

**CARLOS TRISTAN  
DANILO MARTELETO  
LUCAS GARCIA  
RENATO SUNG**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES  
SUSTENTÁVEIS**

Projeto de Formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo, no âmbito do Curso de  
Engenharia Ambiental

São Paulo  
2013

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos primeiramente de agradecer ao nosso professor e orientador Marco Antônio Saidel, que nos ajudou muito na etapa de definição do problema e como encará-la para que apresentássemos um trabalho de formatura que abrangesse um tema do interesse de todos, dando foco em eficiência energética de um dos edifícios da Escola Politécnica.

Não podemos esquecer também da contribuição fundamental do Engenheiro Edivaldo Gaban, responsável pela manutenção do edifício Mário Covas, que nos orientou, ajudou e monitorou nossas visitas técnicas ao edifício, bem como de Luís Márcio, responsável pelo PURE USP, que tanto nos auxiliou no projeto de troca de lâmpadas do edifício, sendo sempre muito prestativo e atencioso.

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO e OBJETIVO .....	10
1.1	Introdução .....	10
1.2	Objetivo .....	11
2	LEVANTAMENTO DOS DADOS .....	12
2.1	Comparação entre os principais sistemas de certificação.....	12
2.1.1	AQUA .....	12
2.1.2	LEED .....	16
2.1.3	SELO CASA AZUL CAIXA .....	22
2.1.4	PROCEL .....	26
2.2	Comparação entre os Selos .....	31
2.3	Características do edifício .....	33
3	ANÁLISE DOS DADOS.....	41
3.1	Exemplos de equipamentos .....	45
3.2	Domus-Procel Edifica.....	46
3.3	Dados de Consumo Médio do Edifício .....	47
3.3.1	<i>Resumo dos Equipamentos do edifício .....</i>	49
3.3.2	<i>Alternativas para redução do consumo energético.....</i>	51
4	SIMULAÇÃO ATRAVÉS DO SOFTWARE DOMUS-PROCEL.....	55
4.1	Conforto Térmico .....	56
4.1.1	<i>Temperatura e Umidade Interna.....</i>	56
4.1.2	<i>Estatísticas Gerais (mensais).....</i>	56
4.2	Energia.....	57
4.2.1	<i>Ganhos Térmicos .....</i>	57
4.2.2	<i>Demanda e consumo de energia.....</i>	57
4.3	Sistemas de Climatização .....	58
4.3.1	<i>Carga Térmica .....</i>	58
4.4	RTQ-C.....	58
4.5	Envoltória .....	59
4.6	Iluminação.....	59
4.7	Condicionamento de Ar .....	60
4.8	Bonificações.....	60
4.9	Etiqueta .....	61
4.10	Proposição de melhorias.....	62
4.10.1	<i>Substituição das Lâmpadas de 32W por lâmpadas de 28W .....</i>	62
4.10.2	<i>Pintura do teto do prédio e das paredes que compõem a fachada interna de branco .....</i>	62
4.10.3	<i>Implantação de um sistema de desligamento automático de luzes .....</i>	63
4.10.4	<i>Introdução de sistemas de racionalização de água e geração de energia fotovoltaica .....</i>	63
4.11	Conclusão Simulação Domus .....	64
5	SOFTWARE SOFTLUX E PROJETO PURE-USP.....	66
5.1	O que é? .....	66
5.2	Objetivos .....	67
5.3	Detalhamento do Sistema Alternativo Proposto .....	68
5.3.1	<i>Luminárias .....</i>	69
5.3.2	<i>Lâmpadas Sistema Antigo.....</i>	74

5.3.3	<i>Lâmpadas Sistema Novo</i> .....	76
5.4	Descrição dos Ambientes.....	77
5.4.1	<i>Dados Coletados para Uso no Software</i> .....	78
5.5	Potência Instalada.....	83
5.6	Custos do Projeto.....	92
5.7	Análise Financeira.....	93
5.8	Conclusões .....	95
6	EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	96
7	CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS .....	98
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99

## RESUMO EXECUTIVO

A construção civil é um dos setores com maior responsabilidade pela degradação ambiental através de práticas não sustentáveis e técnicas construtivas pouco eficientes. Em meio a panoramas como esse, surgiu o conceito de construção verde, que vem aos poucos mudando esse cenário, a fim de propor alternativas sustentáveis tanto na construção como em todo o processo de produção da construção civil. Essas práticas atuam desde melhorias no consumo de água e energia como na gestão de resíduos sólidos.

Dentro desse contexto, o objetivo do nosso trabalho de formatura é analisar a eficiência energética de um edifício da Escola Politécnica, a fim de elaborar um projeto hipotético de sustentabilidade, propondo alterações e oferecendo alternativas para que ele se torne eficaz energeticamente através de simulações em programas de termoenergética de edificações.

Para analisar a sustentabilidade, estudamos os quatro principais selos energéticos aplicados em edificações no Brasil: LEED, Aqua, Procel e Selo Casa Azul CAIXA. A partir dessa análise, comparamos suas diferenças e abordagens para decidir qual seria o mais adequado a ser aplicado no edifício de estudo. Escolhemos a certificação Procel, por ter maior enfoque em consumo de energia elétrica, tema principal do nosso trabalho de formatura.

Definimos também, junto ao nosso professor e orientador, Marco Antonio Saidel, que o edifício a ser estudado seria o prédio da Administração, o edifício Eng<sup>o</sup> Mário Covas Jr. Fizemos essa escolha por esse ser um edifício comum a todos e de grande importância para a Escola Politécnica.

Na etapa de desenvolvimento do trabalho, realizamos visitas técnicas ao edifício junto ao engenheiro responsável, Edivaldo Gaban e também com o José Pereira, responsável pela parte elétrica. Fizemos também levantamento dos equipamentos e luminárias para estimarmos o consumo médio final do edifício.

A partir dos dados coletados, fizemos simulações no software DOMUS Procel Edifica (Programa de Simulação Termoenergética de Edificações). A partir dos resultados obtidos, propusemos alternativas para redução do consumo de energia elétrica do prédio e depois simulamos novamente para comparar o impacto das mudanças propostas através de análises de viabilidade técnico-financeiras.

Também fizemos um projeto junto ao PURE USP (Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP) de retrofit no edifício Mário Covas com enfoque na substituição e melhor utilização das lâmpadas, a fim de reduzir o consumo energético final do edifício através do software de simulação Softlux.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Certificação Aqua.....	13
Figura 2 - Níveis de certificação LEED (Fonte: GBCB, 2011) .....	198
Figura 3 – Logomarcas do Selo Caixa Azul .....	283
Figura 4 - Modelo da Etiqueta PROCEL .....	307
Figura 5 - Fórmula para o cálculo da classificação geral do Edifício .....	238
Figura 6 - Planta baixa do primeiro andar. ....	353
Figura 7 - Planta baixa do segundo andar .....	353
Figura 8 - Cidade Universitária e, no círculo vermelho, o Prédio da Administração da POLI-USP.....	364
Figura 9 - Imagem ampliada do Prédio da Administração da POLI-USP. ....	364
Figura 10 – Entrada do edifício Eng <sup>o</sup> Mario Covas junior .....	375
Figura 11 - Vista lateral do prédio .....	375
Figura 12 - Vão central, com destaque para sua iluminação natural.....	386
Figura 13 - Segundo angulo do vão central .....	386
Figura 14 - Detalhe das janelas do segundo andar e sua iluminação natural. ....	397
Figura 15 - Detalhe do primeiro andar e as amplas aberturas sem nenhum tipo de cobertura. ....	397
Figura 16 - Detalhe das janelas do segundo andar e da iluminação natural.....	408
Figura 17 - Detalhe da sala de estudo da biblioteca que apesar de ter boa iluminação natural nem toda ela é aproveitada e acarreta no uso simultâneo de iluminação artificial.....	408
Figura 18 - Ar-condicionados divergentes (um já apresenta o Selo Procel, enquanto o outro é claramente muito antigo).....	453
Figura 19 - Frigobares em salas distintas .....	464
Figura 20 – Divisão das zonas no pavimento inferior .....	475
Figura 21 – Divisão das zonas no pavimento superior.....	486
Figura 22 – Representação do edifício Eng <sup>o</sup> Mário Covas Jr no programa Domus-Procel .....	486
Figura 23 – Modelo de computador e monitor utilizado pelos funcionários do edifício e utilizado como base para levantamento .....	497
Figura 24 – Frigobar modelo para cálculo de substituição .....	542
Figura 25 – Configuração de relatórios .....	553
Figura 26 – Temperatura e umidade .....	564
Figura 27 – Estatísticas mensais.....	564
Figura 28 – Ganhos térmicos .....	575
Figura 29 – Demanda e consumo .....	575
Figura 30 – Carga térmica.....	586
Figura 31 – Configuração RTQ-C.....	586
Figura 32 – RQT-C.....	597
Figura 33 – RQT-C.....	597
Figura 34 – RQT-C.....	608
Figura 35 – RQT-C.....	59
Figura 36 – Etiqueta do edifício na situação atual (método prescritivo) .....	59
Figura 37 – Situação das zonas antes e após melhorias propostas .....	620
Figura 38 – Exemplo de elementos construtivos .....	631
Figura 39 – Pré-requisitos .....	631
Figura 40 - Luminária 4951670 .....	707
Figura 41- Luminária 4951832 .....	718

Figura 42 - Luminária 4951697 .....	69
Figura 43- Luminária 4951859 .....	730
Figura 44 - Luminária 5185700 .....	741
Figura 45 - Lâmpada 5020123 .....	752
Figura 46 - Lâmpada 5020093 .....	763
Figura 47 - Output do Softlux do Ambiente 99 .....	841
Figura 48 - Output do Softlux do Ambiente 99 .....	852
Figura 49 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente .....	86
Figura 50 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente .....	874
Figura 51 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente .....	885
Figura 52 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente .....	896
Figura 53 - Fluxograma da Avaliação do Projeto – Etiquetagem .....	1007
Figura 54 - Fluxograma da Avaliação do Edifício – Inspeção .....	1007

## LISTA DE TABELAS

- Conjunto de Preocupações referentes à certificação AQUA .....	14
- Custo de Processo Aqua por metro quadrado do projeto .....	16
- Categorias da certificação LEED (Fonte: GBCB, 2011) .....	18
- Níveis de Certificado LEED (Fonte: USGBC, 2009).....	19
- Checklist de Avaliação do LEED .....	20
- Checklist de Avaliação do LEED .....	21
- Níveis de gradação do selo Caixa Azul (FONTE: CEF,2010) .....	293
- Resumo Categorias do Selo Caixa Azul (FONTE: CEF,2010).....	304
- Equivalente Numérico para cada nível de eficiência .....	23
- Classificação Geral da Edificação do Selo PROCEL .....	29
- Comparativo entre os 4 diferentes tipos de selo .....	320
- Potência equipamentos .....	42
- Relação entre DPI, número de pessoas e áreas de trabalho.....	453
- Divisão dos equipamentos por zona .....	509
- Consumo diário estimado total do edifício.....	49
- Equipamentos selecionados para estudo de substituição em destaque .....	520
- Dimensionamento de ar-condicionado .....	51
- Consumo dos frigobares nos cenários atual e proposto .....	52
- Viabilidade econômica da alternativa .....	553
- Especificações Luminária 4951670.....	697
- Especificações Luminária 4951832.....	708
- Especificações Luminária 4951697 .....	69
- Especificações Luminária 4951859.....	70
- Especificações Lâmpada 5185700 .....	741
- Especificações Lâmpada 5020123 .....	752
- Especificações Lâmpada 5020093 .....	763
- Dimensões Andar Térro Prédio Eng. Mário Covas Jr. ....	774
- Dimensões Andar Superior Prédio Eng. Mário Covas Jr. ....	785
- Características por Ambiente no Andar Térro Prédio Eng. Mário Covas Jr. ....	818
- Características por Ambiente no Andar Superior Prédio Eng. Mário Covas Jr. ....	79
- Sistema Proposto e a Respectiva Economia (Andar Térreo) .....	907
- Sistema Proposto e a Respectiva Economia (Andar Superior) .....	918
- Troca de Lâmpadas .....	892
- Troca de Reatores .....	89
- Troca de Luminárias .....	89
- Custos dos Materiais Propostos.....	930

## LISTA DE SÍMBOLOS

- ONU: Organização das Nações Unidas
- UNCED: United Nations Conference on Environment and Development
- BREEAM: Building Research Establishment Environment Assessment Method
- LEED: Leadership in Energy and Environmental Design
- USGBC: U.S. Green Building Council
- CASBEE: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency
- HQE: Haute Qualité Environnementale
- PROCEL: Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações
- AQUA: Alta Qualidade Ambiental (Selo Ambiental)
- CSTB: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- SGE: Sistema de Gestão do Empreendimento
- QAE: Qualidade Ambiental do Edifício
- ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- GBC: Green Building Council
- RTQ: Regulamento Técnico de Qualidade
- RAC: Regulamento de Avaliação da Conformidade
- DOF: Documento de Origem Florestal
- CEF: Caixa Econômica Federal
- CPU: unidade central de processamento

# 1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

## 1.1 Introdução

Em 1987 a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente (UNCED) produziu um relatório conhecido como “Relatório de Bruntland”. Nesse relatório foram apresentados estudos baseados no equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente que apontam para a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes. Nesse documento surgiu o conceito de “desenvolvimento sustentável”, baseado na proteção ambiental, estabilidade econômica e responsabilidade social, sendo definido como:

“... desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de encontrar as suas” (Bruntland apud Lagerstedt, 2000).

Já no início da década de 1970, a sociedade modificou a forma de pensar, agir e gerir os recursos naturais, de forma a considerar a integração dos aspectos ambientais nas estratégias sustentáveis dos planos e políticas de desenvolvimento. As convenções de Montreal (1972), do Rio de Janeiro (1992), de Kyoto (1997) e de Johannesburgo (2002), mostraram o comprometimento e reconhecimento global com a meta do desenvolvimento sustentável.

Estas mudanças de pensamento em relação à utilização dos recursos naturais e elaboração de propostas, que visam concretizar o desenvolvimento sustentável, levaram a uma evolução prática e intelectual que não tem mais volta. Vive-se hoje em um mundo repleto de órgãos, comissões e conselhos especialmente voltados para a questão da implantação do desenvolvimento sustentável, com normas e legislações sendo criadas e sancionadas, visando à eliminação ou minimização dos impactos ambientais nas atividades humanas.

A construção civil é hoje um dos mais importantes setores da economia global e seu crescimento traz consigo toda uma cadeia de empresas ligadas a produção dos insumos e serviços, fazendo com que esta seja uma das principais atividades causadoras de impactos ao meio ambiente. Por este motivo, muitas agências governamentais, instituições de pesquisa e o próprio setor privado vêm estudando e estimulando pesquisas e metodologias que visem reduzir estes impactos.

Um dos conjuntos de ações que visa o desenvolvimento da sustentabilidade na construção são as certificações ambientais para edificações, que determinam parâmetros de avaliação do impacto ambiental das edificações, tanto na sua construção quanto no seu uso.

O primeiro método de certificação de edifícios sustentáveis do mundo, conhecido como Building Research Establishment Environment Assessment Method (BREEAM), foi apresentado no Reino Unido, em 1990, pelo Building Research Establishment (BRE). Atualmente, mais de 200 mil edificações possuem tal certificação. Em meados dos anos 90, o Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) foi

desenvolvido nos Estados Unidos pelo U.S. Green Building Council (USGBC). Até 2011, aproximadamente 32 mil certificados haviam sido emitidos no mundo. Ambas as iniciativas de avaliação ambiental de edifícios apresentam diretrizes de bom projeto e gestão. Muitos outros sistemas são desenvolvidos em diferentes países, como o CASBEE, no Japão, o HQE, na França e o PROCEL e Selo Casa Azul no Brasil.

