai representar uma redução viável no consumo elétrico.

### **Atividade J: Benefícios Ambientais**

Todas as distintas e multiplex atividades diárias produzidas nos institutos de educação superior produzem emissões de dióxido de carbono, que promovem o efeito de estufa e como é bem sabido as alterações climáticas são um tema prioritário no mundo para o século XXI. Por isto foi criado o *Carbon Footprint* (Termo inglês) ou Pegada de carbono, a qual mede o total das emissões de gases de efeito estufa causados diretamente e indiretamente por um indivíduo, organização, evento ou produto. Em termos gerais é nossa pegada ambiental no mundo.

Em função dos cálculos de consumo elétrico feitos na seção anterior procede-se a fazer o cálculo da pegada de CO<sub>2</sub> produzida pela UNIFEI, além de calcular o que se deixariam de emitir se se obtivessem os ganhos no consumo energético. A equação 4.2 (HONG; KOO; JEONG, 2012) foi a implementada para o cálculo do fator de emissões de CO<sub>2</sub>.

$$\begin{aligned} & \text{Emissões de CO}_2 \text{ por consumo de energia elétrica (tCO}_2\text{)} \\ & = (\text{Consumo anual de energia elétrica (MWh)}) \\ & * (\text{fator de emissão de carbono pela geração de energia elétrica (tCO}_2 \\ & \text{/MWh)}) \end{aligned} \tag{4.2}$$

Para fazer estes cálculos tomou-se por base um fator médio de emissões no Brasil, correspondente ao ano 2014 de 0,13 tCO<sub>2</sub>/MWh segundo os dados apresentados em (MCTI, 2014) e o consumo gerado pelo campus no ano 2014. Os resultados obtidos são apresentados na Figura. 4.4, a qual condessa as emissões atuais da UNIFEI (152,2 tCO<sub>2</sub> ao ano) e a redução que se poderiam obter com a implementação e seguimento das boas práticas nos blocos analisado (3,5 tCO<sub>2</sub> ao ano), além das reduções dos investimentos tecnológicos (24,8 tCO<sub>2</sub>).

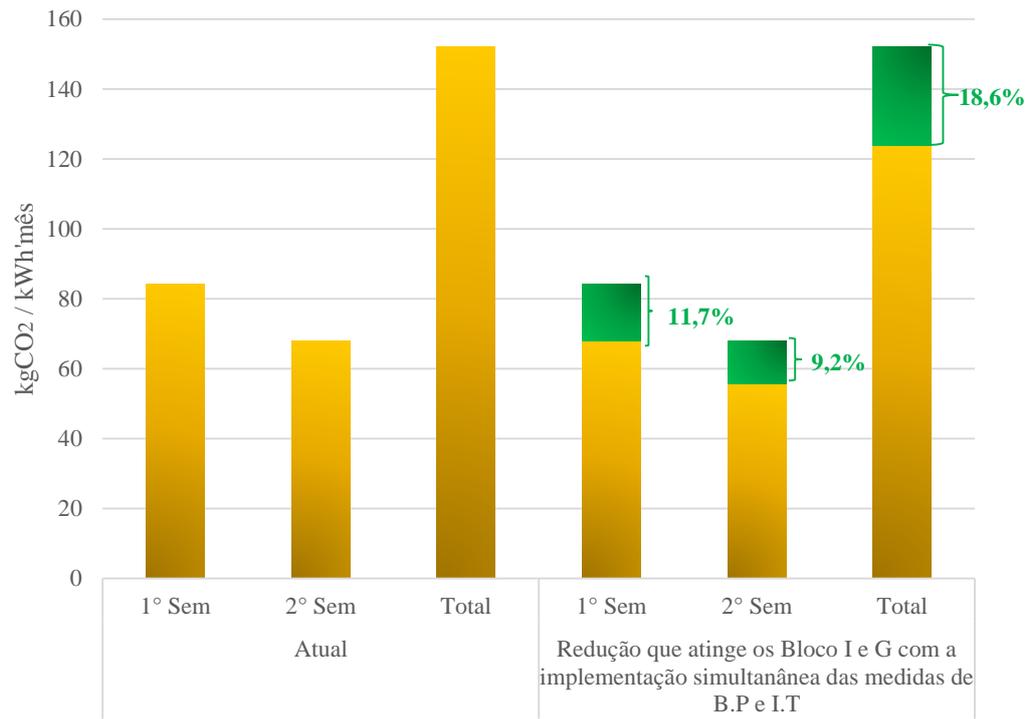


Figura 4.4: Emissões de CO2 Atuais e as Reduções que podem ser obter pela implementação das medidas de E.E.

## **CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.**

### **5.1 Conclusões.**

- I. A metodologia proposta para o estabelecimento e seguimento de um indicador de E.E pode ser aplicada a qualquer instalação de um IES e tem as seguintes vantagens a respeito dos indicadores atuais utilizados para administração do uso da energia:
  - a. Não se baseia em um indicador absoluto de consumo de energia, mas se baseia em uma linha base de desempenho que se estabelece para condições similares do tempo, dos fatores climáticos, do tipo da instalação, ocupação, etc. Estes estão implícitos na equação. Caso existam condições completamente diferentes em vários períodos do ano que não possam ser modelados em uma só equação, é possível estabelecer tantas linhas bases como sejam necessárias.
  - b. O estabelecimento da linha base utiliza um método de filtrado de dados que garante eliminar da amostra casos com comportamentos atípicos, intermitentes e não frequentes no consumo que geralmente não dependem do manejo eficiente da energia.
- II. A metodologia proposta para a identificação e estabelecimento das variáveis de controle da EE é aplicável a qualquer tipo de instalação de uma IES e permite:
  - a. Realizar a identificação dos equipamentos e áreas chaves da EE do IES, não pela magnitude do consumo absoluto de energia, mas pela magnitude das perdas de energia não associadas à produção o serviço realizado pelo equipamento.
  - b. Elaborar um elenco de ações preventivas e corretivas para executá-las em tempo real da operação para o desvio desfavorável do valor padrão do indicador de EE considerado.
- III. A metodologia apresentada é flexível e adaptável, já que cada instalação universitária pode definir os intervalos de tempo ou periodicidade de execução do controle do indicador, a que nível ou níveis organizacionais estabelecer o registro, seguimento ou monitoramento e a quem outorga os níveis de decisão correspondentes para atuar sob as variáveis de controle identificadas. Isto pode quedar plasmado em um Manual de Gestão da Eficiência Energética da instituição e padronizado em forma de procedimentos operacionais.
- IV. A caracterização energética do campus Professor José Rodrigues SEABRA mostra que os consumos de energia elétrica se mantiveram abaixo da média nos anos 2010 e 2011,

incrementando-se consideravelmente os consumos no ano 2012, chegando a exceder o consumo médio, isto devido ao crescimento do campus. Além disso, a caracterização permite identificar e classificar os períodos de consumo elétrico no campus da UNIFEI, os quais são:

- a. Primeiro semestre acadêmico, composto geralmente pelos meses de março até junho, este período contém duas estações: verão e inverno.
  - b. Férias de meados do ano, composta pela estação de inverno, os meses são julho e agosto.
  - c. Segundo semestre, meses de setembro a novembro, composta pela estação de verão.
  - d. Férias de fim e início de ano, meses de dezembro a fevereiro: estação verão.
- V. Em função da implementação da metodologia apresentada nesta dissertação, mostra-se que as variáveis mais influentes no consumo do campus Professor José Rodrigues SEABRA (UNIFEI) são:
- a. As estações do ano.
  - b. Os períodos acadêmicos e de férias.
  - c. Sua ocupação e utilização por áreas.
- VI. Para as instalações dos IES o índice a nível geral que se deve utilizar é o consumo de energia elétrica (kWh) seja diária, semanal, mensal e/ou anual.
- VII. Seguindo a metodologia proposta obteve-se as equações lineares com bom nível de correlação nos períodos de primer e segundo semestre, estas são:
- a.  $E = 3904,7 \text{ (kWh-mês)} + 109435 \text{ (primer semestre)} \quad R^2 = 0,80$
  - b.  $E = 5582,9 \text{ (kWh-mês)} + 114853 \text{ (segundo semestre)} \quad R^2 = 0,79$
- VIII. O potencial de economia energética sem mudança tecnológica que existe em cada período analisado é de:
- a. 14260 kWh/mês (primer semestre).
  - b. 16043 kWh/mês (segundo semestre).
- IX. Devido às limitações deste trabalho, que não permitiram a realização de medições em todos os prédios que compõem ao campus Professor José Rodrigues SEABRA (UNIFEI), a metodologia foi aplicada em apenas cinco prédios (I 01 e 02, L09, C e G) que representam 51,7%, dos quais só os blocos I e G tem as medidas de consumo diárias completas. Estes blocos representam 30,2 % do consumo total do campus.

- X. A prioridade de eficiência energética nos equipamentos, tem-se que centralizar da seguinte forma:
- a. Bloco I: os equipamentos de A.C (33,6%), E.I (56,7%), P.C (77,2%), E.V(94,9%) e E.L (100%)
  - b. Bloco C: E.L (32,35%), A.C (56,8%) , P.C (74,71%) e E.V (89,7%), e E.I (100%)
  - c. Bloco L09: E.L (52,5%), A.C (71,1%) e P.C (83,6%), E.V(94,09%) e E.I (100%)
  - d. Bloco G: A.C (34,4%), E.I (60,9%), E.V (86,4%) e E.I (100%).
- XI. Para os prédios do campus o índice específico que tem-se que implementar é **kWh/AUDeq.**
- XII. As equações lineares das linhas bases calculadas para o bloco I 01 -02 achadas são:
- a.  $E = 19,173 \text{ AUDeq} + 215,22$  (Meses de inverno);  $R^2 = 0,90$
  - b.  $E = 30,964 \text{ AUDeq} + 351,51$  (Meses de verão);  $R^2 = 0,84$
- XIII. O potencial de redução do consumo energético sem mudança tecnológica que existe no bloco I é o seguinte:
- a. 41,43 kWh/dia, ou seja 1242,9 kWh/mês (Meses de inverno).
  - b. 69,65 kWh/dia, ou seja 2089,5 kWh/mês (Meses de verão).
- XIV. As equações lineares calculadas para o bloco G são as seguintes:
- a.  $E = 4,96 \text{ AUDeq} + 30,93$  (Meses de verão);  $R^2 = 0,87$
- XV. O potencial de redução do consumo energético sem mudança tecnológica que existe no bloco G é o seguinte:
- a. 30,93 kWh/dia, ou seja 927,9 kWh/mês (Meses de verão).
- XVI. Com as medidas de investimento tecnológico propostas neste trabalho podem-se conseguir diversas economias no consumo energético destes dois prédios e assim diminuir o consumo geral do campus, estas reduções bem dadas da seguinte maneira:
- a. I.T em A.C, economias de consumo elétrico entorno de 29159,31 kWh/ano (G) e 45984,92 kWh/ano (I). Economias líquidas entorno de R\$ 35.545,20 e R\$ 56.055,62 respetivamente.
  - b. I.T em P.C, reduções nos blocos G e I de 11532,53 e 22376,59 kWh/ano, com economias líquidas de R\$ 14.058,15 e R\$ 27.277,07.
  - c. I.T em E.I, economias de consumo elétrico entorno de 36408,96 e 45998,40 kWh/ano respetivamente nos blocos G e I, com economias líquidas de R\$ 44382,52 e R\$ 56.072,05 respetivamente.

- XVII. Segundo as avaliações feitas, para os projetos A, B e C, são investimentos que apresentam uma boa relação custo/benefício. Igualmente, se foram implementadas como uma só opção, e não como opções independentes, também serão gerados benefícios para o campus da UNIFEI ao reduzir o consumo de energia através de um investimento onde há economias líquidas e VPL positivos.

## **5.2 Recomendações.**

A eficiência energética traz vantagens tanto econômicas quanto ambientais, pois ao reduzir o consumo de energia, suas respectivas despesas são reduzidas e também o impacto no meio ambiente. Porém, é necessário observar que não é simplesmente trocar a tecnologia convencional pela nova tecnologia, mas sim compreender e por em prática o uso racional dos recursos energéticos. Mas, para atingir este patamar, é necessário que as organizações compreendam os benefícios da EE, inclusive a alta gerência, tornando-a um objetivo estratégico que pode ser atingido através de políticas energéticas que se fundamente na norma ISO50001.

Se sugere que se implemente o modelo em todas as edificações do campus, quando estiverem ativos todos os medidores instalados nos diferentes prédios que o compõem. Assim seria possível avaliar uma redução global e implementar o indicador kWh/AUDeq de maneira geral.

Também recomenda-se fazer estudos e análises profundos nas características térmicas e de luminosidade em todos os prédios, para assim avaliar e selecionar os equipamentos corretos para o funcionamento eficiente dos prédios.

## REFERÊNCIAS.

ABNT. *Iso 50001*. Disponível em: <[http://www.iso.org/iso/iso\\_50001\\_energy-es.pdf](http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2014.

ABULFOTUH, Fuad. Energy efficiency and renewable technologies: the way to sustainable energy future. *Desalination*, v. 209, n. 1-3, p. 275–282, abr. 2007. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0011916407001312>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

ACHEE. *Guia de Implementacion de Sistemas de Gestion de la Energia basado en la ISO 50001*. 2°. ed. Santiago, Chile: [s.n.], 2012. p. 76 Disponível em: <<http://www.peeep.cl/pdf/recursos/guia-implementacion-iso-50001.pdf>>.

ACOLTZI ACOLTZI, Higinio; PEREZ REBOLLEDO, Hugo. ISO 50001, Gestión de Energía. v. 157, p. 5, 2011. Disponível em: <<http://www.iie.org.mx/boletin042011/tecnico.pdf>>.

ALPANDA, Sami; PERALTA ALVA, Adrian. Oil crisis, energy-saving technological change and the stock market crash of 1973–74. *Review of Economic Dynamic*, v. 13, n. 4, p. 824–842, out. 2010. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1094202510000190>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

ALVEZ GODOI, Jose Maria. *Metodologia para Gestao da Eficiencia Energetica de Sistemas Industriais Sob Condicionantes Socioambientais Sustentaveis*. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade de Sao Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2008/Monografias/Godoi-Monografia.pdf>>.

ANDRADE, Pedro Brogueira. *Eficiência Energética em Edifícios : Oportunidades e Desafios*. 2012. Dissertação (Mestrado). Univesidade do Porto, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuário/Downloads/000151060.pdf>>.

ANDRADE SILVA, Fabiano Ionta; GUERRA, Sinclair Mallet Guy. Analysis of the energy intensity evolution in the Brazilian industrial sector—1995 to 2005. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 13, n. 9, p. 2589–2596, dez. 2009. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032109000136>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

BARROSO KRAUSE, Claudia; PITANGA MAIA, Jose Luis. *Manual de Prédios Eficientes em Energia Elétrica*. 15. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2002. p. 228 Disponível em: <<http://biblioteca.escolaprofissional.com.br/manual-de-predios-eficientes-em-energia-eletrica/>>.

BARROTO NORDELO, Anibal B. *Gestión Energética en el Sector Productivo y los Servicios*. Cuba, Cienfuegos: [s.n.], 2006. p. 104

BARROTO NORDELO, Anibal B.; MONTEAGUDO YANES, Jose P. *Gestion Energetica en el Setor Productivo y los Servicios*. Cuba, Cienfuegos: [s.n.], 2006. p. 104

CAMPOS, Juan Carlos Avella. *Libro Eficiencia Energetica*. 1. ed. Cienfuegos: [s.n.], 2003. p. 91

CAMPOS, Juan; SALAS, Adriana Palencia. *Guía de implementación de un sistema de gestión de la energía basada en la ISO 5000*. 1. ed. Barranquilla: [s.n.], 2013. p. 171

CARRIER. *Manual de Aire Acondicionado de Carrier*. 1. ed. Barcelona: [s.n.], 2009. p. 640

CASTRILLON LOPES, Juarez. *Manual de Tarifação da Energia Elétrica*. 2°. ed. São Paulo: [s.n.], 2002. p. 40 Disponível em: <[http://www.joinville.ifsc.edu.br/~aryvictorino/leituras\\_SIP\\_2011-1/sugestão de leitura da aula 7 - manual tarifação - procel.pdf](http://www.joinville.ifsc.edu.br/~aryvictorino/leituras_SIP_2011-1/sugestão de leitura da aula 7 - manual tarifação - procel.pdf)>.

CHEILARI, Anna *et al.* Effects of the fuel price crisis on the energy efficiency and the economic performance of the European Union fishing fleets. *Marine Policy*, v. 40, n. June 2011, p. 18–24, jul. 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308597X12002473>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

CONFEDERACION EMPRESARILA DE MADRID, CEIM. *Guia para la implantacion del Sistema de Gestion Energetica*. . Madrid: [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://www.comunidadism.es/herramientas/guia-para-la-implantacion-del-sistema-de-gestion-energetica-en-pymes-industriales>>.

CRISTINA, Ana. *Políticas para a Promoção da Eficiência Energética na Indústria Portuguesa*. 2012. Dissertação (Mestrado). Universidade Nova de Lisboa, 2012. Disponível em: <[http://run.unl.pt/bitstream/10362/8431/1/Brazao\\_2012.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/8431/1/Brazao_2012.pdf)>.

DE ALMEIDA, Paulo Roberto. As relações econômicas internacionais do Brasil dos anos 1950 aos 80 Brazil ' s international economic relations , from 1950s to 1980s. *Revista Brasileira de Política Internacional*, p. 60–79, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpi/v50n2/a05v50n2.pdf>>.

DE SOUZA MARTINS, Maria Paula. *Monografia: Inovação Tecnologia e Eficiência Energética*. 1999. Universidade Federal Do Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <[file:///C:/Users/Usuário/Downloads/Inovação Tecnológica e Eficiência Energética.pdf](file:///C:/Users/Usuário/Downloads/Inovação%20Tecnológica%20e%20Eficiência%20Energética.pdf)>.

DI STEFANO, Julian. Energy efficiency and the environment: the potential for energy efficient lighting to save energy and reduce carbon dioxide emissions at Melbourne University, Australia. *Energy*, v. 25, n. 9, p. 823–839, set. 2000. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360544200000153>>.

DÖRR, Marcus; WAHREN, Sylvia; BAUERNHANSL, Thomas. Methodology for Energy Efficiency on Process Level. *CIRP*, v. 7, p. 652–657, jan. 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221282711300317X>>. Acesso em: 21 ago. 2013.

DRAPER, Norman; SMITH, Harry. *Applied Regression Analysis*. 3 ed. ed. [S.l: s.n.], 2013. p. 736

DRUMM, C. *et al.* STRUCTese® – Energy efficiency management for the process industry. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, v. 67, p. 99–110, maio 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0255270112001845>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

DRUMOND, Marcia; OCTAVIO, Rodrigo. Metodologia para Gestão Energética em Predios Públicos. *CIER*, p. 10, 2005. Disponível em: <[http://cdeam.ufam.edu.br/attachments/article/107/gestao\\_energ.pdf](http://cdeam.ufam.edu.br/attachments/article/107/gestao_energ.pdf)>.

ELIAS, Oureste. Medidas de Gestão Energética de baixo custo como estratégia para redução de custos com energia elétrica. *Unesp*, p. 117–134, 2012. Disponível em: <<http://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/viewFile/921/467>>.

ENERGY STAR. *ENERGY STAR® Program Requirements for Computers Partner Commitments*. Disponível em: <[https://www.energystar.gov/sites/default/files/specs/Version 6 1 Computers Final Program Requirements.pdf](https://www.energystar.gov/sites/default/files/specs/Version%206%201%20Computers%20Final%20Program%20Requirements.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2014a.

ENERGY STAR. *ENERGY STAR® Program Requirements for Displays Table of Contents ENERGY STAR® Program Requirements for Displays Partner Commitments*. Disponível em: <[http://www.energystar.gov/ia/partners/product\\_specs/program\\_reqs/Displays\\_Program\\_Requirements.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/product_specs/program_reqs/Displays_Program_Requirements.pdf)>. Acesso em: 21 maio 2014b.

ESCOBAR PALACÍO, José Carlos. *Análisis Estacional del Comportamiento Energetico del Hotel "Jagua."* 2004. Dissertação (Mestrado). Universidad de Cienfuegos, 2004.

EVANDRO DE SOUZA, Dâmaso. *Eficiência energética - quantificação, IPMVP e contrato de performance*. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, 2004. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15038/1/2004\\_EvandrodeSouzaDamaso.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15038/1/2004_EvandrodeSouzaDamaso.pdf)>.

FERNANDO, Luiz; PINTO, Mirault. *A função metrológica em um sistema de gestão*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <[http://banasmetrologia.com.br/wp-content/uploads/2013/08/BQ-253\\_A-função-metrológica.pdf](http://banasmetrologia.com.br/wp-content/uploads/2013/08/BQ-253_A-função-metrológica.pdf)>. , 2011

FILIPE, Hélder; ALVES, Novais. *Eficiência Energética em Edifícios da Lipor I*. 2011. Universidade de Porto, 2011. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61511/1/000149150.pdf>>.

FINDINGS, Key. *Global Energy Assessment (GEA)*. (Thomas B. Johansson et al., Org.). Cambridge: Cambridge University Press, 2012. Disponível em: <<http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9780511793677>>.

GASPAR, Carlos. *Eficiência Energética na Indústria*. . Gaia: ADENE, Agência para la Energia. Disponível em: <[http://horacio.no.sapo.pt/Eficiencia Energética na Indústria ADENE.pdf](http://horacio.no.sapo.pt/Eficiencia%20Energetica%20na%20Industria%20ADENE.pdf)>. , 2004

GOLDEMBERG, José; SIQUEIRA PRADO, Luiz Tadeo. The decline of sectorial components of the world's energy intensity. *Energy Policy*, v. 54, p. 62–65, mar. 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421512009883>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

HARUS, Niklas Christian. *Analyzing energy efficiency investments in the process industry - Case Sachtleben Pigments Oy*. 2009. Dissertação (Mestrado). HELSINKI SCHOOL OF ECONOMICS, 2009. Disponível em: <[http://epub.lib.aalto.fi/en/ethesis/pdf/12115/hse\\_ethesis\\_12115.pdf](http://epub.lib.aalto.fi/en/ethesis/pdf/12115/hse_ethesis_12115.pdf)>.

HONG, Taehoon; KOO, Choongwan; JEONG, Kwangbok. A decision support model for reducing electric energy consumption in elementary school facilities. *Applied Energy*, v. 95, p. 253–266, jul. 2012. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306261912001511>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

INSTITUTE FOR BUILDING EFFICIENCY. *2012 Energy Efficiency Indicator : Global Results Executive Summary*. . [S.l: s.n.], 2012. Disponível em: <[http://www.institutebe.com/InstituteBE/media/Library/Resources/Energy Efficiency Indicator/2012-EEI-Global-Results-Executive-Summary.pdf](http://www.institutebe.com/InstituteBE/media/Library/Resources/Energy%20Efficiency%20Indicator/2012-EEI-Global-Results-Executive-Summary.pdf)>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, IEA. *25 Energy Efficiency Policy, Recommendations*. . [S.l: s.n.], 2011a. Disponível em: <[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/25recom\\_2011.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/25recom_2011.pdf)>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, IEA. *Clean energy Progress Report*. . [S.l: s.n.], 2011b. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/clean-energy-progress-report.html>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, IEA. *Energy Management Programmes for Industry*. . [S.l: s.n.], 2012a. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/policypathwaysindustry.pdf>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, IEA. *Tracking Clean Energy Progress*. . France: [s.n.], 2012b. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/tracking-clean-energy-progress-2012.html>>.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, IEA. *World Energy Outlook 2010*. . [S.l: s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weo2010.pdf>>.

IWARO, Joseph; MWASHA, Abraham. Energy Efficient Design in Buildings. *Energy and Environment*, v. 1, n. 5, p. 745–756, 2010. Disponível em: <[http://www.ijee.ieefoundation.org/vol1/issue5/IJEE\\_01\\_v1n5.pdf](http://www.ijee.ieefoundation.org/vol1/issue5/IJEE_01_v1n5.pdf)>.

JANNUZZI, Antonio Cezar. *REGULAÇÃO DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA SOB O FOCO DO CONSUMIDOR REGULAÇÃO DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA*. 2007. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2007. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2712/1/Dissert\\_Antonio Jannuzzi.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/2712/1/Dissert_Antonio%20Jannuzzi.pdf)>.

JOLLANDS, Nigel *et al.* The 25 IEA energy efficiency policy recommendations to the G8 Gleneagles Plan of Action. *Energy Policy*, v. 38, n. 11, p. 6409–6418, nov. 2010. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421509009690>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

LINARES, Pedro. *Eficiencia Energética y Medio Ambiente*. Disponível em: <[http://www.iit.upcomillas.es/pedrol/documents/eficiencia\\_y\\_medio\\_ambiente.pdf](http://www.iit.upcomillas.es/pedrol/documents/eficiencia_y_medio_ambiente.pdf)>. Acesso em: 14 nov. 2013.

LOUÇANO, Nelson Ramos. *Eficiência energética em edifícios : Gestão do sistema iluminação Engenharia Industrial Ramo Engenharia Electrotécnica*. 2009. 2009.

M.A, Saidel; L.B, Favato. Gestão pública de energia elétrica: o programa permanente para o uso eficiente de energia na usp. p. 6, 2006. Disponível em: <[http://www.joinville.ifsc.edu.br/~aryvictorino/leituras\\_SIP\\_2011-1/sugestão de leitura da aula 8 - gestão pública de energia elétrica.pdf](http://www.joinville.ifsc.edu.br/~aryvictorino/leituras_SIP_2011-1/sugestão de leitura da aula 8 - gestão pública de energia elétrica.pdf)>.

MANUEL, Levindo; SOEIRO, Marquinhos. *Plano de Aumento da Eficiência Energética em Edifícios Municipais*. 2011. Dissertação (Mestrado). Universidade do Porto, 2011. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63393/1/000149829.pdf>>.

MCTI. *Fatores de Emissão de CO2 pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/72764.html>>.

MINISTERIO DE FOMENTO. *Plan de ahorro , eficiencia energética y reducción de emisiones en el transporte y la vivienda*. . Espanha: [s.n.], 2011. Disponível em: <<http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/3A6E2F43-5449-45ED-B6DC-3C39E9E6AA30/101081/11040601P3PlanAhorroenergetico.pdf>>.

MOREIRA SANTOS, Afonso Heriques; HORTA NOGUEIRA, Luiz Augusto. *Eficiência Energética: Teórica e Prática*. 1. ed. Itajuba: Eletrobras / Procel, 2007. p. 244

MOREIRA SANTOS, Afonso Heriques; HORTA NOGUEIRA, Luiz Augusto; SILVA LORA, Electo Eduardo. *Conservação de Energia*. 3. ed. Itajuba: [s.n.], 2006. p. 621

NATIONS, United; DEVELOPMENT, Industrial. *Barriers to industrial energy efficiency: a literature review*. . Vienna: [s.n.], 2011. Disponível em: <[http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Publications/Research\\_and\\_statistics/Branch\\_publications/Research\\_and\\_Policy/Files/Working\\_Papers/2011/WP102011\\_Barriers to Industrial Energy Efficiency - A Literature Review.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Research_and_statistics/Branch_publications/Research_and_Policy/Files/Working_Papers/2011/WP102011_Barriers_to_Industrial_Energy_Efficiency_-_A_Literature_Review.pdf)>.

NORMA INTERNACIONAL. *Norma ISO 50001:2011*. . Suíça: ISO, 2011.

OLADE. *Documento de visión de la Eficiencia Energética en España*. . Madrid, España: Gobierno de España. Disponível em: <[http://www.energylab.es/fotos/090930102106\\_qv9m.pdf](http://www.energylab.es/fotos/090930102106_qv9m.pdf)>. , 2009

OLIVEIRA, Lilian Silva D E. *Gestão energética de edificações públicas no brasil*. 2013. Teses (Doutorado). Universidade de Brasília, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13484/1/2013\\_LilianSilvadeOliveira.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13484/1/2013_LilianSilvadeOliveira.pdf)>.

OLIVEIRA, Lilian Silva D E; DE, Lilian Silva. *GESTÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO CAMPUS DA UnB*. 2006. Dissertação (Mestrado). Univesidade de Brasília, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/2349>>.

OLIVIER, Jos; JANSSENS, Greet; PETERS, Jeroen. *Trends in global CO2 emissions 2012*. . [S.l: s.n.], 2012. Disponível em: <<http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>>.

OMER, Abdeen Mustafa. Energy, environment and sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 12, n. 9, p. 2265–2300, dez. 2008. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032107000834>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

PACHECO, R.; ORDÓÑEZ, J.; MARTÍNEZ, G. Energy efficient design of building: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 16, n. 6, p. 3559–3573, ago. 2012. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032112002286>>. Acesso em: 13 ago. 2013.

PATTERSON, Murray G. What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, v. 24, n. 5, p. 377–390, 1996.

PENA, Antonio Carretero; GARCÍA, Juan Manuel. *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. AENOR ed. España: [s.n.], 2012. p. 216 Disponível em: <<http://www.aenor.es/aenor/normas/ediciones/fichae.asp?codigo=9451#.VM9lyWjF8QM>>.