No Brasil, essa tendência foi confirmada também com o surgimento do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA, que foi instituído em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL e atua de forma conjunta com o Ministério de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, as universidades, os centros de pesquisa e entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, além do setor da construção civil.

O PROCEL promove o uso racional da energia elétrica em edificações desde sua fundação, sendo que, com a criação do PROCEL EDIFICA, as ações foram ampliadas e organizadas com o objetivo de incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente.

O consumo de energia elétrica nas edificações corresponde a cerca de 45% do consumo faturado no país. Estima-se um potencial de redução deste consumo em 50% para novas edificações e de 30% para aquelas que promoverem reformas que contemplem os conceitos de eficiência energética em edificações.

## **1.2 Objetivo**

O objetivo principal deste trabalho é avaliar a sustentabilidade ambiental do edifício Mario Covas - Prédio da Administração da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, propondo mudanças (Retrofit) para que ele alcance um nível desejado de sustentabilidade, baseado no certificado Selo Procel Edifica.

Para isso fizemos levantamento de todos os pontos de consumo energético (iluminação e equipamentos) do edifício a fim de utilizá-los no programa de simulação termoenergética de edificações DOMUS – Procel Edifica. Fizemos a simulação do prédio em sua situação atual e depois propusemos alternativas para redução do consumo de energia elétrica. Com essas alterações, simulamos novamente o edifício para avaliar os impactos causados por meio de análises de viabilidade técnico-financeiras.

Paralelamente a esse estudo, fizemos um projeto conjuntamente com o PURE USP (Programa Permanente para o Uso Edificante de Energia na USP) de retrofit no edifício Engº Mário Covas Jr., com enfoque na substituição e melhor utilização das lâmpadas. Utilizamos nas simulações o sistema Softlux que calcula quantidade de lux adequada para cada ambiente através de mapas de calor dos ambientes imputados.

## 2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

### 2.1 Comparação entre os principais sistemas de certificação

#### 2.1.1 AQUA

##### Introdução

O processo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) de certificação é a versão brasileira que foi adaptada do certificado francês HQE, que define a qualidade ambiental, segundo a associação francesa, como “qualidade ambiental do edifício e dos seus equipamentos (em produtos e serviços) e os restantes conjuntos de operação, de construção ou adaptação, que lhes conferem aptidão para satisfazer as necessidades de dar resposta aos impactos ambientais sobre o ambiente exterior e a criação de ambientes interiores confortáveis e sãos”. (PINHEIRO, 2006)

O AQUA foi desenvolvido em parceria franco-brasileira composto primeiramente pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini, Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e pelo instituto francês considerado referência mundial em pesquisas na construção civil, *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* (CSTB). O processo visa garantir a qualidade ambiental de um empreendimento construído desde o começo ou reabilitação de um edifício existente, utilizando-se de auditorias independentes. Segundo a Fundação Vanzolini, ele pode ser definido “como sendo um processo de gestão de projeto visando obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação”.

##### Pré-Requisitos Gerais

O processo de certificação é estruturado nos aspectos relacionados a três itens: i) implementação do sistema de gestão ambiental (empreendedor), ii) adaptação do ambiente a sua envolvente e ambiente imediato e por fim, iii) informações transmitidas pelo empreendedor aos usuários. Um dos métodos mais confiáveis para a obtenção do desempenho ambiental passa pelo apoio de uma organização eficaz e rigorosa do empreendimento (Fundação Vanzolini, 2011). Desta forma o referencial técnico de certificação estrutura-se em dois elementos:

- *SGE (Sistema de Gestão do Empreendimento)*: avalia o sistema de gestão ambiental.
- *QAE (Qualidade Ambiental do Edifício)*: avalia o desempenho arquitetônico e técnico do edifício.

Esta estrutura citada acima permite que haja a organização necessária para se atingir a qualidade ambiental desejada. O SGE define a qualidade ambiental, organiza e controlar os processos operacionais em todas as fases do programa, passando pela concepção (projeto), realização (obra) e Operação ou Uso.

Uma característica do SGE é uma apresentação de uma lista exigências que permitem os agentes de um empreendimento adaptar as mais diversas formas de se organizar os papéis, cabendo a cada agente interpretar e atender as exigências em

função das especificidades em cada fase. O seu referencial se organiza, segundo a Fundação Vanzolini, em quatro etapas descritas a seguir:

- a. Comprometimento do empreendedor, onde os elementos de análise solicitados para a definição do perfil ambiental do empreendimento e as exigências para formalizar tal comprometimento são descritos;
- b. Implementação e funcionamento, no qual contém as exigências em termos organizacionais;
- c. Gestão do empreendimento, no qual são detalhadas as exigências em termos de monitoramento e análises críticas dos processos, de avaliação da QAE, de atendimento aos compradores e de correções e ações corretivas;
- d. Aprendizagem, onde são abordadas as exigências em termos de aprendizagem da experiência e de balanço do empreendimento.

A integração necessária para o cumprimento do SGE demanda não somente o tempo do empreendedor, mas exige também qualidades como organização, rigor e capacidade de reação. Um empreendimento bem gerenciado, com uma boa execução do SGE, aumenta chances de se alcançar as metas definidas.

O processo de avaliação QAE permite que seja verificada, em todo o ciclo de vida do empreendimento, a adequação ao perfil ambiental definido. Ele é expresso em 14 categorias as quais são desmembradas em preocupações associadas a cada um dos desafios, que por sua vez são traduzidos em critérios e indicadores de desempenho. A certificação pode ser concebida ou não ao empreendimento, não havendo níveis intermediários. O sistema é baseado em desempenho, sendo classificado em três níveis:

- *Bom* (práticas correntes, legislação),
- *Superior* (boas práticas)
- *Excelente* (melhores práticas).

Para se obter a certificação é exigido que um número mínimo de desempenho seja classificado como *Excelentes* e um número máximo seja classificado como *Bom*.



**Processo AQUA**  
CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

**Figura 1 - Certificação Aqua**

## **Categorias e Critérios**

As 14 categorias abaixo devem satisfazer as exigências relacionadas ao controle de impactos sobre o ambiente externo e à criação de um ambiente interno adequadamente confortável e saudável. O conjunto de preocupações pode ser reunido em quatro grupos: sítio e construção, gestão, conforto e saúde. O quadro

abaixo apresenta todas as 14 categorias agrupadas conforme os aspectos de cada uma:

<b>Controle dos impactos sobre o ambiente externo</b>		<b>Criação de um ambiente interno confortável e saudável</b>	
<b>Sítio e construção</b>		<b>Conforto</b>	
Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno	Categoria 08	Conforto higrotermico
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	Categoria 09	Conforto acustico
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Categoria 10	Conforto visual
<b>Gestão</b>		Categoria 11	Conforto olfativo
Categoria 04	Gestão de energia	<b>Saúde</b>	
Categoria 05	Gestão de agua	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação do edifício	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 07	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	Categoria 14	Qualidade sanitária da água

**Tabela 1 – Conjunto de Preocupações referentes à certificação AQUA**

Na relação do edifício com seu redor, as exigências abrangem características relacionadas à interação do empreendimento com o ambiente externo, considerando os prós e contras existentes, a criação de um ambiente externo agradável (paisagismo, áreas de lazer) e a minimização de impactos relacionados ao transporte (vias especiais para bicicletas e pedestres, estacionamento para portadores de necessidades especiais).

Quanto à gestão de energia está o uso de energias renováveis, redução do consumo de energia não renovável e projeto arquitetônico que priorize iluminação natural.

O canteiro de obras deve ser planejado de forma a reduzir o possível o impacto gerado pela atividade. Sendo que, alguns dos aspectos que devem ser levados em conta, é a gestão de resíduos gerados no canteiro, limitação dos incômodos e controle do uso de água e energia.

A gestão do recurso água tem por objetivo principal a redução do consumo de água potável e essa economia pode ser obtida por meio do uso de equipamentos e sistemas economizadores de água e do aproveitamento de água da chuva para jardinagem, lavagem de automóveis e utilização em aparelhos sanitários.

A gestão dos resíduos de uso e operação atua na adequação de três processos: primeiro, entre coleta interna e externa; em seguida, controle de triagem de resíduos e, por fim, otimização do sistema de coleta interna, sendo que todas estas ações tem

como finalidade a conscientização dos usuários. mantendo estes sempre atentos quanto ao problema do impacto gerado pelos resíduos.

De forma geral. o conforto em um ambiente interno esta relacionado a uma concepção arquitetônica que ofereça conforto térmico, tanto nos dias mais frios quanto nos mais quentes (higrotérmico), que ofereça também conforto acústico, onde se possam minimizar os impactos negativos dos ruídos externos; que aproveite ao máximo a iluminação natural utilizando iluminação artificial somente quando necessário; que valorize o acesso a vistas externas (conforto visual) e que aproveite a ventilação natural para gerenciar fontes de odores desagradáveis e perigosas à saúde (conforto olfativo).

## **Orientações Gerais**

Para a obtenção do certificado, é necessário, num primeiro momento, que o empreendedor entre em contato com a Fundação Vanzolini, localizada no prédio de engenharia de produção da Escola Politécnica da USP e faça adesão a um dos referenciais técnicos disponíveis no site da instituição. Existem referenciais técnicos para os mais diversos tipos de empreendimentos, como escritórios, edifícios escolares e habitacionais e hotéis.

O processo de certificação é realizado a partir de auditorias presenciais seguidas de análise técnica que verificam o atendimento aos critérios do referencial técnico. Atendidos os critérios de cada fase, programa, concepção e realização, os certificados são emitidos em até um mês.

Na fase de programa, o empreendedor deve definir o programa de necessidades e o perfil de desempenho nas quatorze categorias do QAE. Além disso, deve ainda assumir o compromisso e assegurar os recursos necessários para obter o perfil programado, inclusive estabelecendo o SGE, para ter o controle total do projeto, até a conclusão da obra. A auditoria realizada mediante solicitação do empreendedor e um dossiê completo, contendo o programa e a avaliação da QAE, são enviadas a Fundação Vanzolini.

Na fase de concepção ou de projeto, o empreendedor utiliza o perfil de desempenho programado nas quatorze categorias e os demais elementos do programa, como entrada para os projetos. O SGE é mantido e os projetos são produzidos, avaliando o perfil da QAE e corrigindo desvios percebidos. Como na fase anterior, a auditoria também acontece mediante solicitação do empreendedor e o envio da avaliação da QAE.

Por último, na fase de realização (obra), o empreendedor mantém o SGE, realiza a obra, avalia o perfil QAE e corrige eventuais desvios. A auditoria é agendada e a avaliação da QAE na entrega da obra é enviada à Fundação Vanzolini.

## Verificação de atendimento ao selo

É função do auditor, verificar em cada uma das fases, a implementação do SGE e fazer a comparação da avaliação da QAE com os critérios de desempenho exigidos no referencial técnico adotado. Ao final de cada etapa concluída com sucesso, um certificado é emitido. Os custos do processo por metro quadrado do projeto estão apresentados no quadro abaixo:

Custos Processo Aqua por m <sup>2</sup> do projeto	
<1.500m <sup>2</sup>	R\$17.500,00
>1.500m <sup>2</sup>	R\$1,609/m <sup>2</sup>

Tabela 2 – Custo de Processo Aqua por metro quadrado do projeto

### 2.1.2 LEED

#### Introdução

O LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design* – é um sistema de certificação ambiental desenvolvido nos Estados Unidos em 1999 pelo *United States Green Building Council* (USGBC), com o intuito de promover a construção de edifícios verdes, sendo reconhecido mundialmente, com atuação em mais de 115 países. A Primeira versão desse sistema conhecido como LEED, foi lançado em agosto de 1998 e, após extensas modificações, a segunda versão ou 2.0 foi lançada em março de 2000, seguida da versão 2.1 lançada em 2002 e da versão 2.2 lançada três anos depois, em 2005. A última versão do certificado foi lançada em 2009, conhecida como versão 3.0 (GBC Brasil, 2010).

A implantação da certificação teve seu início no Brasil em 2007 quando foi criado no país o GBCB (Green Building Council Brasil), órgão não governamental vinculado ao USGBC que visa auxiliar na expansão da construção sustentável no país. (DRANSFELD, 2012)

A certificação é baseada num programa de adesão voluntaria e visa avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento. Leva em consideração o ciclo de vida e pode ser aplicado em qualquer tipo de empreendimento, desde um novo até para um existente. (LEITE, 2011).

O LEED, durante seus primórdios, teve como objetivo: facilitar a transferência de conceitos sobre construção ambientalmente responsável para os profissionais e para a indústria de construção americana, além de proporcionar reconhecimento no mercado pelos esforços investidos, para tornar a construção o mais responsável possível em termos ambientais. (CONSTRUMETAL 2010). De forma geral, com a consolidação do LEED, como um dos principais certificados ambientais no mundo, o desenvolvimento de um padrão que proporcione melhor desempenho ambiental e

econômico dos edifícios, baseando-se em princípios, práticas, materiais e padrões sustentáveis se tornou o objetivo principal do certificado. (SILVA, 2010).

## **Pré-Requisitos Gerais**

Como foi mencionado anteriormente, a adesão ao certificado internacional é voluntária. Porém, para obtenção do certificado mais básico, é exigida uma pontuação mínima de 40 pontos de 110 pontos possíveis.

O sistema LEED possui um programa de pré-requisitos, que define as características mínimas que um projeto deve possuir, a fim de ser elegível para poder ser avaliado pelo sistema de certificação. (Librelotto, 2010)

O LEED para novas construções, por exemplo, é dividido em sete categorias citadas abaixo com os respectivos pré-requisitos:

1. Espaço Sustentável
  - a. Prevenção da poluição na atividade da Construção
2. Uso Racional da Água
  - a. Redução no Uso da Água
3. Energia e Atmosfera
  - a. Comissionamento dos sistemas de energia
  - b. Performance mínima de energia
  - c. Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes, não uso de CFC's
4. Materiais e Recursos
  - a. Depósito e Coleta de materiais recicláveis
5. Qualidade Ambiental Interna Possíveis
  - a. Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno
  - b. Controle da fumaça do cigarro
6. Inovação e Processo do Projeto
7. Créditos Regionais

## **Categorias e Critérios**

Segundo a USGBC, a versão mais atualizada é dividida em oito categorias para avaliar diferentes tipos de edificações citadas no quadro abaixo:

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
LEED NC	Novas construções e grandes projetos de renovação
LEED ND	Desenvolvimento de bairros (localidades)
LEED CS	Projetos da envolrotia e parte central do edificio
LEED Retail NC e CI	Lojas de varejo
LEED Healthcare	Unidades de saude
LEED EB-OM	Operações de manutenção de edifícios existentes
LEED Schools	Escolas
LEED CI	Projetos de interiores e edificios comerciais

Tabela 3 - Categorias da certificação LEED (Fonte: GBCB, 2011)

Cada um dessas categorias de certificação é organizado em 5 categorias ambientais distintas:

- a. Espaços Sustentáveis (ES)
- b. Uso eficiente da água (UA)
- c. Energia e Atmosfera (EA)
- d. Materiais e recursos (MR)
- e. Qualidade do Ambiente Interno (QI)

De acordo com o USGBC, o LEED leva em consideração as ponderações desenvolvidas pelo *National Institute of Standards and Technology* (Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia). As categorias destes processos citados são comparadas para atribuir um peso relativo a cada uma delas. Esses pesos somados fornecem uma pontuação a cada crédito do LEED. As normas ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* – são utilizadas como parâmetro para este sistema. Além disso, as normas locais são levadas em conta e a que for mais rígida é levada em conta. (Librelotto, 2010).

Todos os oito tipos de certificação LEED possuem 110 pontos distribuídos em 100 pontos de base e 10 pontos extras que podem ser fornecidos à edificação. (Librelotto, 2010).

Segundo Librelotto (2010), existem ainda duas categorias adicionais que fornecem pontos extras possíveis de serem alcançados pela edificação, que são: 1) Inovação nos projetos e 2) Prioridades Regionais. Essas duas categorias somam 10 pontos extras que podem ser adicionados à pontuação do edifício.

O empreendimento para ser certificado de acordo com os critérios LEED citados acima. Deve atingir um número mínimo de pontos (40), sendo que, quanto maior esta pontuação, maior será o nível do certificado obtido. O sistema se divide em quatro níveis de classificação, de acordo com o quadro abaixo:

Nível do Certificado	Pontuação a ser obtida
Certificado	40-49 pontos
Prata	50-59 pontos
Ouro	60-79 pontos
Platina	80 pontos ou mais

Tabela 4 - Níveis de Certificado LEED (Fonte: USGBC, 2009)



Figura 2 - Níveis de certificação LEED (Fonte: GBCB, 2011)

## Orientações Gerais

Resumidamente, o processo de obtenção do certificado LEED segue um padrão definido. A primeira etapa começa com um estudo preliminar para determinar se tal empreendimento atende aos pré-requisitos estipulados pela certificação e, para o caso de novas obras, verificar se a construção ambientalmente sustentável é viável, considerando todas as etapas do ciclo de vida do edifício. Esta etapa inicial pode ser resumida como uma fase de coleta e avaliação de informações pelo time de projetos e articular os objetivos do projeto ao nível de certificação solicitado.

Depois das definições iniciais, o registro do projeto é realizado no site da GBCI (*Green Building Certification Institute*). Após a adequação e o registro dos projetos, eles ficam arquivados no banco de dados *online* do próprio certificado. Em sequência, a equipe de projeto é formada e o processo de preenchimento da documentação é iniciado e, somente é finalizada, quando todos os pré-requisitos e os créditos de cada etapa da obra forem apresentados para então transferir todo material do projeto para o LEED online.

Na etapa seguinte, com apresentação da candidatura, as equipes de projetos são obrigadas a cumprir: 1) As exigências de documentação para todos os pré-requisitos, 2) Um número mínimo de créditos necessários para conseguir a certificação (40 pontos), 3) Os formulários preenchidos contendo as características gerais do projeto.

O preenchimento de um requerimento em pedido formal para iniciar a revisão final consiste na penúltima etapa do processo de obtenção da certificação. O processo varia de acordo com a categoria que o empreendimento é classificado na certificação LEED, por isso essa etapa se difere das outras. A certificação é o último passo.

Yes	?	No	Espaço Sustentável		28 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>			Pré-requisito 1	<b>Prevenção da Poluição ativa da construção</b>	Requisito
			Crédito 1	<b>Seleção do Terreno</b>	1
			Crédito 2	<b>Desenvolver Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade</b>	5
			Crédito 3	<b>Remediação de áreas contaminadas</b>	1
			Crédito 4.1	<b>Transporte Alternativo - Fácil acesso ao transporte público</b>	6
			Crédito 4.2	<b>Transporte Alternativo - Bicletário e Vestiário para os usuários</b>	2
			Crédito 4.3	<b>Transporte Alternativo - Uso de veículos de baixa emissão</b>	3
			Crédito 4.4	<b>Transporte Alternativo - Capacidade de Estacionamento</b>	2
			Crédito 5.1	<b>Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat</b>	1
			Crédito 5.2	<b>Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos</b>	1
			Crédito 6.1	<b>Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade</b>	1
			Crédito 6.2	<b>Projeto para águas pluviais, Controle da qualidade</b>	1
			Crédito 7.1	<b>Redução da ilha de calor, Áreas cobertas</b>	1
			Crédito 7.2	<b>Redução da ilha de calor, Áreas descobertas</b>	1
			Crédito 8	<b>Redução da Poluição Luminosa</b>	1
			Crédito 9	<b>Guia de Projeto &amp; Construção para inquilinos</b>	1
Yes	?	No	Uso Racional da Água		10 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>			Pré-requisito 1	<b>Redução no Uso da Água, 20% de redução</b>	Requisito
			Crédito 1	<b>Uso eficiente de água no paisagismo</b>	2 a 4
				<input type="checkbox"/> Redução de 50%	2
				<input type="checkbox"/> Uso de água não-potável ou sem irrigação	4
			Crédito 2	<b>Tecnologias Inovadoras para águas servidas</b>	2
			Crédito 3	<b>Redução no Uso da Água</b>	2 a 4
				<input type="checkbox"/> Redução de 30%	2
				<input type="checkbox"/> Redução de 35%	3
				<input type="checkbox"/> Redução de 40%	4
Yes	?	No	Energia e Atmosfera		37 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>			Pré-requisito 1	<b>Comissionamento dos sistemas de energia</b>	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>			Pré-requisito 2	<b>Performance Mínima de Energia, 10% novas construções e 5% edifícios existentes</b>	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>			Pré-requisito 3	<b>Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes</b>	Requisito
			Crédito 1	<b>Otimização da performance energética</b>	3 a 21
				<input type="checkbox"/> 12% Prédios Novos ou 8% Prédios Reformados	3
				<input type="checkbox"/> 14% Prédios Novos ou 10% Prédios Reformados	4
				<input type="checkbox"/> 16% Prédios Novos ou 12% Prédios Reformados	5
				<input type="checkbox"/> 18% Prédios Novos ou 14% Prédios Reformados	6
				<input type="checkbox"/> 20% Prédios Novos ou 16% Prédios Reformados	7
				<input type="checkbox"/> 22% Prédios Novos ou 18% Prédios Reformados	8
				<input type="checkbox"/> 24% Prédios Novos ou 20% Prédios Reformados	9
				<input type="checkbox"/> 26% Prédios Novos ou 22% Prédios Reformados	10
				<input type="checkbox"/> 28% Prédios Novos ou 24% Prédios Reformados	11
				<input type="checkbox"/> 30% Prédios Novos ou 26% Prédios Reformados	12
				<input type="checkbox"/> 32% Prédios Novos ou 28% Prédios Reformados	13
				<input type="checkbox"/> 34% Prédios Novos ou 30% Prédios Reformados	14
				<input type="checkbox"/> 36% Prédios Novos ou 32% Prédios Reformados	15
				<input type="checkbox"/> 38% Prédios Novos ou 34% Prédios Reformados	16
				<input type="checkbox"/> 40% Prédios Novos ou 36% Prédios Reformados	17
				<input type="checkbox"/> 42% Prédios Novos ou 38% Prédios Reformados	18
				<input type="checkbox"/> 44% Prédios Novos ou 40% Prédios Reformados	19
				<input type="checkbox"/> 46% Prédios Novos ou 42% Prédios Reformados	20
				<input type="checkbox"/> 48% Prédios Novos ou 44% Prédios Reformados	21
			Crédito 2	<b>Energia Renovável no local</b>	4
			Crédito 3	<b>Melhoria no comissionamento</b>	2
			Crédito 4	<b>Melhoria na gestão de gases refrigerantes</b>	2
			Crédito 5.1	<b>Medições &amp; Verificações: Base do Edifício</b>	3
			Crédito 5.2	<b>Medições &amp; Verificações: Sub-medição de inquilinos</b>	3
			Crédito 6	<b>Energia Verde</b>	2

Tabela 5 – Checklist de Avaliação do LEED

Materiais e Recursos			13 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	Pré-requisito 1	<b>Depósito e Coleta de materiais recicláveis</b>	Requisito
<input type="checkbox"/>	Crédito 1	<b>Reuso do edifício, Manter Paredes, Pisos e Coberturas Existentes</b>	1 a 5
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Manter 25% de paredes, pisos e coberturas existentes	1
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Manter 33% de paredes, pisos e coberturas existentes	2
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Manter 42% de paredes, pisos e coberturas existentes	3
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Manter 50% de paredes, pisos e coberturas existentes	4
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Manter 75% de paredes, pisos e coberturas existentes	5
<input type="checkbox"/>	Crédito 2	<b>Gestão de Resíduos da Construção</b>	1 a 2
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Destinar 50% para reuso	1
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Destinar 75% para reuso	2
<input type="checkbox"/>	Crédito 3	<b>Reuso de Materiais, 5%</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 4	<b>Conteúdo Reciclado</b>	1 a 2
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 10% (pós-consumo + 1/2 pré consumo)	1
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 20% (pós-consumo + 1/2 pré consumo)	2
<input type="checkbox"/>	Crédito 5	<b>Materiais Regionais</b>	1 a 2
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 10% dos materiais extraído, processado e manufaturado regionalmente	1
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 20% dos materiais extraído, processado e manufaturado regionalmente	2
<input type="checkbox"/>	Crédito 6	<b>Madeira Certificada</b>	1
<input type="checkbox"/>	Yes ? No		
Qualidade Ambiental Interna			12 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	Pré-requisito 1	<b>Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno</b>	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	Pré-requisito 2	<b>Controle da fumaça do cigarro</b>	Requisito
<input type="checkbox"/>	Crédito 1	<b>Monitoração do Ar Externo</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 2	<b>Aumento da Ventilação</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 3	<b>Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Durante a Construção</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 4.1	<b>Materiais de Baixa Emissão, Adesivos e Selantes</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 4.2	<b>Materiais de Baixa Emissão, Tintas e Vernizes</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 4.3	<b>Materiais de Baixa Emissão, Carpetes e sistemas de piso</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 4.4	<b>Materiais de Baixa Emissão, Madeiras Compostas e Produtos de Agrofibras</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 5	<b>Controle interno de poluentes e produtos químicos</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 6	<b>Controle de Sistemas, Conforto Térmico</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 7	<b>Conforto Térmico, Projeto</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 8.1	<b>Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia para 75% dos espaços</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 8.2	<b>Iluminação Natural e Paisagem, Vistas para 90% dos espaços</b>	1
<input type="checkbox"/>	Yes ? No		
Inovação e Processo do Projeto			6 Pontos
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.1	<b>Inovação no Projeto: Insira o título</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.2	<b>Inovação no Projeto: Insira o título</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.3	<b>Inovação no Projeto: Insira o título</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.4	<b>Inovação no Projeto: Insira o título</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.5	<b>Inovação no Projeto: Insira o título</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 2	<b>Profissional Acreditado LEED®</b>	1
<input type="checkbox"/>	Yes ? No		
Créditos Regionais			4 Pontos
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.1	<b>Prioridades Regionais</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.2	<b>Prioridades Regionais</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.3	<b>Prioridades Regionais</b>	1
<input type="checkbox"/>	Crédito 1.4	<b>Prioridades Regionais</b>	1
<input type="checkbox"/>	Yes ? No		
Total de Pontuação do Projeto (Estimativa de Certificação)			110 Pontos
Certificado: 40-49 pontos Prata: 50-59 pontos Ouro: 60-79 pontos Platinum: 80 pontos ou mais			

Tabela 6 – Checklist de Avaliação do LEED

## Verificação de atendimento ao selo

O atendimento aos itens propostos em projeto é verificado em todas as etapas do ciclo de vida da obra, desde a fase de projeto, passando pela fase de construção até a fase de conclusão da obra. O processo de auditoria do selo Leed é dividido em duas etapas: a fase de projeto e a de obras, que podem ser auditadas separadamente. A fase de projetos dura em média três meses e a de obra, de três a seis meses após sua conclusão.

### **2.1.3 SELO CASA AZUL CAIXA**

#### **Introdução**

Em 2009 a Caixa Econômica Federal desenvolveu um novo instrumento de classificação da sustentabilidade ambiental de projetos habitacionais denominados "Selo Casa Azul". Este instrumento de classificação sócio ambiental de projetos de empreendimentos habitacionais busca reconhecer os empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, objetivando incentivar o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno (CEF, 2010).

O principal objetivo é incentivar a construção de moradias que no processo de edificação tenham respeitado o meio ambiente e ao mesmo tempo propiciem boas condições e conforto e salubridade para seus usuários (CEF, 2010).

O Selo se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais propostos à CAIXA para financiamento ou nos programas de repasse. Podem se inscrever ao Selo, as empresas construtoras, o Poder Público, empresas públicas e habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais (CEF, 2010).

#### **Pré-Requisitos Gerais**

A adesão ao Selo é voluntária e o projeto proponente deve manifestar o interesse em obtê-lo, para que o projeto seja analisado sob a ótica do sistema de certificação. Com o Selo Casa Azul, a CAIXA pretende estabelecer uma relação de parceria com os proponentes de projeto, fornecendo orientações para incentivar a produção de habitações mais sustentáveis.

Quem se candidata ao Selo Casa Azul CAIXA deve possuir, como pré-requisito, o atendimento às regras dos programas operacionalizados pela CAIXA de acordo com a linha de financiamento ou produto de repasse. Também é necessário que o proponente apresente os documentos obrigatórios em cada caso, como por exemplo, projetos aprovados pela Prefeitura, declaração de viabilidade de atendimento das concessionárias de água e energia, alvará de construção, licença ambiental e demais documentos necessários à legalização do empreendimento.

Além disso, todos os projetos candidatos ao Selo devem atender às regras da Ação Madeira Legal e apresentar, até o final da obra, o Documento de Origem florestal (DOF) e a declaração informando o volume, as espécies e a destinação final das madeiras utilizadas nas obras.

Em relação à acessibilidade, o projeto deve prever o atendimento à Norma Brasileiro Regulamentadora 9050, além de atender ao percentual mínimo de unidades habitacionais adaptadas, conforme legislação municipal ou estadual. No caso de

ausência de legislação específica, os empreendimentos devem contemplar o percentual mínimo de 3% de unidades habitacionais adaptadas.

## Categorias e Critérios

Na avaliação do empreendimento a CAIXA verifica e analisa critérios agrupados em seis categorias (CEF, 2010) para concessão do empreendimento:

- Inserção urbana;
- Projeto e conforto;
- Eficiência energética;
- Conservação de recursos materiais;
- Uso racional da água
- Práticas sociais.

Além disso, seleciona e organiza 53 ações importantes para promover a sustentabilidade ambiental de um empreendimento habitacional brasileiro típico, que são consideradas critérios de avaliação (CEF, 2010).

O "Selo Casa Azul" é separado por classes ouro, prata e bronze, definidas pelo número de critérios atendidos. Para receber o ouro, o empreendimento deverá atender a, no mínimo, 31 critérios. Receberão prata aqueles que atenderem a 25 critérios, e bronze os que apresentarem o cumprimento de, pelo menos, 19 critérios obrigatórios (CEF, 2010).

Gradação	Atendimento mínimo
BRONZE	19 Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha = 25 critérios
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha = 31 critérios

Tabela 7 - Níveis de gradação do selo Caixa Azul (FONTE: CEF,2010)



Figura 3 - Logomarcas do Selo Caixa Azul

## **Orientações Gerais**

O quadro abaixo apresenta o resumo das categorias de avaliação do sistema de certificação, bem como os critérios que devem ser levados em consideração, sendo que para a classificação há itens que devem ser cumpridos obrigatoriamente para atender a certificação mínima.