PEREIRA, Ricardo H; BRAGA, Sergio L; FREIRE, Carlos V M Braga L G De M. *GERAÇÃO DISTRIBUIDA DE ENERGIA ELÉTRICA – APLICAÇÃO DE MOTORES BICOMBUSTÍVEL DIESEL / GÁS NATURAL*. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0433\\_05.pdf](http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0433_05.pdf)>. , 2005

PLANALTO, 1891. *CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA DOS ESTADOS UNIDOS DO BRASIL, DE 24 DE FEVEREIRO DE 1981*. Disponível em: <[http://www12.senado.gov.br/orcamento/documentos/outros/linha-do-tempo/Constituicao\\_Republicana\\_de\\_1891.pdf](http://www12.senado.gov.br/orcamento/documentos/outros/linha-do-tempo/Constituicao_Republicana_de_1891.pdf)>.

PLANALTO, 1934. *CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA DOS ESTADOS UNIDOS DO BRASIL, DE 16 DE JELHO DE 1934*. Disponível em: <[http://www12.senado.gov.br/orcamento/documentos/outros/linha-do-tempo/Constuicao\\_Republicana\\_de\\_1934.pdf](http://www12.senado.gov.br/orcamento/documentos/outros/linha-do-tempo/Constuicao_Republicana_de_1934.pdf)>.

PROCEL. *Selo PROCEL de Economia de Energia: Critérios 2014 - Ar tipo Janela*. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7BD9D34774-9AAD-4349-82F1-0D90A15E4220%7D&ServiceInstUID=%7BAEBE43DA-69AD-4278-B9FC-41031DD07B52%7D.>>>.

PROCEL. *Selo PROCEL de Economia de Energia: Critérios 2014 - Ar tipo Split*. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID={71A5E9BE-093C-4530-9AD1-7FD3FFB7ADBE}&ServiceInstUID={AEBE43DA-69AD-4278-B9FC-41031DD07B52}.>>>.

PROCEL. *Sistemas de ar condicionado e refrigeração*. 1. ed. São Paulo: [s.n.], 2002. p. 96 Disponível em: <[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/manual\\_ar\\_condicionado.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/manual_ar_condicionado.pdf)>.

RIVETTI ROCHA, Leonardo Resende; AURELIO, G. Monteiro Marco. *GESTÃO ENERGÉTICA*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. p. 188 Disponível em: <[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/GuiaGestaoEnergetica.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/GuiaGestaoEnergetica.pdf)>.

RODRIGUES HALMEMAN, Maria Cristina. *Determinação de Indicadores de Eficiência e Racionalidade Energética na Produção de Etanol com a Aplicação de Lógica Fuzzy*. 2012. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho,” 2012.

SALAZAR ARAGON, Carolina. *Identificação, Avaliação e Gestão de risco de Investimento em Eficiência Energética*. 2011. Dissertação (Mestrado). UNIFEI, 2011. Disponível em: <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0038653.pdf>>.

SERNA SILVA, Milthon; SANTOS CARVALHO, Cristiano. *Eficiência Energética na Gestão da Conta de Energia Elétrica da Universidade Federal de Sergipe*. . Sao Cristovao: II Congresso Internacional IGLU. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/29185/5.49.pdf?sequence=1>>. , 2011

SOTELO SANCHO, Jose Luis. Tecnologías para un desarrollo sostenible. *Revista Academica de Ciencias Exactas de Fisica*, v. 97, p. 303–318, 2003.

STEUWER, Dagmar Sibyl. *Energy Efficiency Governance*. . Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-3-658-00681-5>>.

THERKELSEN, Peter; MCKANE, Aimee; SCHEIHING, Paul. Assessing the Costs and Benefits of the Superior Energy Performance Program. n. July, p. 14, 2013. Disponível em: <[http://eetd.lbl.gov/sites/all/files/aceee\\_sep\\_paper.pdf](http://eetd.lbl.gov/sites/all/files/aceee_sep_paper.pdf)>.

THOLLANDER, Patrik; PALM, Jenny; ROHDIN, Patrik. *Categorizing Barriers to Energy Efficiency : An Interdisciplinary Perspective*. . Sweden: [s.n.]. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/11463.pdf>>. , 2007

TORRES ACOSTA, Leonel. *Metodología para el análisis del consumo teórico de Energía en Edificios Universitarios*. 2009. Dissertação (Mestrado). Universitat Politècnica de Catalunya, 2009. Disponível em: <[file:///C:/Users/Usuário/Downloads/Leonel\\_Torres.pdf](file:///C:/Users/Usuário/Downloads/Leonel_Torres.pdf)>.

VELASCO, Mariano Cabellos. *Reflexiones Sobre el Ahorro Y la eficiencia energetica*. . Madrid: [s.n.], 2011. Disponível em: <[http://www.funciva.org/uploads/ficheros\\_documentos/1290603034\\_ahorro\\_y\\_eficiencia\\_en\\_ergetica.pdf](http://www.funciva.org/uploads/ficheros_documentos/1290603034_ahorro_y_eficiencia_en_ergetica.pdf)>.

VIDAL BORBA, Maria Cristina; FERREIRA GASPAS, Neide. *Um futuro com energia sustentável : iluminando o caminho*. Sao Paulo: [s.n.], 2007. p. 301

WEA. *Eficiência Energética : Uma receita para el éxito*. . Londres: [s.n.], 2010. Disponível em: <[http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB\\_Eficiencia\\_Energetica\\_Una\\_receta\\_para\\_el\\_exito\\_2010\\_WEC.pdf](http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Eficiencia_Energetica_Una_receta_para_el_exito_2010_WEC.pdf)>.

WILFRID LAURIER UNIVERSITY. *ENERGY MANAGEMENT PLAN PREPARED*. . Waterloo, Ontario: [s.n.]. Disponível em: <[http://legacy.wlu.ca/documents/45363/Final\\_Energy\\_Management\\_Plan.pdf](http://legacy.wlu.ca/documents/45363/Final_Energy_Management_Plan.pdf)>. , 2009

WONGTHARUA, Praphon; HAKEME, Manaswee; INTAMAT, Ittipol. *Total Energy Managment Handbook*. 1. ed. Thailand: [s.n.], 2005. p. 92

WORLD ENERGY COUNCIL. *Eficiência energética: uma análise mundial*. . London: [s.n.], 2010. Disponível em: <[http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB\\_Energy\\_Efficiency\\_-\\_A\\_Recipe\\_For\\_Success\\_2010\\_ExecSummary\\_WEC.pdf](http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Energy_Efficiency_-_A_Recipe_For_Success_2010_ExecSummary_WEC.pdf)>.

ZHOU, Nan *et al.* Analysis of potential energy saving and CO2 emission reduction of home appliances and commercial equipments in China. *Energy Policy*, v. 39, n. 8, p. 4541–4550, ago. 2011. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421511003107>>. Acesso em: 30 out. 2014.

# ANEXOS

## ANEXO I – PLANOS ARQUITETÔNICOS.

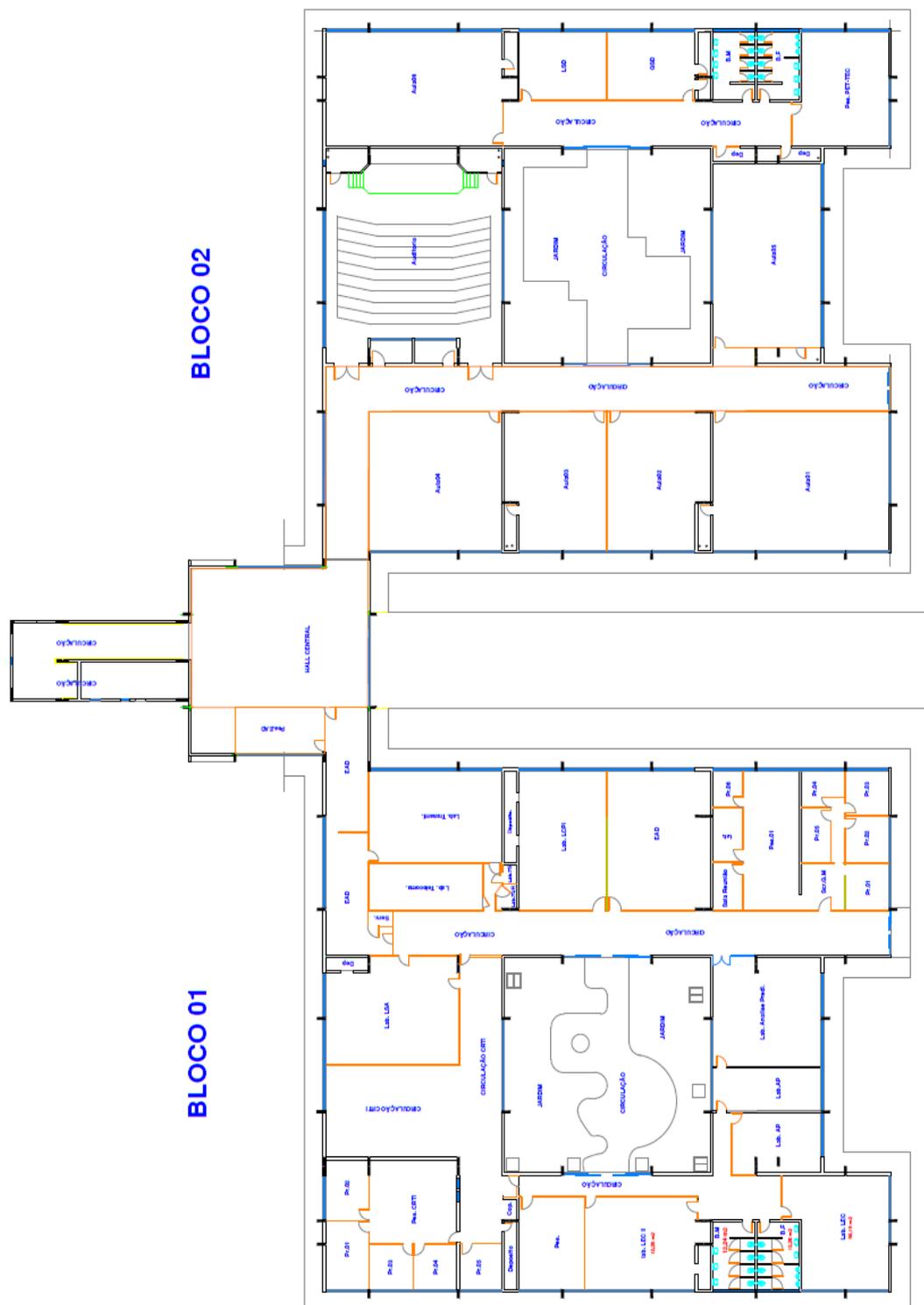


Figura A1: Planta Inferior do Bloco I01-02.



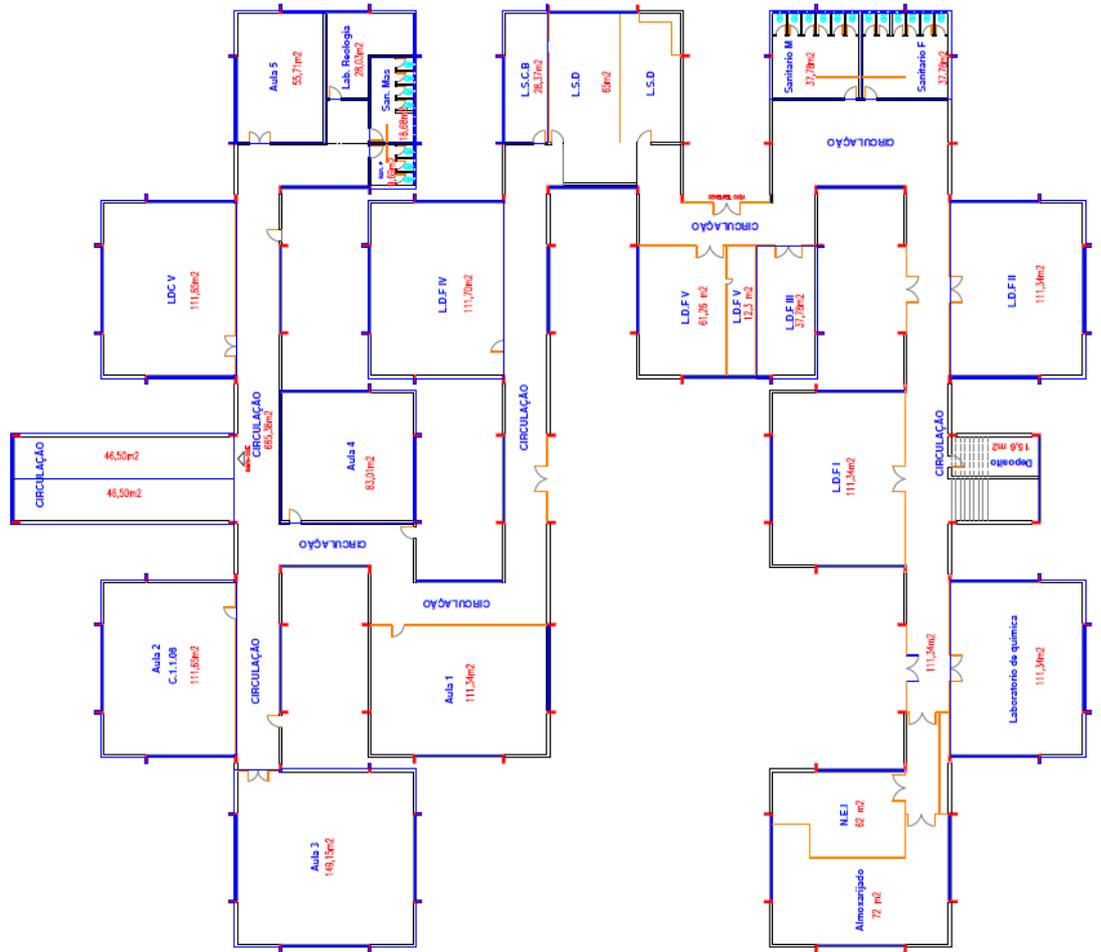


Figura A3: Planta superior do Bloco C.