<b>QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO</b>			
<b>CATEGORIAS/CRITÉRIOS</b>		<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	
<b>1. QUALIDADE URBANA</b>		<b>BRONZE</b>	<b>PRATA</b>
1.1	Qualidade do Entorno - Infraestrutura	obrigatório	
1.2	Qualidade do Entorno - Impactos	obrigatório	
1.3	Melhorias no Entorno		
1.4	Recuperação de Áreas Degradadas		
1.5	Reabilitação de Imóveis		
<b>2. PROJETO E CONFORTO</b>			
2.1	Paisagismo	obrigatório	
2.2	Flexibilidade de Projeto		
2.3	Relação com a Vizinhaça		
2.4	Solução Alternativa de Transporte		
2.5	Local para Coleta Seletiva	obrigatório	
2.6	Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório	
2.7	Desempenho Térmico - Vedações	obrigatório	
2.8	Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório	
2.9	Iluminação Natural de Áreas Comuns		
2.10	Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros		
2.11	Adequação às Condições Físicas do Terreno		
<b>3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>			
3.1	Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha
3.2	Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório	
3.3	Sistema de Aquecimento Solar		
3.4	Sistemas de Aquecimento à Gás		
3.5	Medição Individualizada - Gás	obrigatório	
3.6	Elevadores Eficientes		
3.7	Eletrodomésticos Eficientes		
3.8	Fontes Alternativas de Energia		
<b>4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS</b>		<b>BRONZE</b>	
4.5	Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório	
4.6	Concreto com Dosagem Otimizada		
4.7	Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)		
4.8	Pavimentação com RCD		
4.9	Facilidade de Manutenção da Fachada		
4.10	Madeira Plantada ou Certificada		
<b>5. GESTÃO DA ÁGUA</b>			
5.1	Medição Individualizada - Água	obrigatório	
5.2	Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório	
5.3	Dispositivos Economizadores - Arejadores		
5.4	Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão		
5.5	Aproveitamento de Águas Pluviais		
5.6	Retenção de Águas Pluviais		
5.7	Infiltração de Águas Pluviais		
5.8	Áreas Permeáveis	obrigatório	
<b>6. PRÁTICAS SOCIAIS</b>			
6.1	Educação para a Gestão de RCD	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha
6.2	Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório	
6.3	Desenvolvimento Pessoal dos Empregados		
6.4	Capacitação Profissional dos Empregados		
6.5	Inclusão de trabalhadores locais		
6.6	Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto		
6.7	Orientação aos Moradores	obrigatório	
6.8	Educação Ambiental dos Moradores		
6.9	Capacitação para Gestão do Empreendimento		
6.10	Ações para Mitigação de Riscos Sociais		
6.11	Ações para a Geração de Emprego e Renda		
			<b>OURO</b>
			critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha

Tabela 08 – Resumo Categorias do Selo Caixa Azul (FONTE: CEF,2010)

## **Verificação de atendimento ao selo**

O atendimento aos itens propostos em projeto será verificado também no curso do acompanhamento da obra, durante as medições mensais ou em vistorias específicas.

A não conformidade entre projeto e execução da obra será informada no Relatório de Acompanhamento do Empreendimento, e as correções serão solicitadas pela CAIXA por meio de ofício, contendo o prazo para apresentação de justificativa e correção dos itens não conformes. Caso a inconformidade apontada não seja solucionada, a CAIXA poderá suspender a autorização do uso da logomarca do Selo Casa Azul CAIXA (CEF, 2010).

### **2.1.4 PROCEL**

#### **Introdução**

O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA foi criado em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL e atua de forma conjunta com diversas áreas, incluindo o Ministérios de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, as universidades, os centros de pesquisa e entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, além do setor da construção civil.

O PROCEL tem como objetivo promover o uso racional da energia elétrica em edificações, desde sua fundação, sendo que, com a criação do PROCEL EDIFICA, as ações foram ampliadas e organizadas com o objetivo de incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente.

O consumo de energia elétrica nas edificações corresponde em média a cerca de 45% do consumo faturado no país. Estima-se um potencial de redução deste consumo em 50% para novas edificações e de 30% para aquelas que promoverem reformas que contemplem os conceitos de eficiência energética em edificações.

O Procel Edifica trabalha com 6 vertentes de atuação: Capacitação, Tecnologia, Disseminação, Regulamentação, Habitação e Eficiência Energética e Planejamento, com a finalidade de promover o desenvolvimento e a difusão desses conceitos.

O processo de etiquetagem varia de acordo com o tipo de empreendimento sejam edifícios comerciais, de serviços, públicos ou residenciais. A etiqueta é concedida em dois momentos: na fase de projeto e após a construção do edifício. Por exemplo, nos edifícios residenciais questões como a envoltória, o sistema de aquecimento de água e os sistemas presentes nas áreas comuns dos edifícios (iluminação, elevadores, bombas centrífugas, etc.) são avaliados.

Os requisitos destinados à produção de edificações que considerem os princípios da qualidade ambiental podem ser divididos em dois: técnicos e organizacionais. Nos

métodos de apoio ao projeto que foram apresentados, de maneira geral, destacam-se os aspectos relacionados com a qualidade ambiental do produto-edificação em todo o ciclo – que se estende desde o planejamento e o projeto até a fase de demolição.



## Pré-Requisitos Gerais

Como pré-requisitos para edifícios comerciais de serviços e públicos podem citar:

- Área constituída mínima de 500m<sup>2</sup>;
- Atendida por tensão igual ou superior a 2,3kV.

Vale ressaltar que a aplicação ao selo é voluntária. Cogitou-se torná-la obrigatória em 2012 mas nenhuma alteração foi efetivamente realizada.

Existem duas formas para se fazer o cálculo de etiquetagem. O primeiro, por equações, tabelas e parâmetros limites, é obtida uma pontuação que indica o nível de eficiência parcial do sistema e total do edifício. A segunda forma, por simulação, o desempenho do edifício é comparado ao desempenho de edifícios referenciais de acordo com o nível de eficiência.

## Categorias e Critérios

Como foi mencionando anteriormente, o processo de etiquetagem de edificações no Brasil para edifícios comerciais, de serviços e públicos e para edifícios residenciais não são iguais entre si. A metodologia para a classificação do nível de eficiência energética dos três primeiros tipos de edificações citadas foi publicada em 2009 e revisada no ano seguinte, mesmo ano em que também foi publicada a metodologia para classificação dos edifícios residenciais.

A etiqueta é concedida em dois momentos: na fase de projeto e após a construção do edifício. Um projeto pode ser avaliado por dois métodos: pelo método prescritivo ou pelo método da simulação, enquanto o edifício construído deve ser avaliado através de inspeção in loco.

As construções serão avaliadas sob diversos aspectos e certificadas de acordo com uma classificação que vai de “A” a “E”, semelhante a classificação Procel para eletrodomésticos.

A redução de 30% a 50% do consumo de energia é um dos diferenciais que mais se destaca com a implantação deste selo. Arquitetos, engenheiros e designers já estão trabalhando em projetos que viabilizem uma maior eficiência energética. O gás natural por seus múltiplos usos, por ser uma fonte de energia limpa que pode ser aproveitada diretamente, tem destaque nesse cenário, principalmente no quesito

aquecimento de água, isto porque, para que o edifício tenha classificação “A”, de acordo com o programa Procel Edifica, o aquecimento de água deve ser feito a energia solar ou gás.

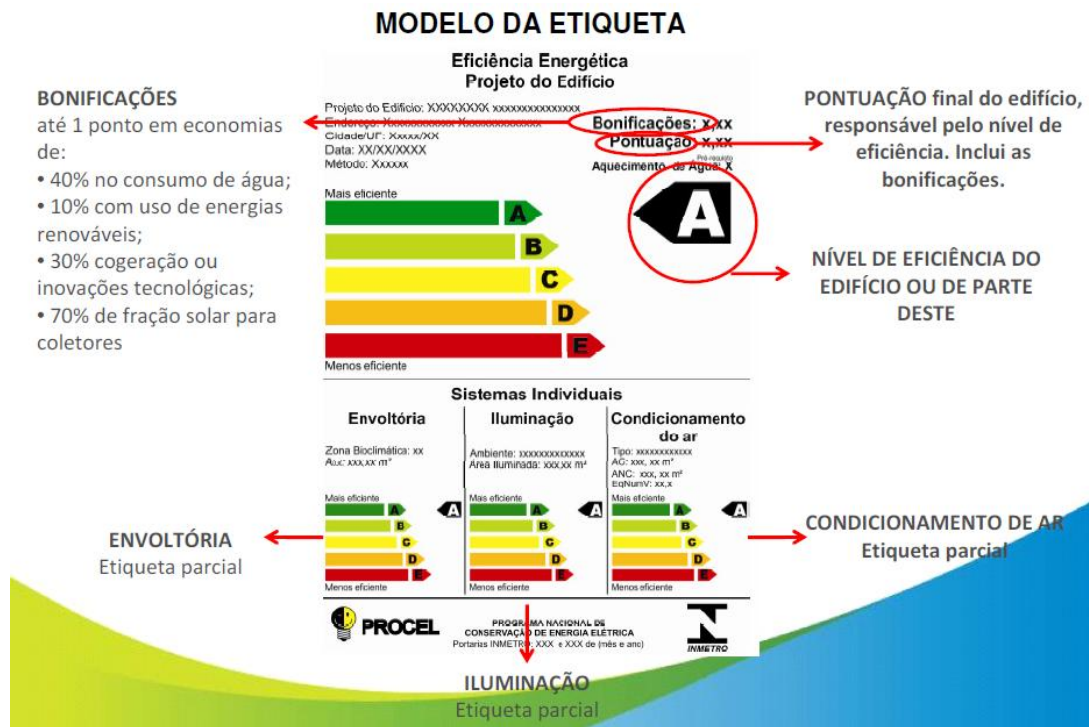


Figura 4 – Modelo da Etiqueta PROCEL

## Orientações Gerais

O presente RTQ (Regulamento Técnico de Qualidade) especifica a classificação do nível de eficiência de edificações, dividida nesses três sistemas individuais, conforme as metodologias descritas nos itens correspondentes:

- Envoltória
- Sistema de Iluminação
- Sistema de Condicionamento de Ar

Todos os sistemas individuais têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Parcelas de edifícios, com área mínima de 500 m<sup>2</sup> e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV, podem também ter o sistema de iluminação e o sistema de condicionamento de ar avaliado, porém separadamente, recebendo uma classificação parcial do nível de eficiência referente a cada um destes itens. Nestes casos, as parcelas a serem classificadas devem ser:

- Para classificação da envoltória, o nível de eficiência energética deve ser estabelecido para a edificação completa;

- Para classificação do sistema de iluminação, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas, assim como para os subsolos;
- Para classificação do sistema de condicionamento de ar, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas, assim como para os subsolos.

Para obter a classificação geral do edifício, as classificações por sistemas individuais devem ser avaliadas, resultando em uma classificação final. Para isso, pesos são atribuídos para cada sistema individual e, de acordo com a pontuação final, é dada uma classificação que também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) apresentada na ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.

Para a classificação geral as avaliações parciais recebem pesos, distribuídos da seguinte forma:

- Envoltória = 30%
- Sistema de Iluminação = 30%
- Sistema de Condicionamento de Ar = 40%

A avaliação de cada sistema individual utiliza equivalentes numéricos, um número de pontos correspondente a determinada eficiência, atribuídos de acordo com a tabela abaixo:

<b>Equivalente numérico para cada nível de eficiência</b>	
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

**Tabela 9 - Equivalente Numérico para cada nível de eficiência**

No caso de edifícios que possuem áreas não condicionadas, ou seja, áreas onde não podem ser regulada a temperatura, para as áreas de permanência prolongada, tais como lojas, escritórios, áreas de trabalho, é obrigatório comprovar por simulação que o ambiente interno proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante um percentual das horas ocupadas. Edifícios totalmente ventilados naturalmente podem receber a ENCE Geral, desde que se comprove que os ambientes atendem as temperaturas de conforto.

Portanto, a classificação geral do edifício é calculada de acordo com a distribuição dos pesos através da equação:

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left( \text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left( \frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \cdot (\text{EqNumDPI}) + 0,40 \cdot \left\{ \left( \text{EqNumCA} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left( \frac{APT}{AU} \cdot 0,5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b \cdot 1$$

Figura 5 - Fórmula para o cálculo da classificação geral do Edifício

Onde:

- EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;
- EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potencia de Iluminação;
- EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;
- EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;
- APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;
- ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;
- AC: área útil dos ambientes condicionados;
- AU: area ;
- b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

O número de pontos da edificação irá definir a classificação geral da edificação, de acordo com a tabela abaixo:

PT	Classificação Geral
> 4,5 a 5	A
> 3,5 a < 4,5	B
> 2,5 < 3,5	C
> 1,5 a < 2,5	D
< 1,5	E

Tabela 10 - Classificação Geral da Edificação do Selo PROCEL

Vale destacar que existem fundamentalmente duas formas de avaliação de edificações, ou através de fórmulas empíricas ou através de softwares de programas de simulação termoenergética de edificações.

### Verificação de atendimento ao selo

Os mecanismos de avaliação da conformidade para as edificações contempladas neste RAC (Regulamento de Avaliação da Conformidade) são o da inspeção e etiquetagem.

A adesão ao programa é de carácter voluntario, de acordo com os requisitos técnicos e métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto a eficiência energética, previstos no manual de Requisitos Técnicos de

Qualidade (RTQ), a ser conduzido por um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA), devidamente acreditado no escopo deste RAC (Requisitos de Atendimento à Conformidade) pelo Inmetro.

As etapas do processo de avaliação de conformidade são divididos em seis itens disposto da seguinte forma abaixo:

1. Avaliação de projeto e inspeção
2. Solicitação de início de processo
3. Análise da solicitação e da documentação
4. Primeira etapa - Avaliação de projeto
5. Segunda etapa - Avaliação do edifício
6. Tratamento de não conformidades

Finalizada a obra e expedido o Alvará de Conclusão ou feita a ligação definitiva com a concessionária, para fornecimento de energia elétrica, o proprietário deve solicitar a ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) do edifício construído.

## **2.2 Comparação entre os Selos**

O objetivo da análise comparativa entre os sistemas de certificação ambiental é identificar o que melhor se aplicará à avaliação da edificação escolhida para estudo.

A seguir será apresentado o quadro nove, contendo o comparativo entre os sistemas de certificação ambiental expostos nos itens anteriores: LEED, PROCEL, Aqua e Selo Casa Azul.

A análise foi realizada de acordo com os seguintes critérios: contexto de criação; critério de avaliação; complexidade de aplicação; metodologia de avaliação e sistema de classificação.

	LEED	AQUA	Selo Casa Azul	PROCEL
<i>Contexto de Criação</i>	Desenvolvido para aplicação no Contexto norte americano	Adaptado para aplicação no contexto Brasileiro	Desenvolvida para o contexto brasileiro e voltada para habitação	Criado pela Eletrobrás com o intuito de avaliar a eficiência energética em edificações
<i>Critérios de Avaliação</i>	Sítios Sustentáveis; Eficiência de Água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade do ar interno; Inovação em projeto	Eco- Construção; Gestão; Conforto; Saúde	Qualidade Urbana; Projeto e Conforto; Eficiência Energética; Conservação de Recursos; Gestão da Água; Práticas Sociais	Envolvência; Sistemas de Iluminação; Sistemas de Ar Condicionado
<i>Complexidade de Aplicação</i>	Aplicação simples no formato checklist de fácil preenchimento	Aplicação na forma de questionário, aplicado por equipe de consultoria	Aplicação de forma de questionário, aplicada por equipe técnica da CEF	Aplicação pode ser através de fórmulas ou simulação em softwares de simulação termoenergética
<i>Metodologia de Avaliação</i>	Avaliação dos Edifícios é realizada por meio de uma lista de Pré-Requisitos (checklist) aos quais são atribuídos créditos baseados em uma lista de objetivos preexistentes. A Classificação final é obtida pela soma dos pontos atingidos em cada categoria	A avaliação é feita de maneira evolutiva ao longo da estrutura da árvore composta de categorias, subcategorias e preocupações	A avaliação é feita por meio de uma relação de critérios e classificações; sendo alguns deles obrigatórios	Avaliação é feita através da classificação de atendimento à eficiência energética com aplicação de pesos entre os principais critérios de avaliação
<i>Sistema de Classificação</i>	Certificado Básico; Prata; Ouro; Platina	Bom; Superior; Excelente	Bronze; Prata; Ouro	A; B; C; D; E

Tabela 7 – Comparativo entre os 4 diferentes tipos de selo

Depois de realizado o comparativo entre as metodologias de certificação apresentadas no quadro 10, verificou-se o seguinte com relação aos itens analisados:

**Contexto de criação:** Por ter sido criada pela Eletrobrás e ser um método brasileiro de avaliação, o selo PROCEL é uma boa alternativa para utilizarmos em nosso trabalho de formatura. O contexto do LEED, por ter sido criado em um ambiente norteamericano, possui diferenças de aplicação quando comparadas ao contexto brasileiro;

**Critério de Avaliação:** A metodologia do PROCEL por ser totalmente baseada em eficiência energética em edificações se difere dos outros tipos de certificação;

**Metodologia de avaliação:** O método de avaliação do PROCEL pode ser feita de duas formas, ou através do cálculo do consumo e eficiência energética através de fórmulas empíricas ou através de softwares de simulação termoenergética. Diferentemente de outros selos, o Procel nos permite comparar a eficiência energética de ambientes separadamente ou em conjunto, antes e após mudanças propostas de uma forma melhor estruturada.