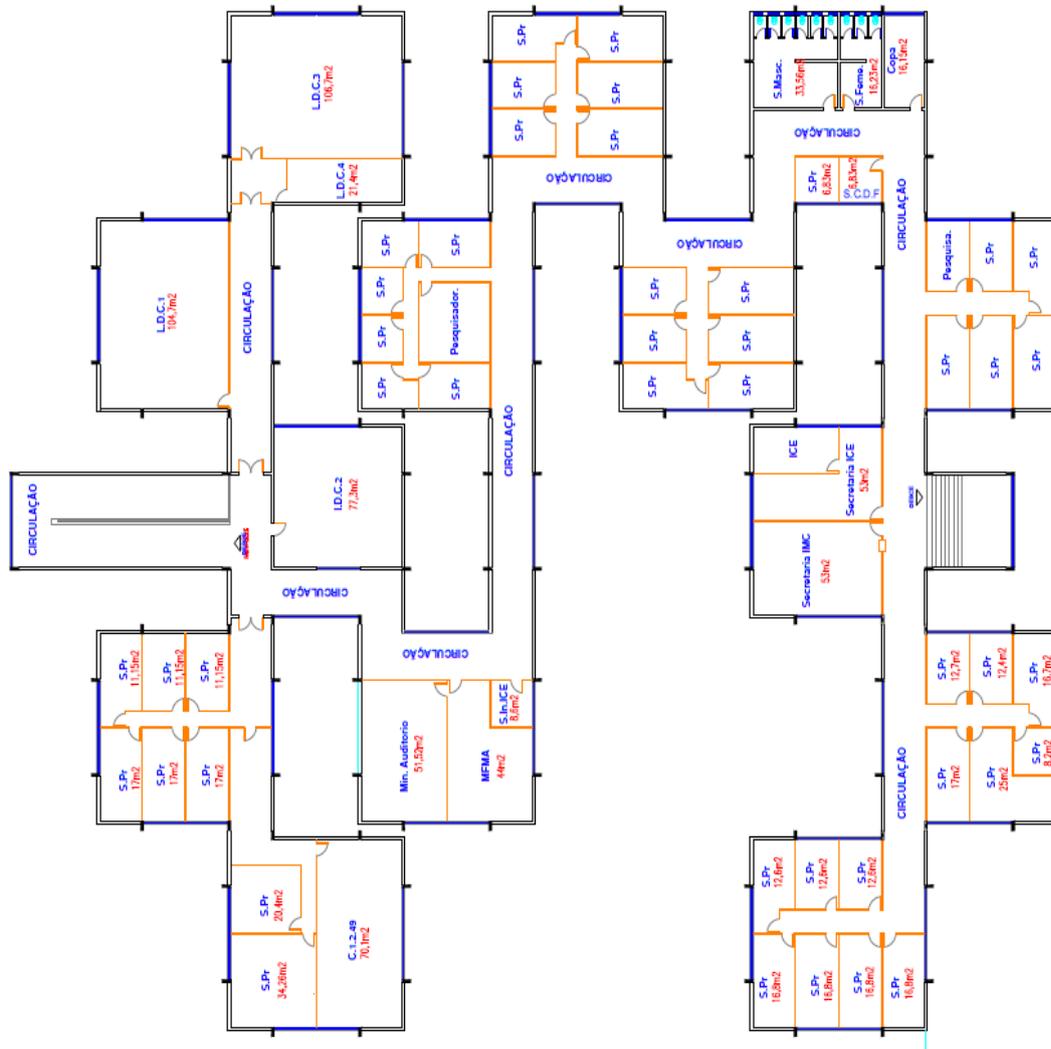


Figura A 4: Planta Inferior do Bloco C.

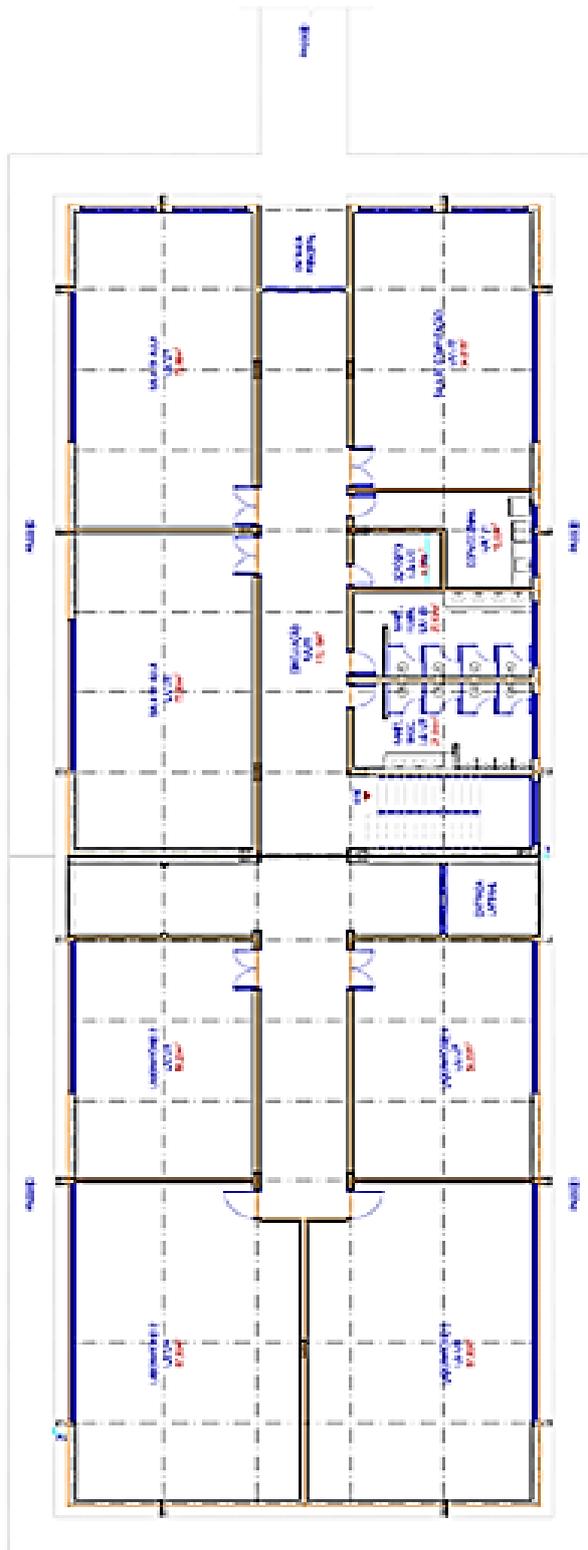


Figura A 5: Planta superior do Bloco L09.



Figura A 6: Planta Inferior do Bloco I01-02.



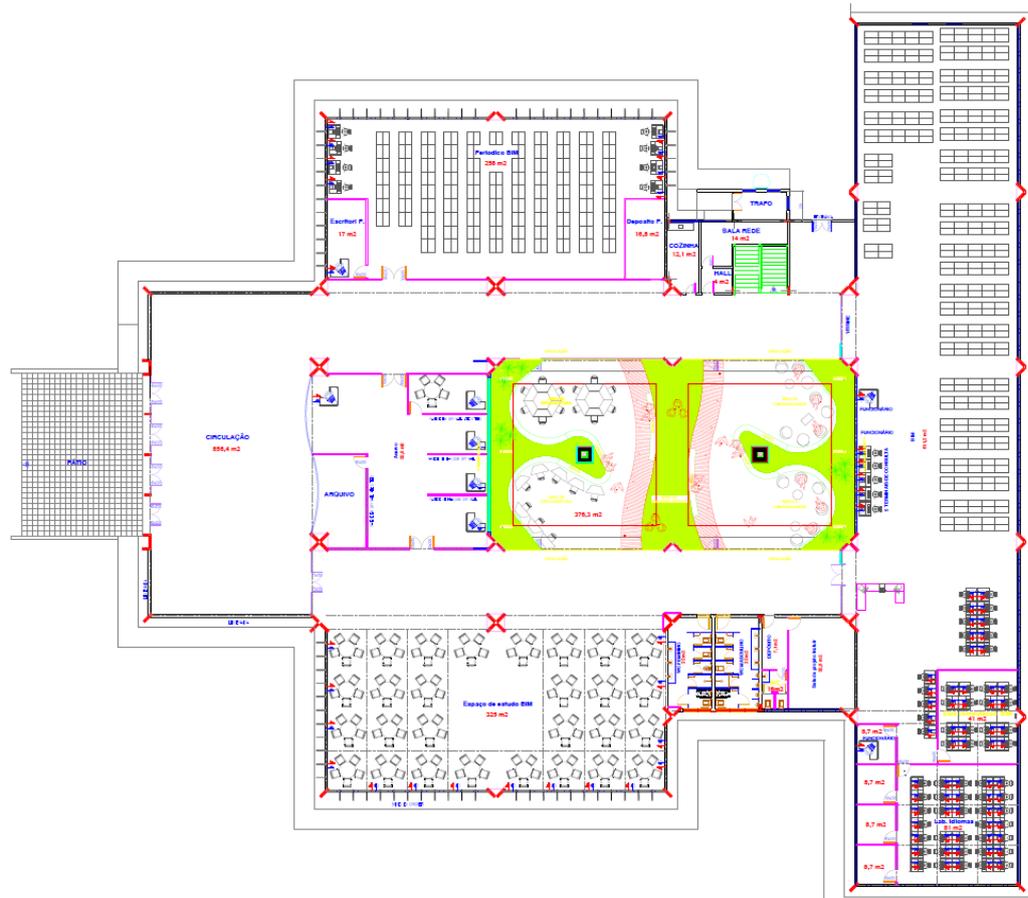


Figura A 8: Planta Inferior do Bloco G.

## ANEXO II – CÁLCULOS REALIZADOS.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD
Março	Sábado	1	51	389,7938
	Domingo	2	50	389,7938
	Segunda	3	50	272,9104
	Terça	4	57	175,325
	Quarta	5	50	175,325
	Quinta	6	315	1569,875
	Sexta	7	336	1657,538
	Sábado	8	119	544,3271
	Domingo	9	68	389,7938
	Segunda	10	318	1635,6
	Terça	11	437	1556,527
	Quarta	12	338	1544,31
	Quinta	13	408	1621,102
	Sexta	14	368	1604,017
	Sábado	15	82	541,1792
	Domingo	16	68	386,6458
	Segunda	17	369	1473,56
	Terça	18	361	1428,731
	Quarta	19	109	769,1958
	Quinta	20	331	1368,675
	Sexta	21	298	1465,558
	Sábado	22	59	386,6458
	Domingo	23	43	386,6458
	Segunda	24	302	1484,288
	Terça	25	338	1364,485
	Quarta	26	284	1482,796
	Quinta	27	286	1376,308
	Sexta	28	68	1465,067
	Sábado	29	16	386,6458
	Domingo	30	15	386,6458
	Segunda	31	72	1458,865

Figura A9: Dados da eletricidade consumida vs AUD no Bloco G.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD
Março	Sábado	1	330	21,47813
	Domingo	2	324	21,47813
	Segunda	3	409	44,98043
	Terça	4	399	21,47813
	Quarta	5	435	56,19559
	Quinta	6	849	965,7763
	Sexta	7	755	942,5329
	Sábado	8	390	84,50713
	Domingo	9	213	21,47813
	Segunda	10	893	1063,934
	Terça	11	987	1038,713
	Quarta	12	1044	1267,458
	Quinta	13	1075	1023,388
	Sexta	14	886	1028,514
	Sábado	15	490	84,50713
	Domingo	16	378	21,47813
	Segunda	17	1074	1055,458
	Terça	18	875	1057,625
	Quarta	19	554	109,0254
	Quinta	20	1079	1023,388
	Sexta	21	1013	1036,355
	Sábado	22	466	98,69151
	Domingo	23	390	111,3125
	Segunda	24	967	1046,001
	Terça	25	957	1057,625
	Quarta	26	986	1258,982
	Quinta	27	971	1051,757
	Sexta	28	930	985,9606
	Sábado	29	462	174,3415
	Domingo	30	349	21,47813
	Segunda	31	899	1046,001

Figura A10: Dados da eletricidade consumida vs AUD no Bloco I.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD
Abril	Terça	1	927	1029,256
	Quarta	2	1024	1180,392
	Quinta	3	1033	1013,932
	Sexta	4	939	995,4169
	Sábado	5	439	122,3321
	Domingo	6	389	21,47813
	Segunda	7	950	1078,118
	Terça	8	967	1038,713
	Quarta	9	973	1153,983
	Quinta	10	1042	1004,476
	Sexta	11	929	952,8637
	Sábado	12	409	84,50713
	Domingo	13	388	21,47813
	Segunda	14	902	1069,642
	Terça	15	766	1010,344
	Quarta	16	797	1147,468
	Quinta	17	733	1023,388
	Sexta	18	343	21,47813
	Sábado	19	318	21,47813
	Domingo	20	302	21,47813
	Segunda	21	368	21,47813
	Terça	22	710	1033,984
	Quarta	23	783	1240,07
	Quinta	24	746	1117,951
	Sexta	25	667	952,8637
	Sábado	26	390	131,7884
	Domingo	27	337	21,47813
	Segunda	28	647	1055,458
	Terça	29	608	1033,984
	Quarta	30	318	326,5165

Continuação da Figura A10: Dados da eletricidade consumida vs AUD no Bloco I.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD
Maio	Quinta	1	171	21,47813
	Sexta	2	255	93,79379
	Sábado	3	230	84,50713
	Domingo	4	184	21,47813
	Segunda	5	520	1024,148
	Terça	6	576	1033,984
	Quarta	7	588	1168,168
	Quinta	8	615	990,2914
	Sexta	9	532	952,8637
	Sábado	10	286	84,50713
	Domingo	11	211	21,47813
	Segunda	12	550	1137,623
	Terça	13	547	1010,344
	Quarta	14	547	1139,799
	Quinta	15	551	1122,679
	Sexta	16	528	1028,514
	Sábado	17	262	112,8759
	Domingo	18	213	78,21563
	Segunda	19	491	1026,109
	Terça	20	541	991,4313
	Quarta	21	559	1168,168
	Quinta	22	551	1018,66
	Sexta	23	518	1099,436
	Sábado	24	233	84,50713
	Domingo	25	219	21,47813
	Segunda	26	586	1054,477
	Terça	27	630	1010,344
	Quarta	28	580	1139,799
	Quinta	29	544	976,1071
	Sexta	30	522	952,8637
	Sábado	31	310	169,6134

Continuação da Figura A10: Dados da eletricidade consumida vs AUD no Bloco I.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD
Junho	Domingo	1	257	21,47813
	Segunda	2	591	1170,72
	Terça	3	622	1128,547
	Quarta	4	616	1220,177
	Quinta	5	594	1070,67
	Sexta	6	544	1047,426
	Sábado	7	270	112,8759
	Domingo	8	233	21,47813
	Segunda	9	578	1024,148
	Terça	10	612	991,4313
	Quarta	11	651	1218,217
	Quinta	12	446	976,1071
	Sexta	13	532	952,8637
	Sábado	14	307	131,7884
	Domingo	15	247	49,84688
	Segunda	16	557	1024,148
	Terça	17	402	1005,616
	Quarta	18	501	1123,654
	Quinta	19	240	21,47813
	Sexta	20	201	310,5445
	Sábado	21	235	84,50713
	Domingo	22	227	21,47813
	Segunda	23	356	1061,973
	Terça	24	532	1029,256
	Quarta	25	589	1140,779
	Quinta	26	547	1009,204
	Sexta	27	507	957,5919
	Sábado	28	313	231,079
	Domingo	29	329	163,3219
	Segunda	30	542	1052,517

Continuação da Figura A10: Dados da eletricidade consumida vs AUD no Bloco I.