**Sistema de classificação:** Os sistemas de classificação se diferem principalmente na nomenclatura para os diferentes níveis de atendimento à eficiência. Enquanto o PROCEL possui 5 categorias, o LEED possui 4 e o Selo Casa Azul e o Aqua possuem apenas 3.

De acordo com a análise comparativa apresentada nos quadros 10m, foi possível verificar que a metodologia melhor estruturada e que nos trará melhores resultados é o PROCEL, por ser uma metodologia brasileira para avaliação de edificações com enfoque no setor energético, tema principal do nosso trabalho de formatura.

Ressalta-se que o objetivo principal não é a certificação, mas sim identificar se as obras públicas brasileiras podem incorporar ações de projeto que minimizem os impactos ambientais sem ter a necessidade de grandes obras ou reformas. O objetivo é mostrar que mesmo através de pequenas ações podemos obter grandes resultados.

Portanto, para efetuar a avaliação da sustentabilidade ambiental da edificação pública do estudo de caso, foram utilizados os parâmetros da certificação PROCEL. Nos capítulos posteriores serão desenvolvidos e apresentados com maiores detalhes o método, simulações utilizadas e resultados obtidos.

No intuito de comparar os resultados apresentados nesta dissertação, seria interessante em trabalhos futuros testar outras certificações.

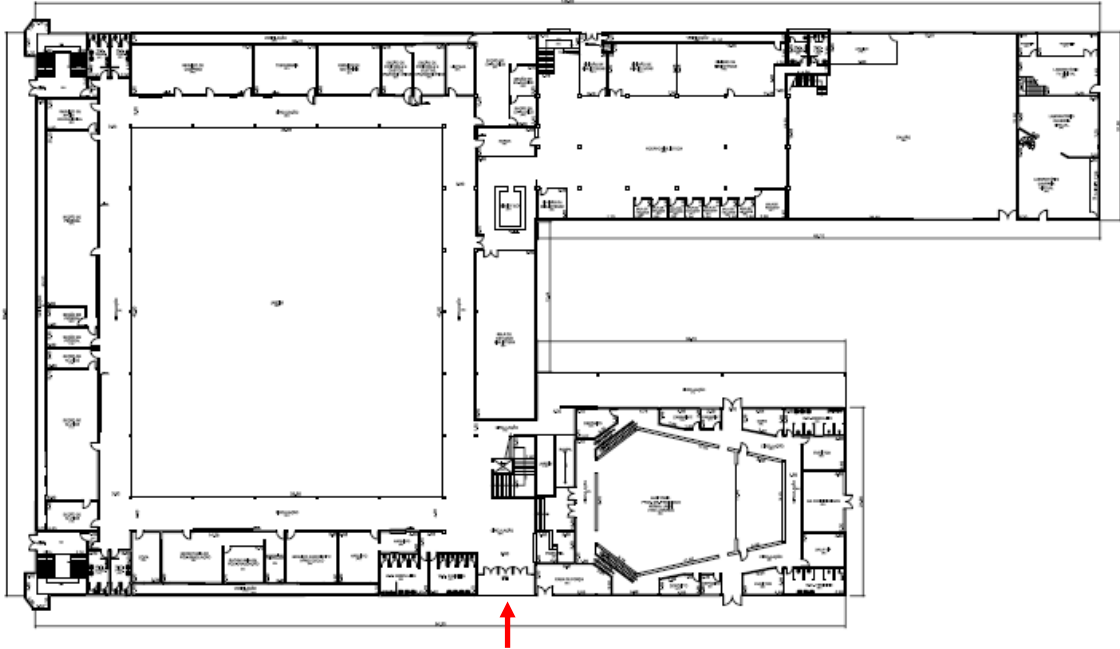
### **2.3 Características do edifício**

A edificação possui área total construída de 8.200 m<sup>2</sup>, distribuída em 2 pavimentos, concebida da seguinte maneira:

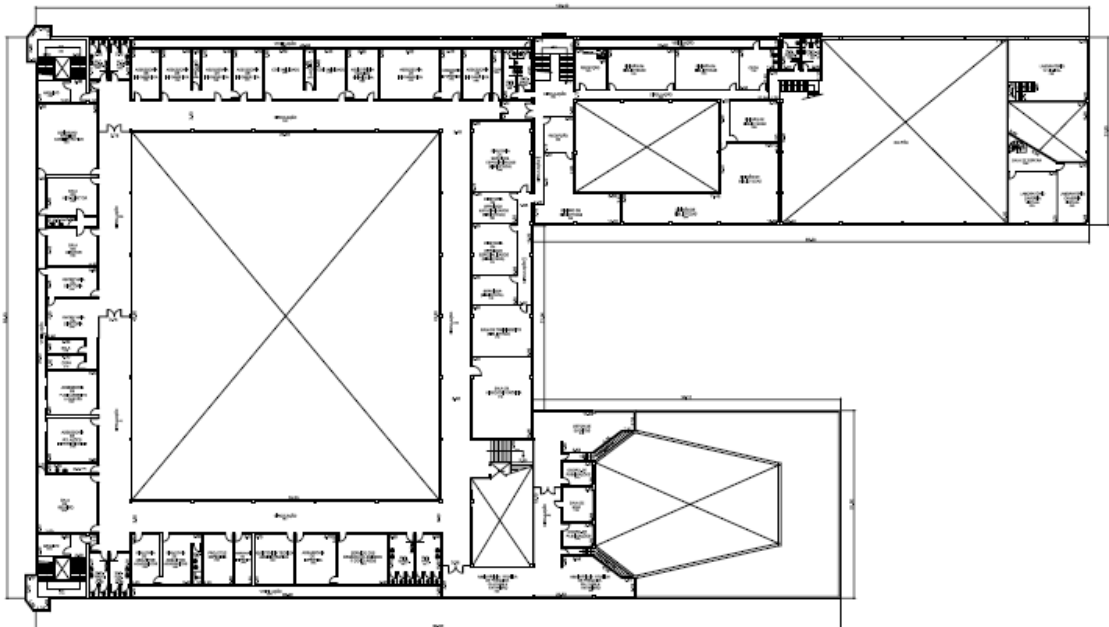
- **ESTRUTURA:** concreto armado in loco;
- **VEDAÇÃO:** alvenarias de tijolos cerâmicos:
  - Parte revestida com argamassa de cimento e cal;
  - Parte apenas com acabamento final (ex. alvenaria frisada).
- **COBERTURA:** estrutura metálica com telhas de fibrocimento;
- **ESQUADRIAS:** possui esquadrias de ferro e alumínio, sendo aproximadamente 80% de esquadrias de ferro;
  - Nas salas dos andares inferiores, as janelas têm esquadria de ferro com vidro, permitindo iluminação e ventilação adequada. Muitas outras janelas estão obstruídas por tijolos vazados, dificultando a iluminação.
  - Nas áreas comuns do 2º pavimento, nos corredores com vista para o jardim, há a presença de esquadrias de ferro e vidro basculantes para melhorar o conforto térmico e garantir iluminação natural;
- **PAVIMENTAÇÃO:** piso vinílico anti-derrapante nas salas, carpete nos anfiteatros, cerâmica nos banheiros e granilite nas áreas comuns;
- **HIDRÁULICA**
  - Torneira dos banheiros tipo acionamento automático

- Não há captação de água pluvial;
  - Projeto de incêndio atual está defasado – novo projeto em andamento;
  - Não há aproveitamento e água pluvial para os vasos sanitários;
  - Edifício possui 24 caixas d'água de 1000L, espalhadas na cobertura do prédio para os banheiros ali presentes.
- ELÉTRICA:
    - Instalação elétrica composta por lâmpadas fluorescentes;
    - Sistemas de ar condicionado individual do tipo Split, somente em algumas salas – em fase de mudança.
    - Desde 2012, todos os equipamentos elétricos são substituídos por novos equipamentos que possuam etiquetagem PROCEL.
- SERRALHERIA: Além da escada principal, possui duas escadas laterais de emergência e corrimão com guarda-corpo nas escadas.

Para analisarmos em detalhes cada ponto e estruturas observadas, obtivemos a planta baixa do edifício que pode ser vista nas imagens abaixo. Porém, devido ao nível de detalhamento, não é possível ver claramente numa folha A4:



**Figura 3 - Planta baixa do primeiro andar.**



**Figura 4 - Planta baixa do segundo andar**

Para se ter uma melhor noção de onde está localizado o prédio e as possíveis alterações que o entorno pode causar no consumo de energia elétrica, segue uma imagem do Google Maps e algumas fotos tiradas pelo grupo:

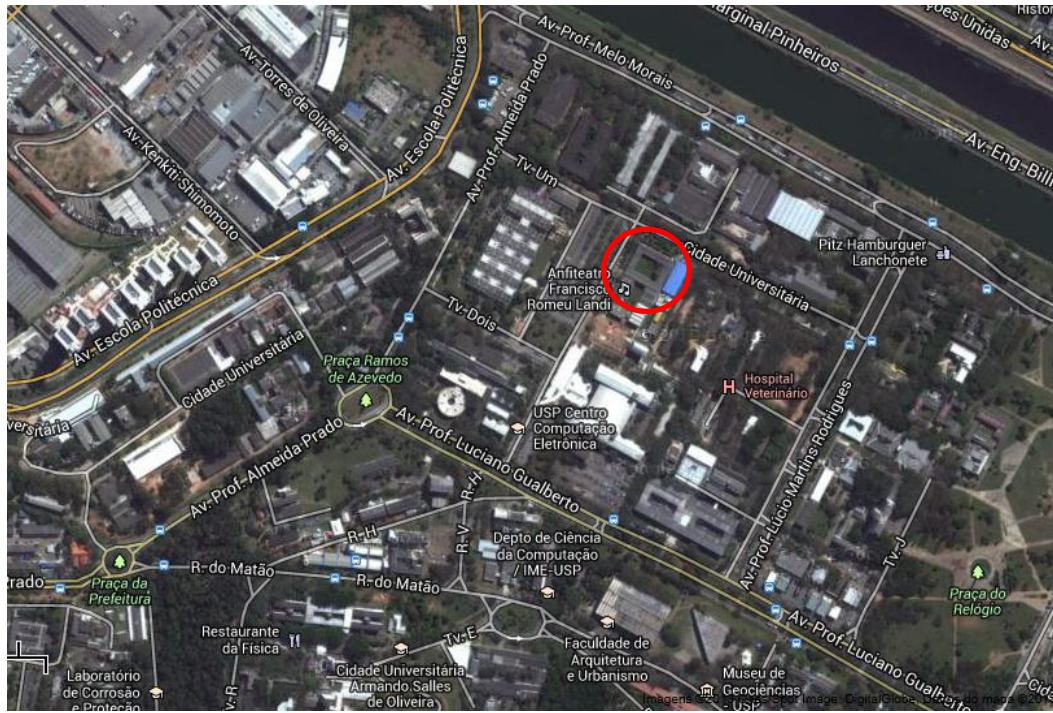


Figura 5 - Cidade Universitária e, no círculo vermelho, o Prédio da Administração da POLI-USP.

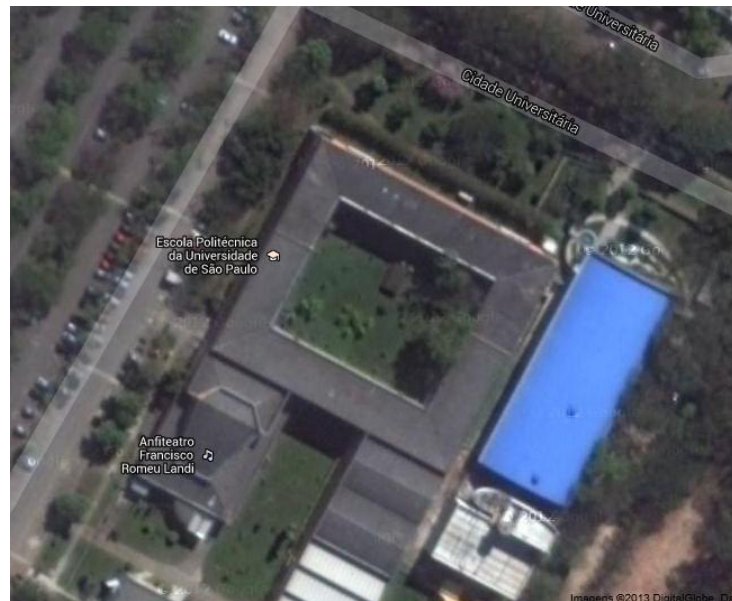


Figura 6 - Imagem ampliada do Prédio da Administração da POLI-USP.



**Figura 7 – Entrada do edifício Engº Mario Covas junior**



**Figura 8 - Vista lateral do prédio**



**Figura 9 - Vão central, com destaque para sua iluminação natural.**



**Figura 10 - Segundo ângulo do vão central**



**Figura 11 - Detalhe das janelas do segundo andar e sua iluminação natural.**



**Figura 12 - Detalhe do primeiro andar e as amplas aberturas sem nenhum tipo de cobertura.**



**Figura 13 - Detalhe das janelas do segundo andar e da iluminação natural**



**Figura 14 - Detalhe da sala de estudo da biblioteca que apesar de ter boa iluminação natural nem toda ela é aproveitada e acarreta no uso simultâneo de iluminação artificial.**

### 3 ANÁLISE DOS DADOS

O Edifício Mário Covas não possui medição individualizada, assim como todos os outros edifícios da USP, portanto, não temos acesso ao consumo energético mensal. Desta forma, para estimarmos o consumo médio do edifício, fizemos visitas in loco, calculando as principais fontes de consumo energéticas, entre elas:

- Iluminação artificial;
- Equipamentos de escritório (desde computadores à impressoras);
- Sistemas de condicionamento de ar;
- Geladeiras, frigobares e micro-ondas.

No levantamento geral, desconsideramos aparelhos de baixa potência nominal como roteadores, servidores, storages, switches, no-breaks de CPD e etc. Foram considerados apenas os equipamentos com consumo relevante para o edifício para que, em uma segunda etapa, simulássemos a troca desses equipamentos e o impacto que essas ações ocasionariam.

Desta forma, visitamos todos os ambientes e salas do edifício que possuíam acesso liberado, a fim de estimar o consumo. Em algumas salas não tivemos acesso por motivos da administração do prédio. Porém, em geral, conseguimos estimar com eficácia o consumo geral do edifício

A caracterização ocupacional gira em torno de 100 pessoas que trabalham com luzes acessas, ar condicionado e muito deles com um computador pessoal, os quais possuem uma relevância alta no gasto energético. O horário de trabalho foi considerado como das 7h-18h, de segunda à sexta-feira.