<b>Tipo de Área</b>	<b>Qe (TR)</b>	<b>Qi (TR)</b>	<b>Fc</b>
LEC II	1,91	2,18	0,02
LEC I	2,4	2,18	0,02
Lab. Análise Preditiva	0,64	1,36	0,01
LSA	1,26	1,58	0,02
Lab. Transmissão	0,56	1,7	0,01
Lab. Telecomunicação	0,02	0,58	0
Lab. Telecomunicação Unidade Rect.	0,01	0,31	0
Lab. Telecomunicação Sis. De Bateria	0,01	0,31	0
LCPIC	0,39	1,96	0,01
LSD	0,4	1,31	0,01
Lab-GM	0	0,38	0
Lab-LASER	1,63	1,63	0,02
Lab	0,34	0,43	0
<b>TOTAL</b>	<b>9,59</b>	<b>15,93</b>	<b>0,13</b>
Aula 01	2,18	5,5	0,04
Aula 02	2,09	2,11	0,02
Aula 03	2,09	2,16	0,02
Aula 04	3,29	4,16	0,04
Aula 05	0,98	5,41	0,03
Aula 06	0,78	4,25	0,03
Aul-EAD-1	1,58	1,42	0,02
Aul-EAD-2	0	1,04	0,01
Aul-Pos01	2,08	1,71	0,02
Aul-Pos02	2,32	1,71	0,02
Sala Eletrobrás	1,09	0,57	0,01
Aul-Eletrobrás	2,63	1	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>21,11</b>	<b>31,03</b>	<b>0,28</b>

Figura A11: Cálculo do Fc para o Bloco I.

<b>Tipo de Área</b>	<b>Qe (TR)</b>	<b>Qi (TR)</b>	<b>Fc</b>
Pr-CRTI	0,71	0,87	0,01
Pr-CRTI	0,47	0,86	0,01
Pr-CRTI	0,64	0,8	0,01
Pr-CRTI	0,64	0,8	0,01
Pr-CRTI	0,72	0,8	0,01
Pr-GM	0	0,76	0
Pr-GM	0,16	0,8	0,01
Pr-GM	0	0,76	0
Pr-GM	0,12	0,8	0
Pr-GM	0,13	0,8	0
Pr-GM	0,12	0,76	0
Pr	0,81	0,82	0,01
Pr	0,77	0,8	0,01
Pr-01	0,2	0,82	0,01
Pr-02	0,63	0,8	0,01
Pr-03	0,63	0,78	0,01
Pr-04	0,21	0,82	0,01
Pr-05	0,26	0,8	0,01
Pr-06	0,26	0,8	0,01
Pr-07	0,26	0,8	0,01
Pr-08	0,32	0,82	0,01
Pr09	0,33	0,87	0,01
Pr10	0,33	0,87	0,01
Pr37	0,35	0,83	0,01
Pr11	0,68	0,82	0,01
Pr12	0,61	0,8	0,01
Pr13	0,61	0,8	0,01
Pr14	0,62	0,8	0,01
Pr15	0,25	0,8	0,01
Pr16	0,25	0,8	0,01
Pr17	0,25	0,8	0,01
Pr18	0,25	0,8	0,01
Pr19	0,13	0,8	0
Pr20	0,26	0,8	0,01
Pr21	0,74	0,8	0,01
Pr22	0,74	0,8	0,01
Pr23	0,18	0,82	0,01

Continuação da Figura A11: Cálculo do Fc para o Bloco I.

<b>Tipo de Área</b>	<b>Qe (TR)</b>	<b>Qi (TR)</b>	<b>Fc</b>
Pr24	0,74	0,8	0,01
Pr25	0,74	0,8	0,01
Pr26	0,25	0,8	0,01
Pr27	0,25	0,8	0,01
Pr28	0,74	0,8	0,01
Pr29	0,34	0,83	0,01
Pr30	0,74	0,8	0,01
Pr31	0,74	0,8	0,01
Pr32	0,74	0,8	0,01
Pr33	0,66	0,82	0,01
Pr34	0,68	0,86	0,01
Pr35	0,68	0,86	0,01
Pr36	0,68	0,86	0,01
Pr38	0,14	0,78	0
<b>TOTAL</b>	<b>22,78</b>	<b>41,21</b>	<b>0,34</b>

Continuação da Figura A11: Cálculo do Fc para o Bloco I.

<b>Tipo de Área</b>	<b>Qe (TR)</b>	<b>Qi (TR)</b>	<b>Fc</b>
PET-TEC	0,6	1,5	0,01
GSD-Pes	0,4	0,51	0
Pes-CRTI	0,05	0,63	0
Pes-CRTI	0,94	0,45	0,01
Pes-GM	0,16	2,06	0,01
Pes-EAD	1,3	1,88	0,02
Pes-IESTI	0,95	0,6	0,01
Pes-GPESC	0,87	0,85	0,01
Pes-GESES	2,38	2,8	0,03
Pes-CERNE	1,34	1,42	0,01
Cluster	0	0,28	0
CERNE-GEE	0,59	0,36	0,01
Pes-GPEPA	1,02	1,64	0,01
Pes GAIA	0,78	0,24	0,01
Pes-GASIN	0,94	0,48	0,01
CATS	0,28	0,32	0
Pes	0	0,44	0
<b>TOTAL</b>	<b>12,59</b>	<b>16,46</b>	<b>0,15</b>

Continuação da Figura A11: Cálculo do Fc para o Bloco I.

Auditório	1,71	3,16	0,03
Min. Audi-ISTI	0,27	0,98	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>1,98</b>	<b>4,13</b>	<b>0,03</b>
Educação a Distância EAD - Escritório	0,28	1,32	0,01
Escr-GESIS	0,65	0,48	0,01
ADMON	0,19	0,44	0
Esc.IESTI	0,37	0,68	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>1,49</b>	<b>2,92</b>	<b>0,02</b>
Sec-GM	0	0,43	0
Sala de Reunião	0	0,35	0
Sec-GESIS	0,23	0,2	0
Sec-CERNE	0,24	0,12	0
Sc-ADMON	0,24	0,33	0
Sala Reuni. ISEE	0,33	0,38	0
Sec.ISEE	0,11	0,37	0
Sec.ISEE	0,6	0,53	0,01
Sec.IESTI	0,2	0,45	0
Sec.IESTI	0,12	0,32	0
Sec.IESTI	0,57	0,56	0,01
Sec.IESTI	0,36	0,41	0
Sala de Reunião IESTI	0,17	0,31	0
<b>TOTAL</b>	<b>3,18</b>	<b>4,76</b>	<b>0,04</b>

Continuação da Figura A11: Cálculo do Fc para o Bloco I.

<b>Tipo de Área</b>	<b>Qe (TR)</b>	<b>Qi (TR)</b>	<b>Fc</b>
Laboratório de Idiomas	1,86	2,39	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>1,86</b>	<b>2,39</b>	<b>0,05</b>
Espaço de estudo BIM	0,00	3,93	0,05
Espaço estudo BIM central	0,00	1,93	0,02
BIM	5,57	4,73	0,12
Sala computação BIM	0,37	1,76	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>5,94</b>	<b>12,35</b>	<b>0,21</b>
Sala de projeto Incluir	0,68	0,43	0,01
Periódico BIM	1,22	2,52	0,04
Direção periódico BIM	0,04	0,20	0,00
Escritório 1 BIM	0,41	0,17	0,01
Escritório 2 BIM	0,41	0,17	0,01
Escritório 3 BIM	0,41	0,17	0,01
Escritório 4 BIM	0,41	0,17	0,01
Acervo	0,25	1,09	0,02
Gabinete de Reitor	1,54	0,58	0,02
Reitoria 1	0,37	0,49	0,01
Reitoria 2	1,25	0,31	0,02
Auditoria interna	1,38	0,67	0,02
Ouvidora	0,03	0,27	0,00
Assessoria de relações publicas	0,13	0,59	0,01
Diretor de A.P	0,41	0,43	0,01
Assessoria e planejamento	0,40	2,82	0,04
Diretor PROEX	2,40	0,37	0,03
PROEX	1,48	1,26	0,03
DPE	1,80	2,31	0,05
DPE 1	1,35	0,27	0,02
Diretor DPE	0,06	0,27	0,00
PRAD	1,76	0,87	0,03
Divisão de Contabilidade	0,26	0,64	0,01
Divisão de finanças	2,17	2,82	0,06
Divisão de Orçamento	0,37	0,34	0,01
Diretor de Orçamento	0,26	0,27	0,01
CPPD	0,58	0,38	0,01
DCC	0,56	1,43	0,02
Diretor DCC	0,35	0,16	0,01
Procuradoria Federal	0,84	0,75	0,02
CIS	0,74	0,28	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>24,34</b>	<b>23,49</b>	<b>0,56</b>

Figura A12: Cálculo do Fc para o Bloco G.

Sala de estar do Auditório	0,04	0,30	0,00
Sala de espera Auditório	0,00	0,39	0,00
Auditório Prof. Luiz Goulart	1,81	1,79	0,04
Quarto de Ar central do Auditório	0,04	0,07	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>1,89</b>	<b>2,54</b>	<b>0,05</b>
Secretaria de Reitoria	0,38	0,41	0,01
Secretaria geral de Reitoria	0,13	0,41	0,01
Sala de Reunia de Reitoria	2,00	0,58	0,03
Sala de reunião A.P	0,50	0,56	0,01
Secretaria de A.P	0,44	0,19	0,01
Arquivos DPE	0,86	0,11	0,01
Secretaria PROEX	1,19	0,68	0,02
Arquivos Orçamento	0,70	0,05	0,01
Secretaria de Orçamento	0,05	0,32	0,00
Sala de Reunião DCC	0,09	0,58	0,01
Sala de reunião P.F	0,32	0,58	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>6,64</b>	<b>4,48</b>	<b>0,13</b>

Continuação Figura A12: Cálculo do Fc para o Bloco G.

Mês	Dia	Data	kWh	AUD(Fc)
Março	Sábado	1	51	13,82016
	Domingo	2	50	13,82016
	Segunda	3	50	9,929006
	Terça	4	57	5,836738
	Quarta	5	50	5,836738
	Quinta	6	315	73,60377
	Sexta	7	336	77,24952
	Sábado	8	119	28,07734
	Domingo	9	68	13,82016
	Segunda	10	318	71,55479
	Terça	11	437	68,6659
	Quarta	12	338	68,12424
	Quinta	13	408	70,9398
	Sexta	14	368	70,23721
	Sábado	15	82	27,94533
	Domingo	16	68	13,68816
	Segunda	17	369	59,17713
	Terça	18	361	57,64242
	Quarta	19	109	20,40405
	Quinta	20	331	55,50797
	Sexta	21	298	59,51618
	Sábado	22	59	13,68816
	Domingo	23	43	13,68816
	Segunda	24	302	59,44108
	Terça	25	338	55,42821
	Quarta	26	284	59,57561
	Quinta	27	286	55,69041
	Sexta	28	68	59,62604
	Sábado	29	16	13,68816
	Domingo	30	15	13,68816
	Segunda	31	72	59,34854

Figura A13: :Dados da eletricidade consumida vs AUD(Fc) no Bloco G.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD(Fc)
Março	Sábado	1	330	0,225883
	Domingo	2	324	0,225883
	Segunda	3	409	0,415304
	Terça	4	399	0,225883
	Quarta	5	435	0,463955
	Quinta	6	849	16,20016
	Sexta	7	755	15,56688
	Sábado	8	390	2,559987
	Domingo	9	213	0,225883
	Segunda	10	893	17,7801
	Terça	11	987	17,39906
	Quarta	12	1044	23,69917
	Quinta	13	1075	17,43593
	Sexta	14	886	17,52025
	Sábado	15	490	2,559987
	Domingo	16	378	0,225883
	Segunda	17	1074	17,54738
	Terça	18	875	17,87746
	Quarta	19	554	0,576424
	Quinta	20	1079	17,43593
	Sexta	21	1013	17,57212
	Sábado	22	466	2,918788
	Domingo	23	390	2,498288
	Segunda	24	967	17,30818
	Terça	25	957	17,87746
	Quarta	26	986	23,46645
	Quinta	27	971	18,15353
	Sexta	28	930	16,44384
	Sábado	29	462	4,832392
	Domingo	30	349	0,225883
	Segunda	31	899	17,30818

Figura A14: Dados da eletricidade consumida vs AUD(Fc) no Bloco I.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD(Fc)
Abril	Terça	1	927	17,03963
	Quarta	2	1024	21,32087
	Quinta	3	1033	17,04372
	Sexta	4	939	16,56695
	Sábado	5	439	3,516789
	Domingo	6	389	0,225883
	Segunda	7	950	17,92766
	Terça	8	967	17,27883
	Quarta	9	973	20,61624
	Quinta	10	1042	16,80452
	Sexta	11	929	15,49055
	Sábado	12	409	2,559987
	Domingo	13	388	0,225883
	Segunda	14	902	17,69494
	Terça	15	766	16,56123
	Quarta	16	797	20,39649
	Quinta	17	733	17,28292
	Sexta	18	343	0,225883
	Sábado	19	318	0,225883
	Domingo	20	302	0,225883
	Segunda	21	368	0,225883
	Terça	22	710	17,15923
	Quarta	23	783	22,77552
	Quinta	24	746	19,67493
	Sexta	25	667	15,49055
	Sábado	26	390	3,75599
	Domingo	27	337	0,225883
	Segunda	28	647	17,33614
	Terça	29	608	17,15923
	Quarta	30	318	3,306647

Continuação da Figura A14:Dados da eletricidade consumida vs AUD(Fc) no Bloco I.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD(Fc)
Maio	Quinta	1	171	0,225883
	Sexta	2	255	0,504238
	Sábado	3	230	2,559987
	Domingo	4	184	0,225883
	Segunda	5	520	16,81033
	Terça	6	576	17,27946
	Quarta	7	588	21,18756
	Quinta	8	615	16,59873
	Sexta	9	532	15,60664
	Sábado	10	286	2,559987
	Domingo	11	211	0,225883
	Segunda	12	550	19,68073
	Terça	13	547	16,68146
	Quarta	14	547	20,46996
	Quinta	15	551	19,94754
	Sexta	16	528	17,52025
	Sábado	17	262	3,277588
	Domingo	18	213	1,661086
	Segunda	19	491	16,8233
	Terça	20	541	16,20305
	Quarta	21	559	21,18756
	Quinta	22	551	17,31633
	Sexta	23	518	19,31425
	Sábado	24	233	2,559987
	Domingo	25	219	0,225883
	Segunda	26	586	17,5409
	Terça	27	630	16,68146
	Quarta	28	580	20,46996
	Quinta	29	544	16,23993
	Sexta	30	522	15,60664
	Sábado	31	310	4,712792

Continuação da Figura A14:Dados da eletricidade consumida vs AUD(Fc) no Bloco I.