Para realizar a análise da situação energética atual do edifício, utilizamos um software de simulação termoenergética de edificações de autoria da PUC do Estado do Parana e financiado pela Eletrobrás, chamado DOMUS – Procel Edifica, o qual entraremos em detalhes no item 3.2 abaixo. O objetivo da utilização do software é simular o edifício nas condições de consumo e utilização atuais para que, com uma análise crítica pensássemos em alterações para torná-lo melhor sustentável energeticamente. Dentro da simulação, foram adicionadas as seguintes premissas: onde foram imputados as seguintes premissas necessárias:

Quanto aos parâmetros gerais do ambiente, foram adotadas:

- Arquivo Climático: São Paulo
- Localização do edifício: Superfície Plana ou Ondulada com varias obstruções
- Intervalo de simulação: 01/Janeiro - 31/Janeiro de 2003
- Passo de tempo: 2 horas
- Albedo do Solo: 0,3
- 

Quanto aos parâmetros gerais de cada zona, foram adotadas:

- Temperatura Inicial: 23°C
- Umidade Inicial: 60%

Quanto a construção do edifício, foram adotados padrões para cada superfície no que tange ao seu tamanho e a composição. Abaixo listamos por tipo de construção as premissas adotadas:

### **1. Laje**

- Tamanho: 16 cm
- Camadas (Da camada mais externa para a mais interna)
  - i. Telha de Fibrocimento - 1cm
  - ii. Camada de Ar - 5 cm
  - iii. Laje de Concreto - 10 cm

### **2. Parede Externa**

- Tamanho: 18 cm
- Camadas
  - i. Tijolo -14 cm
  - ii. Reboco - 2 cm
  - iii. Argamassa - 2 cm

### **3. Parede Interna/Tipo 1 – adotada para quase as superfícies laterais do edifício**

- Tamanho: 18 cm
- Camadas
  - i. Tijolo - 14 cm
  - ii. Reboco - 2 cm
  - iii. Argamassa - 2 cm

### **4. Parede Interna/Tipo 2 – adotada para as superfícies do segundo andar em contato com o vão localizado no meio do prédio**

- Tamanho: 18 cm
- Camadas
  - i. Reboco – 2 cm
  - ii. Bloco Concreto - 14 cm
  - iii. Reboco - 2 cm

### **5. Parede Interna Tipo 3 – Camada de Ar para faces não existentes como as superfícies do primeiro andar em contato com o vão localizado no meio do prédio**

- Tamanho: 2 cm
- Camadas

- i. Ar – 2 cm

#### **6. Teto – Camada entre os pavimentos sem levar em consideração os pisos**

- Tamanho: 20 cm
- Camadas
  - i. Concreto laje – 2 cm

#### **7. Piso 1 – Piso referente as salas e escritórios do prédio**

- Tamanho: 8 cm
- Camadas
  - i. Concreto - 5 cm
  - ii. Argamassa - 2 cm
  - iii. Vinil - 1 cm

#### **8. Piso 2 – Piso referente aos corredores e zonas transitórias do prédio**

- Tamanho: 9 cm
- Camadas
  - i. Concreto - 5 cm
  - ii. Argamassa - 2 cm
  - iii. Granito - 2 cm

#### **9. Piso 3 – Piso referente ao auditório**

- Tamanho: 7 cm
- Camadas
  - i. Concreto - 5 cm
  - ii. Argamassa - 2 cm

#### **10. Portas**

- Altura: 2,5 m
- Comprimento: 0.9 m
- Material: Madeira

#### **11. Janelas tipo 1 – Janelas padrões do edifício**

- Altura: Varia de 0,6 m até 2.5 m
- Comprimento: tamanhos variados que podem chegar a 40 m
- Materiais Esquadilhas: Alumínio
- Cor: Alumínio altamente polido, níquel, cromo
- % de área das Esquadilhas – 15%
- % de abertura das janelas – 20%

## 12. Janelas tipo 2 – Janelas que representam as paredes vazadas das fachadas do prédio da administração

- Altura: 2.5m
- Comprimento: tamanhos variados que podem chegar a 40 m
- Materiais Esquadilhas: Alumínio
- Cor: Alumínio altamente polido, níquel, cromo
- % de área das Esquadilhas – 70%
- % de abertura das janelas – 25%

Quanto ao sistema de ventilação/climatização, adotamos a premissa de que todos os equipamentos possuem características semelhantes descritos abaixo a seguir:

- Tipo: *Split*
- Temperatura de Operação: 23°C
- Histerese: 2°C

Quanto aos equipamentos, foram considerados os seguintes parâmetros e premissas:

Equipamento	Potência (Watts)
Lâmpada 20W	20W
Lâmpada 32W	32W
Monitor	70W
Computador	300W
Impressora Deskjet	100W
Impressora Laser	1500W
Ar-condicionado 12000 BTU	3500W
Ar-condicionado 18000 BTU	5300W
Ar-condicionado 30000 BTU	8800W
Ar-condicionado 48000 BTU	14100W
Bebedouro	300W
Frigobar xxL	30W
Microondas	30W

**Tabela 8 – Potência equipamentos**

Quanto à iluminação, o software faz a medição da incidência luminosa através da densidade de potencia instalada (DPI) que é a razão entre a potência das lâmpadas pela área da zona ( $W/m^2$ ). As premissas das lâmpadas foram:

- No. de Horas Funcionando:
  - 10 horas para as salas – Das 8:00h às 18:00h
  - 1 hora para os corredores – Das 17:00h as 18:00h
- Potência Elétrica das Lâmpadas: 2 Tipos
  - 20 Watts – presente nos corredores
  - 32 Watts – presente nas salas e nos corredores.

Com relação a quantidade de pessoas, foram consideradas o número equivalente ao número de computadores presentes em cada zona. No caso das zonas transitórias,

que correspondem aos corredores do 1º e 2º Andar, foram consideradas 5 pessoas. Para cada uma das quatro zonas que compõem o corredor inferior (Zonas 11 a 14), foram consideradas 6 pessoas. No andar superior, foram considerados 3 pessoas por zona. No total, foram consideradas 193 pessoas.

Abaixo segue a tabela com os valores da área, número de pessoas e a DPI de cada uma das 28 zonas do prédio:

Zonas	Potência Luminação (W/m <sup>2</sup> )	No. Pessoas
Zona 1	5.020	-
Zona 2	3.370	-
Zona 3	12.265	4
Zona 4	13.957	15
Zona 5	4.773	-
Zona 6	5.136	28
Zona 7	4.565	-
Zona 8	12.768	9
Zona 9	7.038	-
Zona 10	6.687	22
Zona 11	3.053	6
Zona 12	3.429	6
Zona 13	2.811	6
Zona 14	2.659	6
Zona 15	6.006	4
Zona 16	5.020	-
Zona 17	12.265	3
Zona 18	6.878	30
Zona 19	4.773	-
Zona 20	3.595	15
Zona 21	3.424	-
Zona 22	6.964	12
Zona 23	20.894	9
Zona 24	3.696	6
Zona 25	5.768	3
Zona 26	3.673	3
Zona 27	3.788	3
Zona 28	3.250	3
<b>Total</b>	<b>177.527</b>	<b>193</b>

**Tabela 9 - Relação entre DPI, número de pessoas e áreas de trabalho**

### 3.1 Exemplos de equipamentos

Percebemos, ao longo das visitas, que não existe uma uniformidade nos equipamentos e eletrodomésticos utilizados no edifício, como podemos observar nas figuras abaixo:



**Figura 15 - Ar-condicionados divergentes (um já apresenta o Selo Procel, enquanto o outro é claramente muito antigo)**



**Figura 16 - Frigobares em salas distintas**

Não existe padronização, também, quanto ao número de equipamentos em cada sala. Optamos por colocar esses objetos nas fotos, pois, junto com a pintura das salas serão objeto de estudo mais adiante.

Podemos perceber pelas fotos que os frigobares são bem antigos, demonstrando o desperdício em consumo energético com equipamentos defasados.

### **3.2 Domus-Procel Edifica**

O Domus-Procel Edifica é um software de simulação higrotérmica e energética de edificações voltado a profissionais do ramo da construção civil, que permite a análise de diferentes parâmetros, tais como:

- Consumo e demanda de energia;
- Conforto térmico segundo diferentes índices;
- Risco de crescimento de mofo e de condensação;
- Dimensionamento de sistemas de climatização;
- Avaliação do nível de eficiência energética para edificações comerciais, de serviços e públicas, em conformidade com o RTQ-C;
- Influência climática;
- Monitoramento de sistemas centrais de condicionamento de ar.

A Eletrobras, no âmbito do Procel Edifica, firmou convênios de cooperação técnico-financeira com a PUCPR, em sintonia com suas diretrizes e ações para o desenvolvimento do software Domus-Procel Edifica, visando a obter uma ferramenta computacional que facilitasse a avaliação para o processo de etiquetagem de edificações comerciais, de serviços e públicas.

O programa apresenta uma interface intuitiva com uma visualização CAD própria que permite a elaboração rápida de projetos para análise de desempenho de componentes construtivos e de sistemas de climatização, motivos esses que fizeram com que o grupo utilizasse esse software no presente trabalho.

### 3.3 Dados de Consumo Médio do Edifício

Para utilização do software Domus e para homogeneidade, dividimos o prédio em estudo em 28 (vinte e oito) diferentes zonas, em razão da iluminação diária em função do sol e tipo de zona (circulação, salas, anfiteatro ou biblioteca), levando em consideração o tamanho das salas e o número de pessoas trabalhando diariamente.

Representação das zonas a seguir:

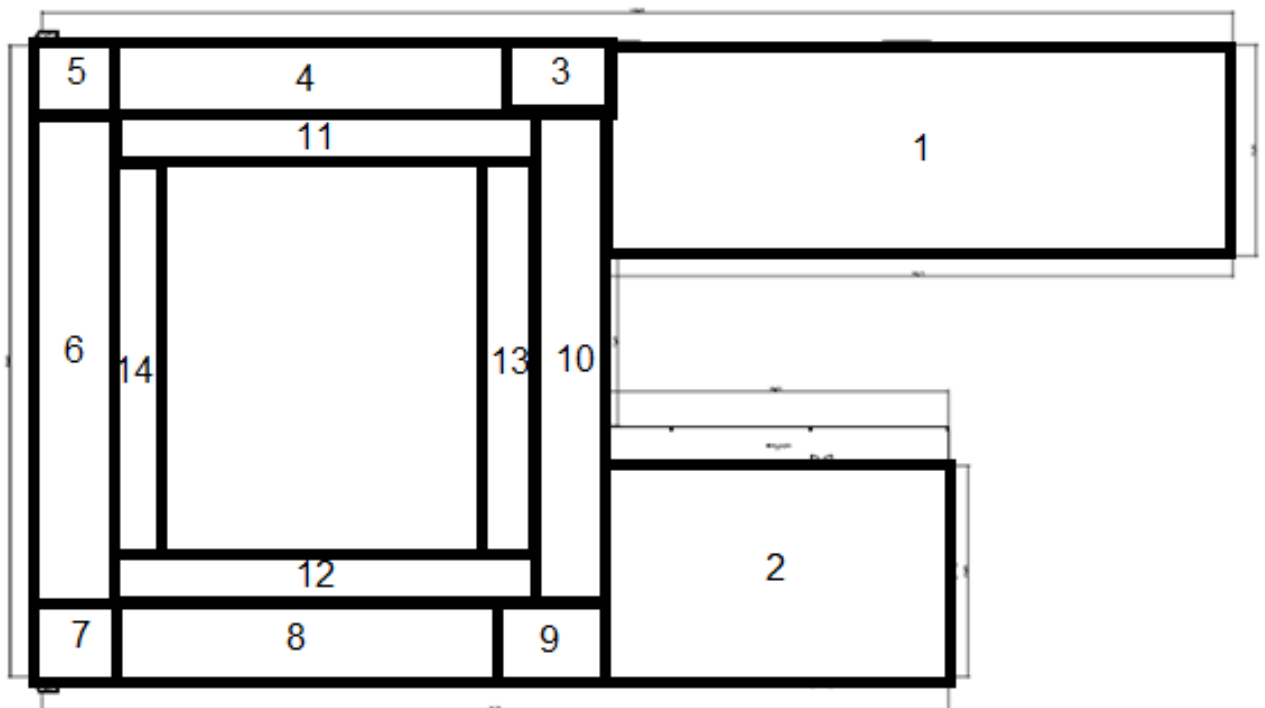


Figura 17 – Divisão das zonas no pavimento inferior

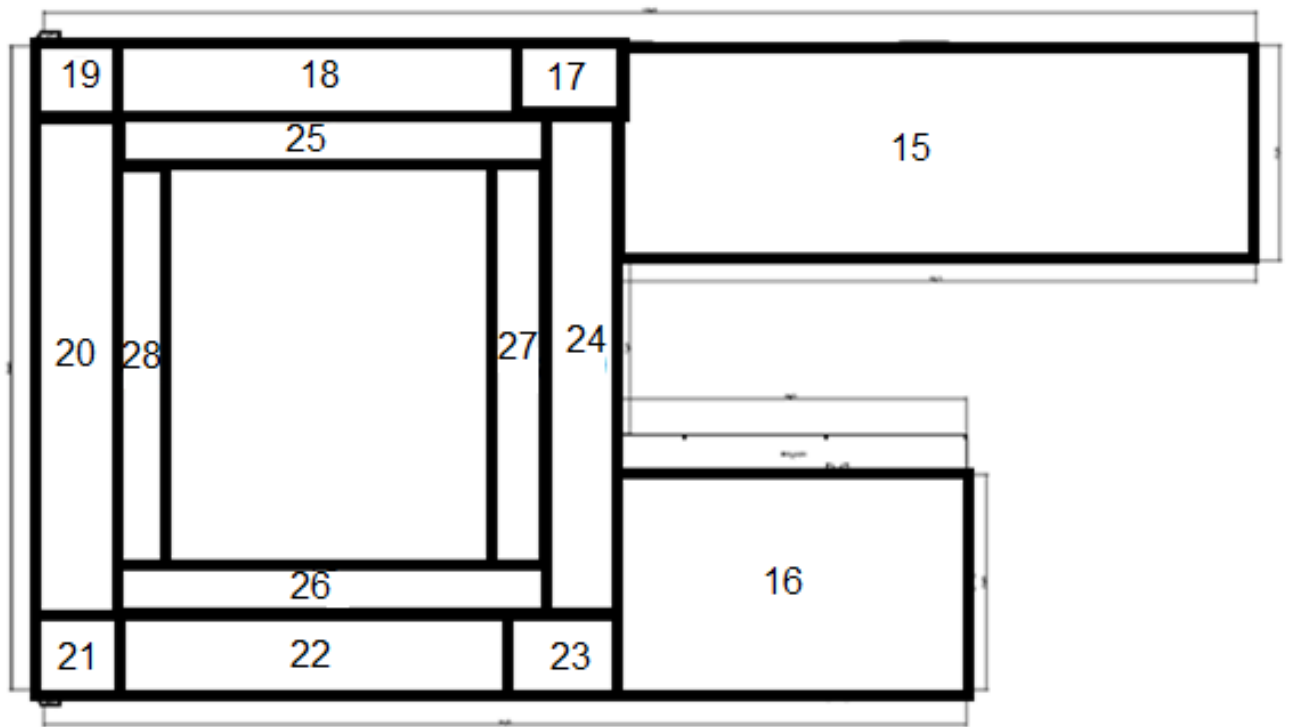


Figura 18 – Divisão das zonas no pavimento superior

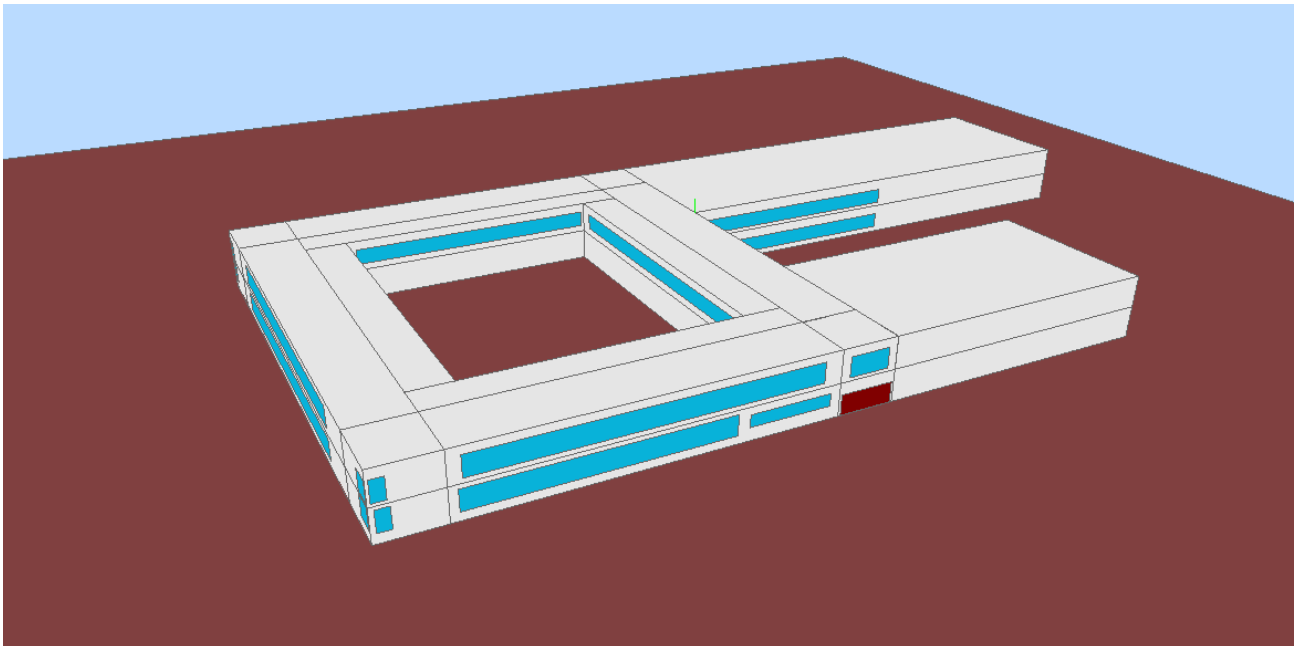


Figura 19 – Representação do edifício Engº Mário Covas Jr no programa Domus-Procel

### 3.3.1 Resumo dos Equipamentos do edifício

A distribuição dos equipamentos dentro das zonas foi realizada de acordo com o quadro abaixo, de maneira que buscou-se utilizar uma potência média para os equipamentos que eram divergentes e a potência nominal, para os aparelhos que eram iguais, independente da zona, como o caso dos monitores.



Figura 20 – Modelo de computador e monitor utilizado pelos funcionários do edifício e utilizado como base para levantamento

Zona	POTENCIA (W)													
	20	32	70	300	100	1500	3500	5300	8800	14100	300	30	1500	
	Lâmpada 20W	Lâmpada 32W	Monitor	Computador	Impressora Deskjet	Impressora Laser	Ar-condicionado 12000 BTU	Ar-condicionado 18000 BTU	Ar-condicionado 30000 BTU	Ar-condicionado 48000 BTU	Bebidouro	Frigobar XXL	Microondas	
Zona 1	-	224	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Biblioteca
Zona 2	66	42	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	-	Anfiteatro
Zona 3	-	20	4	4	3	1	-	2	-	-	1	1	1	Salas
Zona 4	-	138	15	15	2	4	3	-	3	-	6	3	3	Salas
Zona 5	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Escadaria
Zona 6	-	60	28	28	1	2	2	-	-	4	2	2	2	Salas
Zona 7	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Escadaria
Zona 8	-	132	9	9	1	2	-	3	-	-	6	3	3	Salas
Zona 9	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	Salas
Zona 10	-	76	22	22	6	2	-	-	-	-	1	1	1	Salas
Zona 11	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
Zona 12	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
Zona 13	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
Zona 14	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
Zona 15	-	44	4	4	2	-	-	-	-	-	1	1	1	Biblioteca
Zona 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Anfiteatro
Zona 17	-	20	3	3	1	-	1	-	-	-	1	1	1	Salas
Zona 18	-	68	30	30	3	4	3	3	-	1	3	2	2	Informatica
Zona 19	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Escadaria
Zona 20	-	42	15	15	5	1	6	2	-	-	6	6	6	Diretoria
Zona 21	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Escadaria
Zona 22	-	72	12	12	6	-	12	-	-	-	6	6	6	Salas
Zona 23	9	30	9	9	4	1	-	-	-	-	1	1	1	Salas
Zona 24	-	42	6	6	3	-	6	-	-	-	3	3	3	Salas
Zona 25	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
Zona 26	11	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
Zona 27	10	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
Zona 28	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Corredor
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>1214</b>	<b>157</b>	<b>157</b>	<b>37</b>	<b>17</b>	<b>33</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

Tabela 10 – Divisão dos equipamentos por zona

Para elaboração desse quadro, foram considerados todos os equipamentos relevantes do edifício e, para que tal fosse considerado, o critério adotado foi que a potência dos equipamentos somados deveria ser maior que 50W.

A grande maioria desses equipamentos funciona durante o horário comercial do prédio (7h até as 18hs, de segunda a sexta), de modo que foi considerada também uma utilização média para aparelhos que entram em modo *stand-by*, consumindo menos energia.

Desse modo, temos o consumo diário estimado do edifício em:

Equipamento	Quantidade de Equipamentos	Utilização (h/dia)	Consumo Médio Mensal (kWh)	Custo Mensal
Lâmpada 20W	96	5	288	R\$ 85,02
Lâmpada 32W	1214	8	9.324	R\$ 2.752,30
Monitor	157	8	2.072	R\$ 611,77
Computador	157	8	2.449	R\$ 723,00
Impressora Deskjet	37	1	17	R\$ 4,92
Impressora Laser	17	1	115	R\$ 33,87
Ar-condicionado 12000 BTU	33	8	6.336	R\$ 1.870,39
Ar-condicionado 18000 BTU	11	8	3.221	R\$ 950,78
Ar-condicionado 30000 BTU	3	8	1.318	R\$ 388,96
Ar-condicionado 48000 BTU	8	8	5.434	R\$ 1.604,00
Bebedouro	38	8	593	R\$ 174,99
Frigobar xxL	30	24	864	R\$ 255,05
Microondas	30	0,5	603	R\$ 178,01
<b>Total</b>	<b>1.831</b>		<b>32.632</b>	<b>R\$ 9.633,06</b>
R\$/kWh = 0,2952				

**Tabela 11 – Consumo diário estimado total do edifício**

### 3.3.2 Alternativas para redução do consumo energético

Uma das alternativas para diminuirmos o consumo de energia no Edifício da Administração é a substituição de equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos por equipamentos novos, com menor gasto de energia.

O estudo a seguir foi baseado nos equipamentos identificados no edifício, focando naqueles que apresentam consumo acima de **800** kWh/mês, considerando Potência x Número de Horas (utilização) x Número de Equipamentos.

Para calcular o consumo médio (kWh) de um equipamento de acordo com o seu real hábito de uso, utilizamos a potência do aparelho no manual do fabricante. Em seguida, fizemos o cálculo da seguinte forma:

Consumo médio do equipamento [kWh] = Potência do equipamento [W]/1000 x Número de horas utilizadas x Número de dias de uso ao mês

Para achar o custo mensal em reais, multiplique o consumo médio em kWh pelo valor da tarifa cobrada pela concessionária local.

Equipamento	Quantidade de Equipamentos	Utilização (h/dia)	Consumo Médio Mensal (kWh)	Custo Mensal
Lâmpada 20W	96	5	288	R\$ 85,02
Lâmpada 32W	1214	8	9.324	R\$ 2.752,30
Monitor	157	8	2.072	R\$ 611,77
Computador	157	8	2.449	R\$ 723,00
Impressora Deskjet	37	1	17	R\$ 4,92
Impressora Laser	17	1	115	R\$ 33,87
Ar-condicionado 12000 BTU	33	8	6.336	R\$ 1.870,39
Ar-condicionado 18000 BTU	11	8	3.221	R\$ 950,78
Ar-condicionado 30000 BTU	3	8	1.318	R\$ 388,96
Ar-condicionado 48000 BTU	8	8	5.434	R\$ 1.604,00
Bebedouro	38	8	593	R\$ 174,99
Frigobar xxL	30	24	864	R\$ 255,05
Microondas	30	0,5	603	R\$ 178,01
<b>Total</b>	<b>1.831</b>		<b>32.632</b>	<b>R\$ 9.633,06</b>
R\$/kWh = 0,2952				

**Tabela 12 – Equipamentos selecionados para estudo de substituição em destaque**

É importante dizer que, além do levantamento feito em campo, utilizamos como referência tabelas de estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos utilizados em estudos da Eletrobrás e Procel. Essa tabela serviu para validarmos as informações obtidas em campo a fim de utilizarmos dentro de nossas simulações. Essa tabela se encontra em nosso anexo III ao final deste relatório.

### 3.3.2.1 Substituição de lâmpadas

Para o estudo de substituição de lâmpadas, fizemos um levantamento e estudo a parte, com base em simulações de luminâncias por metro quadrado em um software chamado Softlux.

O estudo e resultados obtidos serão melhor explicitados e apresentados no capítulo 5 deste relatório.

### 3.3.2.2 Substituição de monitores e computadores

O estudo para substituição de monitores e computadores não se faz necessário, pois os equipamentos são novos e já possuem baixo consumo nominal. De 2011 a 2012 foi realizada uma revisão de todos os computadores utilizados na Escola Politécnica para substituição para equipamentos novos.

Todos os equipamentos levantados durante o estudo são modelos com baixo consumo energético. Monitores de LCD com potência nominal de 200W e computadores/hardware com potência de 300W enquadram-se dentro das normas de consumo geral médio estabelecido pela Eletrobrás junto ao Procel.

### 3.3.2.3 Substituição de equipamentos de ar-condicionado

O sistema de ar-condicionado já está em fase de substituição dentro do edifício da Administração.

A partir de conversas com o Gaban, o engenheiro responsável pelo prédio, e o Pereira, responsável pelas instalações elétricas, o estudo de substituição de

equipamentos de ar-condicionado já foi realizado e está em fase de implementação. Todos os ambientes foram simulados de acordo com normas brasileiras de refrigeração.

Dimensionar corretamente a capacidade do aparelho de ar condicionado de acordo com a necessidade do ambiente é essencial para se obter o melhor conforto térmico com o menor gasto de energia elétrica.

A capacidade dos aparelhos de ar condicionado é medida em BTU's (Significa Unidade Térmica Britânica por hora). Por ser uma unidade britânica não tem nenhuma relação com nosso sistema centígrado, a quantidade de 1 BTU é definida como a quantidade de energia necessária para se elevar a temperatura de uma massa de uma libra de água em um grau fahrenheit.

Para sabermos a capacidade correta do aparelho de ar condicionado devemos saber quantas pessoas e equipamentos elétricos que emitem calor estarão presentes no ambiente. Além disso, devemos considerar fatores como o nível de insolação, ou seja, se o ambiente é exposto a no máximo o sol da manhã, ou se nele incide o sol da tarde ou do dia todo.

Podemos determinar a capacidade de BTU's através de uma tabela pronta, ou realizando o cálculo personalizado. Tendo como base a presença de duas pessoas no ambiente podemos seguir a seguinte tabela:

Tamanho do Ambiente	Sol de Manhã	Sol à Tarde ou o Dia Todo
até 10 m <sup>2</sup>	até 7.500 BTU's	até 7.500 BTU's
12 m <sup>2</sup>	7.500 BTU's	10.000 BTU's
15 m <sup>2</sup>	10.000 BTU's	10.000 BTU's
20 m <sup>2</sup>	12.000 BTU's	12.000 BTU's
25 m <sup>2</sup>	12.000 BTU's	15.000 BTU's
30 m <sup>2</sup>	15.000 BTU's	18.000 BTU's
40 m <sup>2</sup>	18.000 BTU's	21.000 BTU's
50 m <sup>2</sup>	21.000 BTU's	30.000 BTU's
60 m <sup>2</sup>	21.000 BTU's	30.000 BTU's
70 m <sup>2</sup>	30.000 BTU's	30.000 BTU's

**Tabela 13 – Dimensionamento de ar-condicionado**

Para cada pessoa ou equipamento eletrônico a mais no ambiente acrescentar 600 BTU's.

Se preferir realizar um cálculo mais personalizado pode-se utilizar a regra de 600 BTU's por m<sup>2</sup> (metro quadrado) para até duas pessoas, e mais 600 BTU's por pessoa ou equipamento que emita calor no ambiente. Por exemplo, em um quarto de 12m<sup>2</sup> em que durmam duas pessoas e possua um aparelho de televisão que fica ligado durante boa parte da noite, o cálculo seria: 12m<sup>2</sup> x 600 = 7200 + 600 = 7800 BTU's.

Caso o ambiente sofra com a exposição ao sol, o cálculo deve ser feito com 800 BTU's por metro quadrado para até duas pessoas. Aparelhos adicionais e outras pessoas continuam acrescentando 600 BTU's ao resultado final. No exemplo acima teríamos:  $12\text{m}^2 \times 800 = 9600 + 600 = 10200$  BTU's.

A capacidade correta trará como benefício um ambiente mais agradável e economia de energia elétrica, uma vez que o aparelho de ar condicionado poderá interromper seu funcionamento durante uma maior parte do tempo se comparado a um aparelho de menor capacidade para o mesmo ambiente.

### 3.3.2.4 Substituição de frigobar

Com base no documento “Programa Brasileiro de Etiquetagem: Eficiência Energética – Frigobares”. Temos a média de consumo de energia (kWh/mês) de equipamentos com Selo A do Procel Energia em torno de 18,9 kWh/mês. Utilizaremos como proposta de troca o seguinte modelo:

Características: Consul CRC12A 120l	
Cor	Branco
Eficiência energética	A
Potência	80 W
Capacidade Total Bruta	120 L
Altura	86.2 cm
Largura	48.2 cm
Comprimento	51.9 cm
Peso	28 kg
Garantia	12 meses

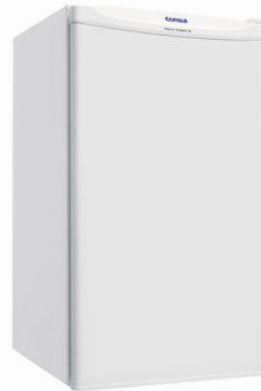


Figura 21 – Frigobar modelo para cálculo de substituição

O preço desse modelo para o consumidor final é, em média, R\$ 680,00.