Mês	Dia	Data	C.E	AUD(Fc)
Junho	Domingo	1	257	0,225883
	Segunda	2	591	20,51794
	Terça	3	622	19,67146
	Quarta	4	616	22,50317
	Quinta	5	594	18,63193
	Sexta	6	544	17,99865
	Sábado	7	270	3,277588
	Domingo	8	233	0,225883
	Segunda	9	578	16,81033
	Terça	10	612	16,20305
	Quarta	11	651	22,4902
	Quinta	12	446	16,23993
	Sexta	13	532	15,60664
	Sábado	14	307	3,75599
	Domingo	15	247	0,943484
	Segunda	16	557	16,81033
	Terça	17	402	16,56185
	Quarta	18	501	20,09819
	Quinta	19	240	0,225883
	Sexta	20	201	2,847699
	Sábado	21	235	2,559987
	Domingo	22	227	0,225883
	Segunda	23	356	17,76713
	Terça	24	532	17,15986
	Quarta	25	589	20,47645
	Quinta	26	547	17,07713
	Sexta	27	507	15,72624
	Sábado	28	313	6,267596
	Domingo	29	329	3,813891
	Segunda	30	542	17,52793

Continuação da Figura A14:Dados da eletricidade consumida vs AUD(Fc) no Bloco I.

Áreas	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Laboratório de Idiomas	11986,32	12081,1	12839,38	12270,67	12365,46	12460,24	12555,03	12649,81	12744,6	12839,38
	<b>11986,3</b>	<b>12081,1</b>	<b>12839,4</b>	<b>12270,7</b>	<b>12365,5</b>	<b>12460,2</b>	<b>12555</b>	<b>12649,8</b>	<b>12744,6</b>	<b>12839,4</b>
Espaço de estudo BIM	11894,66	11894,66	11894,66	11894,66	11894,66	11894,66	11894,66	11894,66	11894,66	11894,66
Espaço estudo BIM central	5848	5848	5848	5848	5848	5848	5848	5848	5848	5848
BIM	31141,37	31141,37	31141,37	31141,37	31141,37	31141,37	31141,37	31141,37	31141,37	31141,37
Sala computação BIM	6428,21	6428,21	6428,21	6428,21	6428,21	6428,21	6428,21	6428,21	6428,21	6428,21
	<b>55312,2</b>									
Sala de projeto Incluir	3378,16	3378,16	3378,16	3378,16	3378,16	3378,16	3378,16	3378,16	3378,16	3378,16
Periódico BIM	9036,95	9289,35	11308,59	9794,16	10046,57	10298,97	10551,38	10803,78	11056,19	11308,59
Direção periódico BIM	156,59	219,85	725,94	346,38	409,64	472,9	536,16	599,42	662,68	725,94
Escritório 1 BIM	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5
Escritório 2 BIM	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5
Escritório 3 BIM	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5
Escritório 4 BIM	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5	1750,5
Acervo	608,68	993,25	4069,82	1762,39	2146,97	2531,54	2916,11	3300,68	3685,25	4069,82
Gabinete de Reitor	4698,33	4888,28	6407,91	5268,19	5458,14	5648,1	5838,05	6028,01	6217,96	6407,91
Reitoria 1	2058,06	2118,09	2598,28	2238,14	2298,16	2358,18	2418,21	2478,23	2538,26	2598,28
Reitoria 2	2570,37	2809,61	4723,5	3288,08	3527,32	3766,56	4005,79	4245,03	4484,27	4723,5
Auditoria interna	4148,58	4377,33	6207,33	4834,83	5063,58	5292,33	5521,08	5749,83	5978,58	6207,33
Ouvidora	441,14	492,74	905,59	595,96	647,56	699,17	750,77	802,38	853,99	905,59
Assessoria de relações públicas	411,32	607,25	2174,63	999,09	1195,01	1390,94	1586,86	1782,78	1978,7	2174,63
Diretor de A.P	1655,76	1755,31	2551,73	1954,41	2053,97	2153,52	2253,07	2352,62	2452,17	2551,73
Assessoria e planejamento	4299,06	4902,3	9728,22	6108,78	6712,02	7315,26	7918,5	8521,74	9124,98	9728,22

Figura A15:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco G.

Diretor PROEX	7245,69	7371,59	8378,83	7623,4	7749,31	7875,21	8001,11	8127,02	8252,92	8378,83
PROEX	7159,83	7286,83	8302,85	7540,84	7667,84	7794,84	7921,84	8048,85	8175,85	8302,85
DPE	6876,6	7496,6	12456,63	8736,61	9356,61	9976,62	10596,62	11216,63	11836,63	12456,63
DPE 1	4104,27	4192,47	4898,12	4368,88	4457,09	4545,3	4633,5	4721,71	4809,91	4898,12
Diretor DPE	128,97	225,17	994,78	417,58	513,78	609,98	706,18	802,38	898,58	994,78
PRAD	6309,04	6491,31	7949,45	6855,84	7038,11	7220,38	7402,65	7584,91	7767,18	7949,45
Divisão de Contabilidade	2169,11	2230,24	2719,21	2352,48	2413,6	2474,72	2535,85	2596,97	2658,09	2719,21
Divisão de finanças	12792,25	13044,79	15065,11	13549,87	13802,41	14054,95	14307,49	14560,03	14812,57	15065,11
Divisão de Orçamento	1344,89	1432,73	2135,45	1608,41	1696,25	1784,09	1871,93	1959,77	2047,61	2135,45
Diretor de Orçamento	1034,47	1096,69	1594,45	1221,13	1283,35	1345,57	1407,79	1470,01	1532,23	1594,45
CPPD	1194,55	1383,41	2894,26	1761,12	1949,98	2138,83	2327,69	2516,54	2705,4	2894,26
DCC	4602,08	4760,19	6025,09	5076,42	5234,53	5392,64	5550,75	5708,86	5866,98	6025,09
Diretor DCC	1152,32	1195,51	1541,01	1281,88	1325,07	1368,26	1411,45	1454,64	1497,82	1541,01
Procuradoria Federal	2626,81	2870,24	4817,72	3357,11	3600,55	3843,98	4087,42	4330,85	4574,29	4817,72
CIS	1762,39	1909,11	3082,83	2202,54	2349,25	2495,97	2642,68	2789,4	2936,11	3082,83
	<b>100968</b>	<b>105820</b>	<b>144638</b>	<b>115525</b>	<b>120377</b>	<b>125229</b>	<b>130081</b>	<b>134933</b>	<b>139785</b>	<b>144638</b>
Sala de estar do Auditório	487,77	546,35	1015	663,52	722,1	780,68	839,26	897,84	956,42	1015
Sala de espera Auditório	1169,6	1169,6	1169,6	1169,6	1169,6	1169,6	1169,6	1169,6	1169,6	1169,6
Auditório Prof. Luiz Goulart	4265,62	5002,36	10896,26	6475,83	7212,57	7949,31	8686,05	9422,79	10159,53	10896,26
Quarto de Ar central do Auditório	-214,68	-155,76	315,65	-37,9	21,02	79,95	138,87	197,8	256,73	315,65
	<b>5708,31</b>	<b>6562,55</b>	<b>13396,5</b>	<b>8271,05</b>	<b>9125,29</b>	<b>9979,54</b>	<b>10833,8</b>	<b>11688</b>	<b>12542,3</b>	<b>13396,5</b>
Secretaria de Reitoria	1569,66	1657,87	2363,51	1834,28	1922,48	2010,69	2098,9	2187,1	2275,31	2363,51
Secretaria geral de Reitoria	-103,32	86,64	1606,27	466,54	656,5	846,45	1036,41	1226,36	1416,31	1606,27
Sala de Reunia de Reitoria	6112,41	6302,36	7821,99	6682,27	6872,22	7062,18	7252,13	7442,08	7632,04	7821,99

Continuação da Figura A15:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco G.

Sala de reunião A.P	2656,91	2719,5	3220,19	2844,67	2907,26	2969,84	3032,43	3095,01	3157,6	3220,19
Secretaria de A.P	1303,04	1369,67	1902,74	1502,94	1569,57	1636,2	1702,84	1769,47	1836,1	1902,74
Arquivos DPE	1330,93	1508,91	2932,72	1864,86	2042,84	2220,81	2398,79	2576,77	2754,74	2932,72
Secretaria PROEX	2020,77	2424,89	5657,87	3233,14	3637,26	4041,38	4445,5	4849,63	5253,75	5657,87
Arquivos Orçamento	1876,92	1920,84	2272,2	2008,68	2052,6	2096,52	2140,44	2184,36	2228,28	2272,2
Secretaria de Orçamento	467,96	540,43	1120,18	685,37	757,84	830,3	902,77	975,24	1047,71	1120,18
Sala de Reunião DCC	824,63	958,44	2028,9	1226,05	1359,86	1493,67	1627,47	1761,28	1895,09	2028,9
Sala de reunião P.F	1507,53	1642,62	2723,3	1912,79	2047,88	2182,96	2318,05	2453,13	2588,22	2723,3
	<b>19567,4</b>	<b>21132,2</b>	<b>33649,9</b>	<b>24261,6</b>	<b>25826,3</b>	<b>27391</b>	<b>28955,7</b>	<b>30520,4</b>	<b>32085,2</b>	<b>33649,9</b>

Continuação da Figura A15:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco G.

Áreas	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
LEC II	12369,4	12369,4	12369,4	12369,4	12369,4	12369,4	12369,4	12369,4	12369,4	12369,4
LEC I	13451,5	13503,6	13555,7	13607,8	13659,9	13711,9	13764	13816,1	13868,2	13920,2
Lab. Análise Preditiva	5341,8	5429,6	5517,4	5605,1	5692,9	5780,7	5868,4	5956,2	6044	6131,7
LSA	7936,4	8020,3	8104,1	8187,9	8271,8	8355,6	8439,5	8523,3	8607,2	8691
Lab. Transmissão	6857,4	6857,4	6857,4	6857,4	6857,4	6857,4	6857,4	6857,4	6857,4	6857,4
Lab. Telecomunicação	1239,8	1312,1	1384,4	1456,7	1528,9	1601,2	1673,5	1745,8	1818,1	1890,4
Lab. Telecomunicação Unidade Rect.	682,1	719,8	757,5	795,2	832,9	870,6	908,3	946	983,7	1021,4
Lab. Telecomunicação Sis. De Bateria	682,1	719,8	757,5	795,2	832,9	870,6	908,3	946	983,7	1021,4
LCPIC	6552,1	6623	6694	6765	6836	6907	6977,9	7048,9	7119,9	7190,9
LSD	4579,2	4650,3	4721,4	4792,5	4863,6	4934,6	5005,7	5076,8	5147,9	5219
Lab-GM	1141,2	1141,2	1141,2	1141,2	1141,2	1141,2	1141,2	1141,2	1141,2	1141,2
Lab-LASER	7848,7	8102,6	8356,4	8610,3	8864,2	9118	9371,9	9625,8	9879,6	10133,5
Lab	1308,3	1437,9	1567,4	1697	1826,6	1956,2	2085,8	2215,3	2344,9	2474,5
<b>TOTAL</b>	<b>70000,1</b>	<b>70899</b>	<b>71797,8</b>	<b>72696,7</b>	<b>73595,6</b>	<b>74494,5</b>	<b>75393,4</b>	<b>76292,3</b>	<b>77191,1</b>	<b>78090</b>
Aula 01	21528,1	21741,6	21955	22168,5	22381,9	22595,3	22808,8	23022,2	23235,6	23449,1
Aula 02	12056,3	12139,9	12223,6	12307,2	12390,9	12474,5	12558,2	12641,8	12725,4	12809,1
Aula 03	12193,9	12277,5	12361,2	12444,8	12528,5	12612,1	12695,8	12779,4	12863	12946,7
Aula 04	20539,9	20789,5	21039,1	21288,8	21538,4	21788	22037,7	22287,3	22536,9	22786,6
Aula 05	18178,6	18320,7	18462,7	18604,8	18746,9	18888,9	19031	19173	19315,1	19457,1
Aula 06	14496,9	14585,2	14673,4	14761,7	14850	14938,2	15026,5	15114,8	15203	15291,3
Aul-EAD-1	8777,2	8812,1	8847,1	8882,1	8917,1	8952,1	8987,1	9022,1	9057	9092

Figura A16:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Aul-EAD-2	3153,6	3153,6	3153,6	3153,6	3153,6	3153,6	3153,6	3153,6	3153,6	3153,6
Aul-Pos01	8675,2	9020,9	9366,7	9712,4	10058,1	10403,9	10749,6	11095,4	11441,1	11786,9
Aul-Pos02	9129,2	9510,8	9892,5	10274,1	10655,7	11037,4	11419	11800,7	12182,3	12563,9
Sala Eletrobrás	3393,6	3598,1	3802,5	4006,9	4211,4	4415,8	4620,2	4824,7	5029,1	5233,6
Aul-Eletrobrás	7682,2	8092,4	8502,6	8912,7	9322,9	9733,1	10143,2	10553,4	10963,6	11373,8
<b>TOTAL</b>	<b>139804,7</b>	<b>142042,3</b>	<b>144280</b>	<b>146517,6</b>	<b>148755,3</b>	<b>150993</b>	<b>153230,6</b>	<b>155468,3</b>	<b>157706</b>	<b>159943,6</b>
Pr-CRTI	4372,5	4424,9	4477,3	4529,7	4582	4634,4	4686,8	4739,2	4791,6	4843,9
Pr-CRTI	4003,2	4003,2	4003,2	4003,2	4003,2	4003,2	4003,2	4003,2	4003,2	4003,2
Pr-CRTI	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5
Pr-CRTI	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5	4334,5
Pr-CRTI	4301	4336,7	4372,4	4408,1	4443,8	4479,5	4515,1	4550,8	4586,5	4622,2
Pr-GM	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6
Pr-GM	2628,2	2662,7	2697,2	2731,7	2766,1	2800,6	2835,1	2869,6	2904,1	2938,6
Pr-GM	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6	2293,6
Pr-GM	2783,3	2783,3	2783,3	2783,3	2783,3	2783,3	2783,3	2783,3	2783,3	2783,3
Pr-GM	2531,2	2565,9	2600,5	2635,2	2669,9	2704,6	2739,3	2774	2808,6	2843,3
Pr-GM	2655,6	2655,6	2655,6	2655,6	2655,6	2655,6	2655,6	2655,6	2655,6	2655,6
Pr	3768,6	3911	4053,5	4196	4338,5	4481	4623,5	4765,9	4908,4	5050,9
Pr	4105,9	4186,1	4266,3	4346,4	4426,6	4506,8	4587	4667,2	4747,4	4827,6
Pr-01	1849,5	2003,2	2156,9	2310,5	2464,2	2617,8	2771,5	2925,1	3078,8	3232,5
Pr-02	3688,7	3769,3	3850	3930,6	4011,3	4091,9	4172,6	4253,2	4333,9	4414,5
Pr-03	3626,5	3706,8	3787,2	3867,5	3947,8	4028,1	4108,4	4188,8	4269,1	4349,4

Continuação da Figura A16:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Pr-04	1615,1	1802	1989	2176	2362,9	2549,9	2736,9	2923,8	3110,8	3297,8
Pr-05	2561,3	2642,9	2724,6	2806,3	2888	2969,7	3051,4	3133,1	3214,8	3296,5
Pr-06	2562,1	2642,3	2722,5	2802,8	2883	2963,2	3043,4	3123,6	3203,8	3284,1
Pr-07	2562,1	2642,3	2722,5	2802,8	2883	2963,2	3043,4	3123,6	3203,8	3284,1
Pr-08	2302,6	2442,9	2583,2	2723,6	2863,9	3004,2	3144,5	3284,8	3425,1	3565,4
Pr09	2806,5	2912	3017,6	3123,1	3228,7	3334,2	3439,7	3545,3	3650,8	3756,4
Pr10	2806,5	2912	3017,6	3123,1	3228,7	3334,2	3439,7	3545,3	3650,8	3756,4
Pr37	2282,8	2446	2609,1	2772,3	2935,4	3098,6	3261,7	3424,9	3588	3751,2
Pr11	3419,5	3557,3	3695,1	3833	3970,8	4108,6	4246,4	4384,2	4522	4659,8
Pr12	3637,9	3714,6	3791,3	3868	3944,7	4021,5	4098,2	4174,9	4251,6	4328,3
Pr13	3637,9	3714,6	3791,3	3868	3944,7	4021,5	4098,2	4174,9	4251,6	4328,3
Pr14	3667,3	3744	3820,8	3897,5	3974,2	4050,9	4127,6	4204,4	4281,1	4357,8
Pr15	2556,5	2633,1	2709,7	2786,3	2862,9	2939,5	3016,2	3092,8	3169,4	3246
Pr16	2556,5	2633,1	2709,7	2786,3	2862,9	2939,5	3016,2	3092,8	3169,4	3246
Pr17	2556,5	2633,1	2709,7	2786,3	2862,9	2939,5	3016,2	3092,8	3169,4	3246
Pr18	2556,5	2633,1	2709,7	2786,3	2862,9	2939,5	3016,2	3092,8	3169,4	3246
Pr19	2204,5	2281	2357,5	2434	2510,5	2587,1	2663,6	2740,1	2816,6	2893,1
Pr20	2318,6	2429,2	2539,8	2650,4	2761	2871,6	2982,2	3092,8	3203,4	3314
Pr21	4033	4109,5	4186,1	4262,6	4339,1	4415,6	4492,1	4568,6	4645,2	4721,7
Pr22	4033	4109,5	4186,1	4262,6	4339,1	4415,6	4492,1	4568,6	4645,2	4721,7
Pr23	2184,7	2288,6	2392,4	2496,2	2600	2703,9	2807,7	2911,5	3015,3	3119,2
Pr24	4047,8	4124,6	4201,3	4278	4354,7	4431,4	4508,1	4584,9	4661,6	4738,3

Continuação da Figura A16:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Pr25	4047,8	4124,6	4201,3	4278	4354,7	4431,4	4508,1	4584,9	4661,6	4738,3
Pr26	2556,8	2633,5	2710,2	2786,9	2863,7	2940,4	3017,1	3093,8	3170,5	3247,2
Pr27	2556,8	2633,5	2710,2	2786,9	2863,7	2940,4	3017,1	3093,8	3170,5	3247,2
Pr28	4047,8	4124,6	4201,3	4278	4354,7	4431,4	4508,1	4584,9	4661,6	4738,3
Pr29	2696	2799,7	2903,4	3007,1	3110,9	3214,6	3318,3	3422	3525,8	3629,5
Pr30	4047,8	4124,6	4201,3	4278	4354,7	4431,4	4508,1	4584,9	4661,6	4738,3
Pr31	4047,8	4124,6	4201,3	4278	4354,7	4431,4	4508,1	4584,9	4661,6	4738,3
Pr32	4047,8	4124,6	4201,3	4278	4354,7	4431,4	4508,1	4584,9	4661,6	4738,3
Pr33	3720,8	3813,2	3905,5	3997,9	4090,3	4182,6	4275	4367,4	4459,7	4552,1
Pr34	3846	3945,4	4044,7	4144,1	4243,5	4342,8	4442,2	4541,6	4641	4740,3
Pr35	3846	3945,4	4044,7	4144,1	4243,5	4342,8	4442,2	4541,6	4641	4740,3
Pr36	3846	3945,4	4044,7	4144,1	4243,5	4342,8	4442,2	4541,6	4641	4740,3
Pr38	2142,3	2224,2	2306	2387,9	2469,8	2551,6	2633,5	2715,4	2797,2	2879,1
<b>TOTAL</b>	<b>161929,5</b>	<b>165875,8</b>	<b>169822,2</b>	<b>173768,6</b>	<b>177715</b>	<b>181661,4</b>	<b>185607,8</b>	<b>189554,2</b>	<b>193500,6</b>	<b>197446,9</b>
PET-TEC	5078,3	5236,5	5394,8	5553	5711,2	5869,5	6027,7	6186	6344,2	6502,5
GSD-Pes	2175,5	2246,6	2317,7	2388,8	2459,9	2530,9	2602	2673,1	2744,2	2815,3
Pes-CRTI-I	926,1	1067,6	1209,2	1350,7	1492,3	1633,8	1775,4	1916,9	2058,5	2200
Pes-CRTI - II	4221,6	4221,6	4221,6	4221,6	4221,6	4221,6	4221,6	4221,6	4221,6	4221,6
Pes-GM	6711,8	6711,8	6711,8	6711,8	6711,8	6711,8	6711,8	6711,8	6711,8	6711,8
Pes-EAD	9626,8	9626,8	9626,8	9626,8	9626,8	9626,8	9626,8	9626,8	9626,8	9626,8
Pes-IESTI	3800,7	3909,1	4017,6	4126	4234,4	4342,8	4451,3	4559,7	4668,1	4776,6
Pes-GPESC	4123,3	4257,8	4392,3	4526,7	4661,2	4795,7	4930,2	5064,7	5199,2	5333,7

Continuação da Figura A16:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Pes-GESIS	11794,4	12279,3	12764,1	13249	13733,9	14218,8	14703,6	15188,5	15673,4	16158,3
Pes-CERNE	5631,7	5972,9	6314	6655,2	6996,3	7337,4	7678,6	8019,7	8360,8	8702
Cluster	842,8	842,8	842,8	842,8	842,8	842,8	842,8	842,8	842,8	842,8
CERNE-GEE	2021,2	2127,2	2233,2	2339,1	2445,1	2551,1	2657	2763	2869	2974,9
Pes-GPEPA	5859,7	6130,5	6401,3	6672,1	6942,9	7213,7	7484,5	7755,3	8026,1	8296,9
Pes GAIA	2582,6	2644,8	2706,9	2769,1	2831,3	2893,4	2955,6	3017,7	3079,9	3142
Pes-GASIN	3358,7	3475,6	3592,5	3709,3	3826,2	3943,1	4059,9	4176,8	4293,7	4410,6
CATS	1029,9	1127,4	1224,9	1322,4	1420	1517,5	1615	1712,5	1810	1907,5
Pes	1324,4	1324,4	1324,4	1324,4	1324,4	1324,4	1324,4	1324,4	1324,4	1324,4
<b>TOTAL</b>	<b>71109,5</b>	<b>73202,6</b>	<b>75295,7</b>	<b>77388,8</b>	<b>79481,9</b>	<b>81575,1</b>	<b>83668,2</b>	<b>85761,3</b>	<b>87854,4</b>	<b>89947,5</b>
Auditório	14726,8	14726,8	14726,8	14726,8	14726,8	14726,8	14726,8	14726,8	14726,8	14726,8
Min.Audi-ISTI	3076,5	3162,6	3248,7	3334,8	3420,9	3507	3593,1	3679,2	3765,3	3851,4
<b>TOTAL</b>	<b>17803,3</b>	<b>17889,4</b>	<b>17975,5</b>	<b>18061,6</b>	<b>18147,7</b>	<b>18233,8</b>	<b>18319,9</b>	<b>18406</b>	<b>18492,1</b>	<b>18578,2</b>
Educação a Distância EAD - Escritório	4860,6	4860,6	4860,6	4860,6	4860,6	4860,6	4860,6	4860,6	4860,6	4860,6
Escr-GESIS	2945	3003,7	3062,3	3121	3179,7	3238,4	3297	3355,7	3414,4	3473
ADMON	1384,6	1450	1515,4	1580,8	1646,3	1711,7	1777,1	1842,5	1907,9	1973,3
Esc.IESTI	2469,4	2556,1	2642,7	2729,3	2815,9	2902,5	2989,1	3075,7	3162,3	3248,9
<b>TOTAL</b>	<b>11659,7</b>	<b>11870,4</b>	<b>12081,1</b>	<b>12291,8</b>	<b>12502,5</b>	<b>12713,1</b>	<b>12923,8</b>	<b>13134,5</b>	<b>13345,2</b>	<b>13555,9</b>
Sec-GM	1299,5	1299,5	1299,5	1299,5	1299,5	1299,5	1299,5	1299,5	1299,5	1299,5
Sala de Reunião	1073,3	1073,3	1073,3	1073,3	1073,3	1073,3	1073,3	1073,3	1073,3	1073,3
Sec-GESIS	1291,4	1291,4	1291,4	1291,4	1291,4	1291,4	1291,4	1291,4	1291,4	1291,4
Sec-CERNE	749,1	793,1	837	881	924,9	968,8	1012,8	1056,7	1100,7	1144,6

Continuação da Figura A16:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Sc-ADMION	1398,2	1441,7	1485,3	1528,9	1572,4	1616	1659,6	1703,1	1746,7	1790,2
Sala Reuni. ISEE	1536,8	1611,3	1685,8	1760,3	1834,8	1909,3	1983,8	2058,3	2132,9	2207,4
Sec.ISEE	1437,9	1437,9	1437,9	1437,9	1437,9	1437,9	1437,9	1437,9	1437,9	1437,9
Sec.ISEE	2306,7	2448,1	2589,4	2730,8	2872,2	3013,5	3154,9	3296,2	3437,6	3579
Sec.IESTI	1402,9	1473,6	1544,3	1614,9	1685,6	1756,3	1827	1897,7	1968,4	2039,1
Sec.IESTI	1005	1047,1	1089,3	1131,5	1173,7	1215,9	1258,1	1300,3	1342,4	1384,6
Sec.IESTI	2371,2	2500,3	2629,3	2758,4	2887,4	3016,5	3145,5	3274,6	3403,6	3532,7
Sec.IESTI	1662,2	1748,8	1835,4	1922	2008,6	2095,3	2181,9	2268,5	2355,1	2441,7
Sala de Reunião IESTI	1435,6	1435,6	1435,6	1435,6	1435,6	1435,6	1435,6	1435,6	1435,6	1435,6
<b>TOTAL</b>	<b>18969,7</b>	<b>19601,6</b>	<b>20233,5</b>	<b>20865,4</b>	<b>21497,3</b>	<b>22129,3</b>	<b>22761,2</b>	<b>23393,1</b>	<b>24025</b>	<b>24656,9</b>

Continuação da Figura A16:Dados do Fc a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Áreas	Ft Inicial									
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
LEC II	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LEC I	0,973615	0,977384	0,981153	0,984923	0,988692	0,992461	0,996231	1	1,003769	1,007539
Lab. Análise Preditiva	0,896851	0,911587	0,926322	0,941058	0,955793	0,970529	0,985264	1	1,014736	1,029471
LSA	0,931139	0,940976	0,950813	0,960651	0,970488	0,980325	0,990163	1	1,009837	1,019675
Lab. Transmissão	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lab. Telecomunicação	0,710163	0,751568	0,792973	0,834379	0,875784	0,917189	0,958595	1	1,041405	1,082811
Lab. Telecomunicação Unidade Rect.	0,721029	0,760882	0,800735	0,840588	0,880441	0,920294	0,960147	1	1,039853	1,079706
Lab. Telecomunicação Sis. De Bateria	0,721029	0,760882	0,800735	0,840588	0,880441	0,920294	0,960147	1	1,039853	1,079706
LCPIC	0,929514	0,939584	0,949653	0,959722	0,969792	0,979861	0,989931	1	1,010069	1,020139
LSD	0,901995	0,915996	0,929996	0,943997	0,957998	0,971999	0,985999	1	1,014001	1,028001
Lab-GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lab-LASER	0,815386	0,841759	0,868133	0,894506	0,92088	0,947253	0,973627	1	1,026373	1,052747
Lab	0,590553	0,649045	0,707538	0,76603	0,824523	0,883015	0,941508	1	1,058492	1,116985
Aula 01	0,935103	0,944374	0,953645	0,962916	0,972187	0,981458	0,990729	1	1,009271	1,018542
Aula 02	0,953684	0,9603	0,966917	0,973534	0,98015	0,986767	0,993383	1	1,006617	1,013233
Aula 03	0,954182	0,960728	0,967273	0,973819	0,980364	0,986909	0,993455	1	1,006545	1,013091
Aula 04	0,921596	0,932796	0,943997	0,955198	0,966398	0,977599	0,988799	1	1,011201	1,022401
Aula 05	0,948135	0,955545	0,962954	0,970363	0,977772	0,985182	0,992591	1	1,007409	1,014818
Aula 06	0,95912	0,96496	0,9708	0,97664	0,98248	0,98832	0,99416	1	1,00584	1,01168
Aul-EAD-1	0,972855	0,976733	0,980611	0,984488	0,988366	0,992244	0,996122	1	1,003878	1,007756
Aul-EAD-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura A17:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Aul-Pos01	0,781873	0,813034	0,844195	0,875356	0,906517	0,937678	0,968839	1	1,031161	1,062322
Aul-Pos02	0,773619	0,805959	0,838299	0,87064	0,90298	0,93532	0,96766	1	1,03234	1,06468
Sala Eletrobrás	0,703385	0,745758	0,788132	0,830505	0,872879	0,915253	0,957626	1	1,042374	1,084747
Aul-Eletrobrás	0,727936	0,766802	0,805669	0,844535	0,883401	0,922267	0,961134	1	1,038866	1,077733
Pr-CRTI	0,922633	0,933686	0,944738	0,95579	0,966843	0,977895	0,988948	1	1,011052	1,022105
Pr-CRTI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pr-CRTI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pr-CRTI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pr-CRTI	0,945102	0,952945	0,960787	0,96863	0,976472	0,984315	0,992157	1	1,007843	1,015685
Pr-GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pr-GM	0,915881	0,927898	0,939915	0,951932	0,963949	0,975966	0,987983	1	1,012017	1,024034
Pr-GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pr-GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pr-GM	0,912474	0,924978	0,937481	0,949985	0,962489	0,974993	0,987496	1	1,012504	1,025007
Pr-GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pr	0,790727	0,820623	0,850519	0,880415	0,910312	0,940208	0,970104	1	1,029896	1,059792
Pr	0,879727	0,896909	0,91409	0,931272	0,948454	0,965636	0,982818	1	1,017182	1,034364
Pr-01	0,632294	0,684823	0,737353	0,789882	0,842412	0,894941	0,947471	1	1,052529	1,105059
Pr-02	0,867265	0,886228	0,90519	0,924152	0,943114	0,962076	0,981038	1	1,018962	1,037924
Pr-03	0,865777	0,884951	0,904126	0,923301	0,942476	0,96165	0,980825	1	1,019175	1,03835
Pr-04	0,552386	0,616331	0,680275	0,74422	0,808165	0,87211	0,936055	1	1,063945	1,12789
Pr-05	0,817483	0,843557	0,869631	0,895705	0,921779	0,947852	0,973926	1	1,026074	1,052148

Continuação da Figura A17:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Pr-06	0,820233	0,845914	0,871595	0,897276	0,922957	0,948638	0,974319	1	1,025681	1,051362
Pr-07	0,820233	0,845914	0,871595	0,897276	0,922957	0,948638	0,974319	1	1,025681	1,051362
Pr-08	0,700985	0,743701	0,786418	0,829134	0,871851	0,914567	0,957284	1	1,042716	1,085433
Pr09	0,791603	0,821374	0,851145	0,880916	0,910687	0,940458	0,970229	1	1,029771	1,059542
Pr10	0,791603	0,821374	0,851145	0,880916	0,910687	0,940458	0,970229	1	1,029771	1,059542
Pr37	0,666536	0,714174	0,761812	0,809449	0,857087	0,904725	0,952362	1	1,047638	1,095275
Pr11	0,779971	0,811404	0,842836	0,874269	0,905702	0,937135	0,968567	1	1,031433	1,062865
Pr12	0,87137	0,889746	0,908121	0,926497	0,944873	0,963249	0,981624	1	1,018376	1,036751
Pr13	0,87137	0,889746	0,908121	0,926497	0,944873	0,963249	0,981624	1	1,018376	1,036751
Pr14	0,872271	0,890518	0,908765	0,927012	0,945259	0,963506	0,981753	1	1,018247	1,036494
Pr15	0,826591	0,851364	0,876137	0,900909	0,925682	0,950455	0,975227	1	1,024773	1,049545
Pr16	0,826591	0,851364	0,876137	0,900909	0,925682	0,950455	0,975227	1	1,024773	1,049545
Pr17	0,826591	0,851364	0,876137	0,900909	0,925682	0,950455	0,975227	1	1,024773	1,049545
Pr18	0,826591	0,851364	0,876137	0,900909	0,925682	0,950455	0,975227	1	1,024773	1,049545
Pr19	0,804528	0,832453	0,860377	0,888302	0,916226	0,944151	0,972075	1	1,027925	1,055849
Pr20	0,74968	0,78544	0,8212	0,85696	0,89272	0,92848	0,96424	1	1,03576	1,07152
Pr21	0,882764	0,899512	0,91626	0,933008	0,949756	0,966504	0,983252	1	1,016748	1,033496
Pr22	0,882764	0,899512	0,91626	0,933008	0,949756	0,966504	0,983252	1	1,016748	1,033496
Pr23	0,750377	0,786037	0,821698	0,857358	0,893019	0,928679	0,96434	1	1,03566	1,071321
Pr24	0,882872	0,899604	0,916337	0,93307	0,949802	0,966535	0,983267	1	1,016733	1,033465
Pr25	0,882872	0,899604	0,916337	0,93307	0,949802	0,966535	0,983267	1	1,016733	1,033465
Pr26	0,826422	0,851219	0,876016	0,900813	0,925609	0,950406	0,975203	1	1,024797	1,049594

Continuação da Figura A17:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Pr27	0,826422	0,851219	0,876016	0,900813	0,925609	0,950406	0,975203	1	1,024797	1,049594
Pr28	0,882872	0,899604	0,916337	0,93307	0,949802	0,966535	0,983267	1	1,016733	1,033465
Pr29	0,787823	0,818134	0,848445	0,878756	0,909067	0,939378	0,969689	1	1,030311	1,060622
Pr30	0,882872	0,899604	0,916337	0,93307	0,949802	0,966535	0,983267	1	1,016733	1,033465
Pr31	0,882872	0,899604	0,916337	0,93307	0,949802	0,966535	0,983267	1	1,016733	1,033465
Pr32	0,882872	0,899604	0,916337	0,93307	0,949802	0,966535	0,983267	1	1,016733	1,033465
Pr33	0,851958	0,873107	0,894256	0,915405	0,936553	0,957702	0,978851	1	1,021149	1,042298
Pr34	0,84684	0,86872	0,8906	0,91248	0,93436	0,95624	0,97812	1	1,02188	1,04376
Pr35	0,84684	0,86872	0,8906	0,91248	0,93436	0,95624	0,97812	1	1,02188	1,04376
Pr36	0,84684	0,86872	0,8906	0,91248	0,93436	0,95624	0,97812	1	1,02188	1,04376
Pr38	0,788949	0,819099	0,849249	0,879399	0,90955	0,9397	0,96985	1	1,03015	1,0603
PET-TEC	0,820933	0,846514	0,872095	0,897676	0,923257	0,948838	0,974419	1	1,025581	1,051162
GSD-Pes	0,813867	0,840457	0,867048	0,893638	0,920229	0,946819	0,97341	1	1,02659	1,053181
Pes-CRTI-I	0,483091	0,556935	0,63078	0,704624	0,778468	0,852312	0,926156	1	1,073844	1,147688
Pes-CRTI - II	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pes-GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pes-EAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pes-IESTI	0,83354	0,85732	0,8811	0,90488	0,92866	0,95244	0,97622	1	1,02378	1,04756
Pes-GPESC	0,814123	0,840677	0,86723	0,893784	0,920338	0,946892	0,973446	1	1,026554	1,053108
Pes-GESIS	0,776533	0,808457	0,840381	0,872305	0,904229	0,936152	0,968076	1	1,031924	1,063848
Pes-CERNE	0,70224	0,744777	0,787314	0,829851	0,872388	0,914926	0,957463	1	1,042537	1,085074
Cluster	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Continuação da Figura A17:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

CERNE-GEE	0,731527	0,76988	0,808234	0,846587	0,88494	0,923293	0,961647	1	1,038353	1,076707
Pes-GPEPA	0,75557	0,790488	0,825407	0,860326	0,895244	0,930163	0,965081	1	1,034919	1,069837
Pes GAIA	0,855833	0,876428	0,897024	0,917619	0,938214	0,958809	0,979405	1	1,020595	1,041191
Pes-GASIN	0,804134	0,832114	0,860095	0,888076	0,916057	0,944038	0,972019	1	1,027981	1,055962
CATS	0,601416	0,658357	0,715297	0,772238	0,829178	0,886119	0,943059	1	1,056941	1,113881
Pes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Auditório	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Min.Audi-ISTI	0,83619	0,859592	0,882993	0,906394	0,929796	0,953197	0,976599	1	1,023401	1,046803
Educação a Distância EAD - Escritório	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Esqr-GESIS	0,877611	0,895095	0,91258	0,930064	0,947548	0,965032	0,982516	1	1,017484	1,034968
ADMON	0,751507	0,787006	0,822505	0,858004	0,893503	0,929002	0,964501	1	1,035499	1,070998
Esc.IESTI	0,802884	0,831044	0,859203	0,887362	0,915522	0,943681	0,971841	1	1,028159	1,056319
<b>TOTAL</b>										

Continuação da Figura A17:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

ec-GM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sala de Reunião	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sec-GESIS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sec-CERNE	0,708918	0,750501	0,792085	0,833668	0,875251	0,916834	0,958417	1	1,041583	1,083166
Sc-ADMON	0,820952	0,84653	0,872108	0,897687	0,923265	0,948843	0,974422	1	1,025578	1,051157
Sala Reuni. ISEE	0,74661	0,782809	0,819007	0,855206	0,891404	0,927603	0,963801	1	1,036199	1,072397
Sec.ISEE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sec.ISEE	0,699798	0,742684	0,78557	0,828456	0,871342	0,914228	0,957114	1	1,042886	1,085772
Sec.IESTI	0,739237	0,776489	0,813741	0,850993	0,888245	0,925496	0,962748	1	1,037252	1,074504
Sec.IESTI	0,772894	0,805338	0,837782	0,870225	0,902669	0,935113	0,967556	1	1,032444	1,064887
Sec.IESTI	0,724129	0,76354	0,80295	0,84236	0,88177	0,92118	0,96059	1	1,03941	1,07882
Sec.IESTI	0,73274	0,77092	0,8091	0,84728	0,88546	0,92364	0,96182	1	1,03818	1,07636
Sala de Reunião IESTI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Continuação da Figura A17:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco I.

Áreas	Ft Inicial									
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Laboratório de Idiomas	0,95	0,96	1,01	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,01	1,01
Espaço de estudo BIM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Espaço estudo BIM central	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
BIM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sala computação BIM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sala de projeto Incluir	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Periódico BIM	0,84	0,86	1,05	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05
Direção periódico BIM	0,26	0,37	1,21	0,58	0,68	0,79	0,89	1,00	1,11	1,21
Escritório 1 BIM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Escritório 2 BIM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Escritório 3 BIM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Escritório 4 BIM	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Acervo	0,18	0,30	1,23	0,53	0,65	0,77	0,88	1,00	1,12	1,23
Gabinete de Reitor	0,78	0,81	1,06	0,87	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06
Reitoria 1	0,83	0,85	1,05	0,90	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05
Reitoria 2	0,61	0,66	1,11	0,77	0,83	0,89	0,94	1,00	1,06	1,11
Auditoria interna	0,72	0,76	1,08	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08
Ouvidora	0,55	0,61	1,13	0,74	0,81	0,87	0,94	1,00	1,06	1,13
Assessoria de relações públicas	0,23	0,34	1,22	0,56	0,67	0,78	0,89	1,00	1,11	1,22
Diretor de A.P	0,70	0,75	1,08	0,83	0,87	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08
Assessoria e planejamento	0,50	0,58	1,14	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00	1,07	1,14
Diretor PROEX	0,89	0,91	1,03	0,94	0,95	0,97	0,98	1,00	1,02	1,03

Figura A18:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco G.

PROEX	0,89	0,91	1,03	0,94	0,95	0,97	0,98	1,00	1,02	1,03
DPE	0,61	0,67	1,11	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,06	1,11
DPE 1	0,87	0,89	1,04	0,93	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04
Diretor DPE	0,16	0,28	1,24	0,52	0,64	0,76	0,88	1,00	1,12	1,24
PRAD	0,83	0,86	1,05	0,90	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05
Divisão de Contabilidade	0,84	0,86	1,05	0,91	0,93	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05
Divisão de finanças	0,88	0,90	1,03	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,02	1,03
Divisão de Orçamento	0,69	0,73	1,09	0,82	0,87	0,91	0,96	1,00	1,04	1,09
Diretor de Orçamento	0,70	0,75	1,08	0,83	0,87	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08
CPPD	0,47	0,55	1,15	0,70	0,77	0,85	0,92	1,00	1,08	1,15
DCC	0,81	0,83	1,06	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06
Diretor DCC	0,79	0,82	1,06	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,06
Procuradoria Federal	0,61	0,66	1,11	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,06	1,11
CIS	0,63	0,68	1,11	0,79	0,84	0,89	0,95	1,00	1,05	1,11
Sala de estar de auditório	0,54	0,61	1,13	0,74	0,80	0,87	0,93	1,00	1,07	1,13
Sala de espera Auditório	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Auditório Prof. Luiz Goulart	0,45	0,53	1,16	0,69	0,77	0,84	0,92	1,00	1,08	1,16
Quarto de Ar central do Auditório	-1,09	-0,79	1,60	-0,19	0,11	0,40	0,70	1,00	1,30	1,60

Continuação da Figura A18:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco G.

Secretaria de Reitoria	0,72	0,76	1,08	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08
Secretaria geral de Reitoria	-0,08	0,07	1,31	0,38	0,54	0,69	0,85	1,00	1,15	1,31
Sala de Reunia de Reitoria	0,82	0,85	1,05	0,90	0,92	0,95	0,97	1,00	1,03	1,05
Sala de reunião A.P	0,86	0,88	1,04	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04
Secretaria de A.P	0,74	0,77	1,08	0,85	0,89	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08
Arquivos DPE	0,52	0,59	1,14	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00	1,07	1,14
Secretaria PROEX	0,42	0,50	1,17	0,67	0,75	0,83	0,92	1,00	1,08	1,17
Arquivos Orçamento	0,86	0,88	1,04	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,04
Secretaria de Orçamento	0,48	0,55	1,15	0,70	0,78	0,85	0,93	1,00	1,07	1,15
Sala de Reunião DCC	0,47	0,54	1,15	0,70	0,77	0,85	0,92	1,00	1,08	1,15
Sala de reunião P.F	0,61	0,67	1,11	0,78	0,83	0,89	0,94	1,00	1,06	1,11

Continuação da Figura A18:Dados do Ft Inicial a diferente temperatura ambiente no Bloco G.

<b>Ft</b>	<b>T</b>
0,66944441	<b>10</b>
0,71666664	<b>12</b>
1,09444445	<b>14</b>
0,81111109	<b>16</b>
0,85833332	<b>18</b>
0,90555555	<b>20</b>
0,95277777	<b>22</b>
1	<b>24</b>
1,04722223	<b>26</b>
1,09444445	<b>28</b>

Figura A19:Dados do Ft l a diferente temperatura ambiente no Bloco G.

<b>Ft</b>	<b>T</b>
0,851899667	<b>10</b>
0,873056857	<b>12</b>
0,894214048	<b>14</b>
0,915371238	<b>16</b>
0,936528429	<b>18</b>
0,957685619	<b>20</b>
0,97884281	<b>22</b>
1	<b>24</b>
1,02115719	<b>26</b>
1,042314381	<b>28</b>

Figura A19:Dados do Ft a diferente temperatura ambiente no Bloco I.