Utilizando esse valor como referência, mas também considerando cenários onde a faculdade conseguiria adquirir equipamentos com desconto, devido à instituição e a quantidade que seria comprada, temos:

Cenário	Equipamento	Quantidade de Equipamentos	Utilização (h/dia)	Consumo Médio Mensal (kWh)	Custo Mensal
Atual	Frigobar xxL	30	24	864	R\$ 255,05
Proposto	Frigobar xxL	30	24	540	R\$ 159,41

Tabela 14 – Consumo dos frigobares nos cenários atual e proposto

Isso significa uma economia de 38% no Consumo Médio Mensal, referentes somente à substituição dos frigobares. Porém, para avaliarmos a viabilidade da troca, devemos observar em quanto tempo essa economia gerada compensa o custo de aquisição/installação (mão-de-obra) dos equipamentos. Dessa forma:

Cenário	Equipamento	Quantidade de Equipamentos	Utilização (h/dia)	Consumo Médio Mensal (kWh)	Custo Mensal
Atual	Frigobar xxL	30	24	864	R\$ 255,05
Proposto	Frigobar xxL	30	24	540	R\$ 159,41
Economia gerada por mês					R\$ 95,64
Custo unitário do frigobar modelo:					R\$ 680,00
- Numero de equipamentos (30 unidades)					R\$ 20.400,00
Payback da substituição				17 anos e 9 meses (213 meses)	

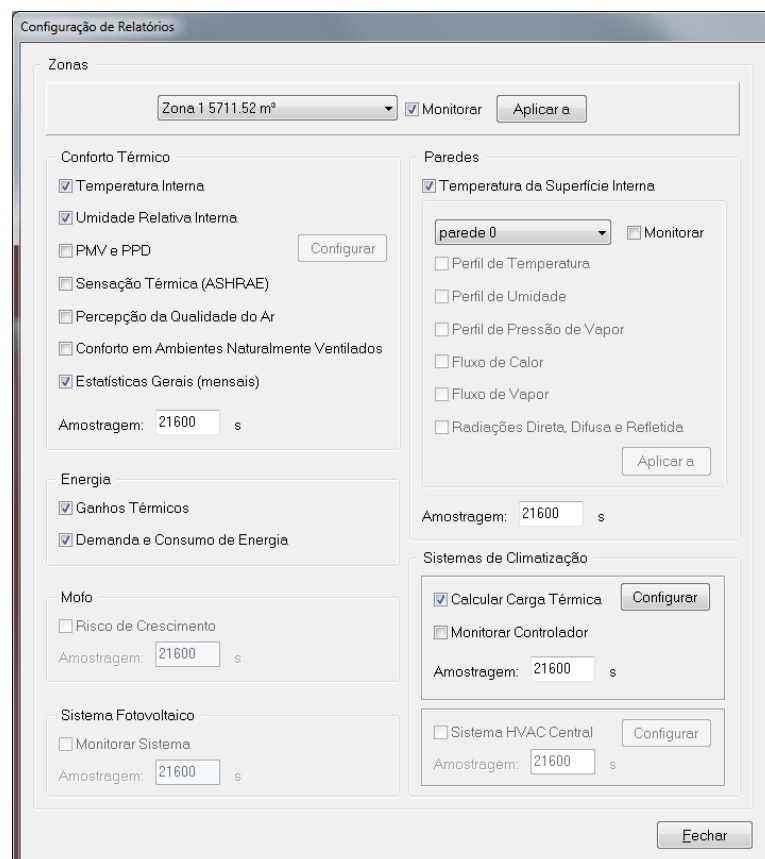
**Tabela 15 – Viabilidade econômica da alternativa**

A partir da análise de viabilidade econômica, considerando a redução no consumo energético gerado pela troca do equipamento, preço do novo equipamento e número total de equipamentos chegamos a um payback de 213 meses, mostrando ser uma solução totalmente inviável.

Portanto, fazendo uma análise de viabilidade econômico-financeira da substituição dos equipamentos, percebemos que nenhuma é viável economicamente. Porém, como queremos analisar e simular o edifício como um todo ao invés de equipamentos separadamente, faremos a seguir a simulação do edifício Eng<sup>o</sup> Mário Covas Jr no programa Domus Procel – Edifica:

#### 4 SIMULAÇÃO ATRAVÉS DO SOFTWARE DOMUS-PROCEL

Para simular o edifício no software precisamos imputar todas as premissas descritas anteriormente: parâmetros gerais do ambiente, parâmetro das zonas adotadas, características do edifício, sistema de ventilação adotado e equipamentos utilizados.



**Figura 22 – Configuração de relatórios**

## 4.1 Conforto Térmico

### 4.1.1 Temperatura e Umidade Interna

A visualização dos resultados é feita graficamente, onde estão apresentados os valores de temperatura e umidade interna e externa.

É possível visualizar o gráfico completo para todas as horas simuladas utilizando o controle de reprodução de vídeo alterar a escala vertical do Gráfico e salvar os resultados de temperatura e umidade relativa como texto em formato txt.

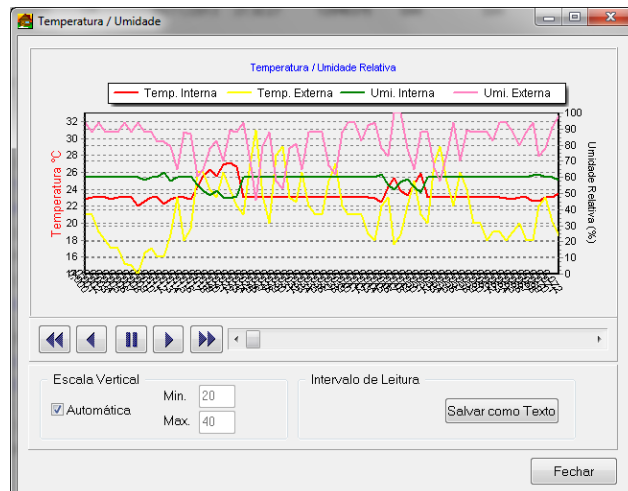


Figura 23 – Temperatura e umidade

### 4.1.2 Estatísticas Gerais (mensais)

As estatísticas gerais (mensais) apresentam valores máximo, mínimo e médio de temperatura, umidade, além de dados relativos ao conforto térmico, como por exemplo: percentual de conforto térmico (POC), graus-hora de resfriamento e aquecimento, PMV e PPD, para cada zona especificada, quando for o caso.

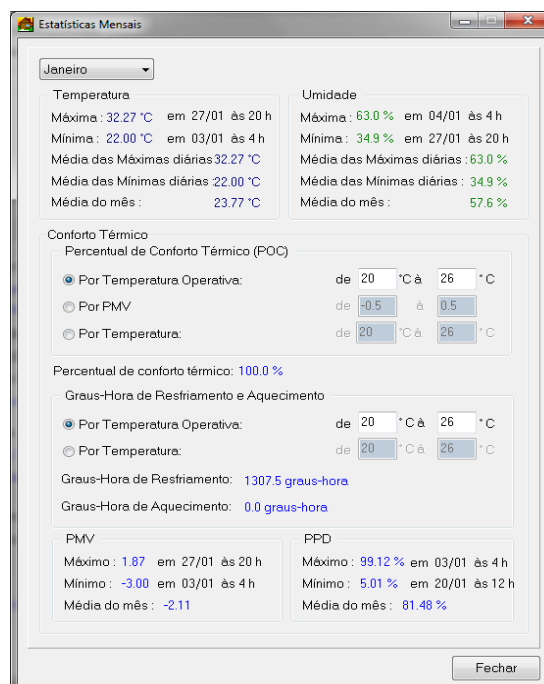


Figura 24 – Estatísticas mensais

## 4.2 Energia

### 4.2.1 Ganhos Térmicos

Esta opção possibilita a visualização dos ganhos térmicos (transmissão, ganhos internos, ganho solar, ventilação, climatização, etc.) que afetam o desempenho da edificação.

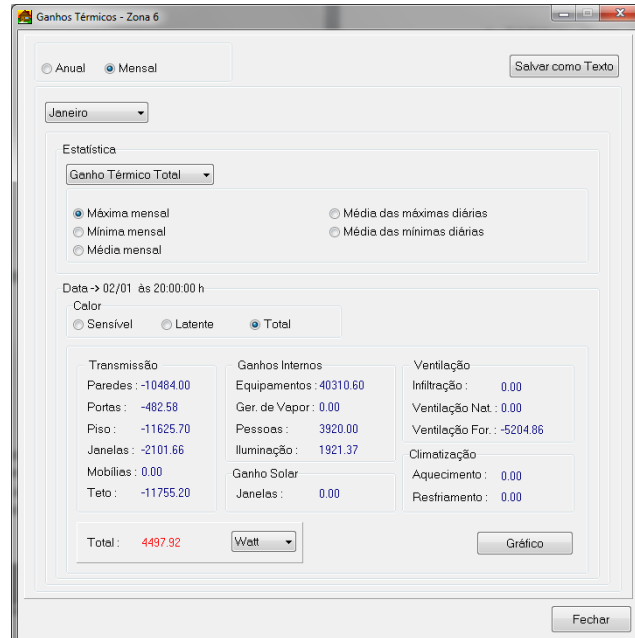


Figura 25 – Ganhos térmicos

### 4.2.2 Demanda e consumo de energia

A opção permite visualizar a demanda e o consumo energético referente ao funcionamento dos equipamentos elétricos. Os resultados de demanda e consumo podem ser visualizados mensal ou anualmente.

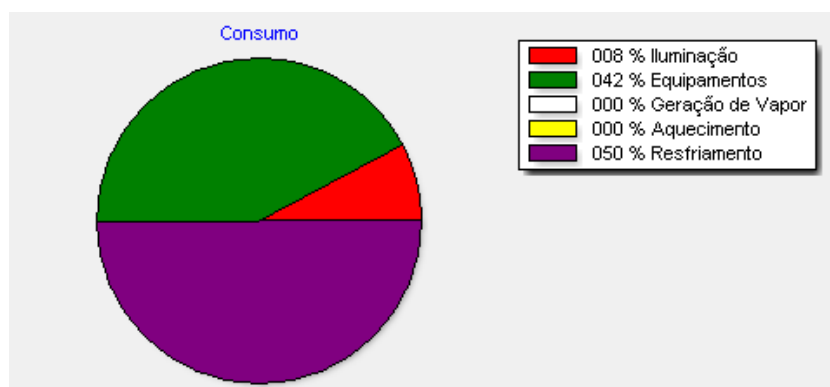


Figura 26 – Consumo

## 4.3 Sistemas de Climatização

### 4.3.1 Carga Térmica

A opção permite visualizar a carga térmica dos equipamentos de ar-condicionado. Os resultados calor sensível e calor latente tanto no aquecimento quanto no resfriamento, podem ser visualizados mensal/anual.

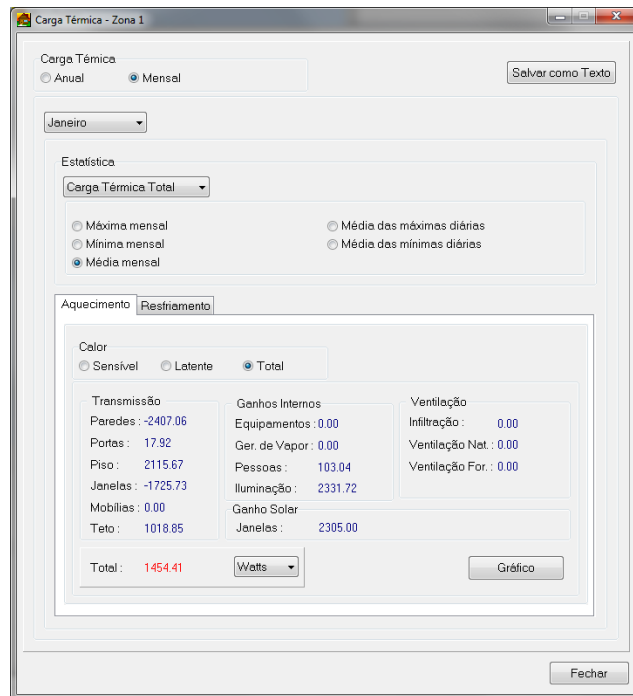


Figura 27 – Carga térmica

## 4.4 RTQ-C

A RTQ-C refere-se ao processo de obtenção e/ou visualização da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), que pode ser realizado segundo o método prescritivo e/ou pelo método de simulação.

A primeira etapa desse processo consiste em configurar o prédio, informando todos os dados como proprietário, nome da edificação, endereço, número/complemento, idade, zona bioclimática, data, bairro e cep. para a etiqueta que segue abaixo:

Figura 28 – Configuração RTQ-C

A partir dessa tela, a pontuação pode ser a partir do método prescritivo ou descritivo, selecionamos o método prescritivo para a avaliação do edifício.

O método prescritivo é realizado através de equações, tabelas e parâmetros limites; é obtida uma pontuação que indica o nível de eficiência parcial dos sistemas e total do edifício. Imputando todos os dados de iluminação, equipamentos refrigeração e de envoltória obtemos os seguintes dados de saída:

## 4.5 Envoltória

RTQ-C

Prescritivo | Bonificações | Etiqueta

Envoltória | Iluminação | Condicionamento de Ar

Localização  
Zona Bioclimática 3

Ventilação Natural  
EqNumV 0

Dados Dimensionais da Edificação

Atot	9296.17	m²
Ape	4648.09	m²
Vtot	36933.17	m³
Aenv	8832.14	m²
Apcob	4616.65	m²

Características das Aberturas

FS	0.8825
PAFT	16.30 %
PAFo	25.51 %
AVS	0
AHS	0

Pré Requisitos

Absortância solar cobertura	50.00 %	Ucob	4.66 W/(m2K)
Absortância solar envoltória	50.00 %	Ucob-ac	4.66 W/(m2K)
PAZ	0.000 %	Ucob-anc	4.66 W/(m2K)
FS Abertura Zenital	0.00	Uper	2.41 W/(m2K)
Capacidade Térmica	188.13		kJ/(m2K)

Pavimentos  
Número de Pavimentos 2

Calcular

Indicador da edificação: 110.875  
Indicador limite mínimo: 100.985  
Indicador limite máximo do nível A: 107.656  
Indicador limite máximo do nível B: 114.328  
Indicador limite máximo do nível C: 121.000  
Indicador limite máximo do nível D: 127.672  
Classificação sem Pré-Requisitos: B  
Classificação com Pré-Requisitos: E

Figura 29 – RQT-C

Calculando a ENCE para a envoltória obtivemos as seguintes classificações:

- Classificação sem Pré-requisito: B
- Classificação com Pré-requisito: E

## 4.6 Iluminação

RTQ-C

Prescritivo | Bonificações | Etiqueta

Envoltória | Iluminação | Condicionamento de Ar

Método das Áreas

Função Principal Escola/Universidade

Área do Ambiente (m²)	9233.29	DPI referência A	10.700
Área do teto (m²)	9233.29	DPI referência B	12.300
Potência instalada	51609.62	DPI referência C	13.900
DPI Instalada (W/m²)	5.59	DPI referência D	15.500

Pré Requisitos

Desligamento automático	0.0	Potência referência A	98796.23
Contribuição da luz natural	sim	Potência referência B	113569.50
Divisão dos circuitos	sim	Potência referência C	128342.80
		Potência referência D	143116.00

Calcular

Área de piso total (m²): 9233.29  
Área de teto total (m²): 9233.29  
Potência Ref A (W): 98796.23  
Potência Ref B (W): 113569.50  
Potência Ref C (W): 128342.80  
Potência Ref D (W): 143116.00  
Potência Total (W): 51609.62  
Classificação Parcial: A  
Classificação Pré-Requisitos: B  
Classificação Final: B

PROCEDEFICA  
Eletrobras

Figura 30 – RQT-C

Considerando que o prédio possui contribuição de luz natural, divisão dos circuitos mas não possui desligamento automático das lâmpadas, a edificação obteve as seguintes classificações:

- Classificação Parcial: A
- Classificação Pré-Requisitos: B
- Classificação Final: B

#### 4.7 Condicionamento de Ar

Dado que todos os aparelhos de ar condicionado possuem selo PROCEL de classificação A, a classificação final para o condicionamento de ar foi de nota A.

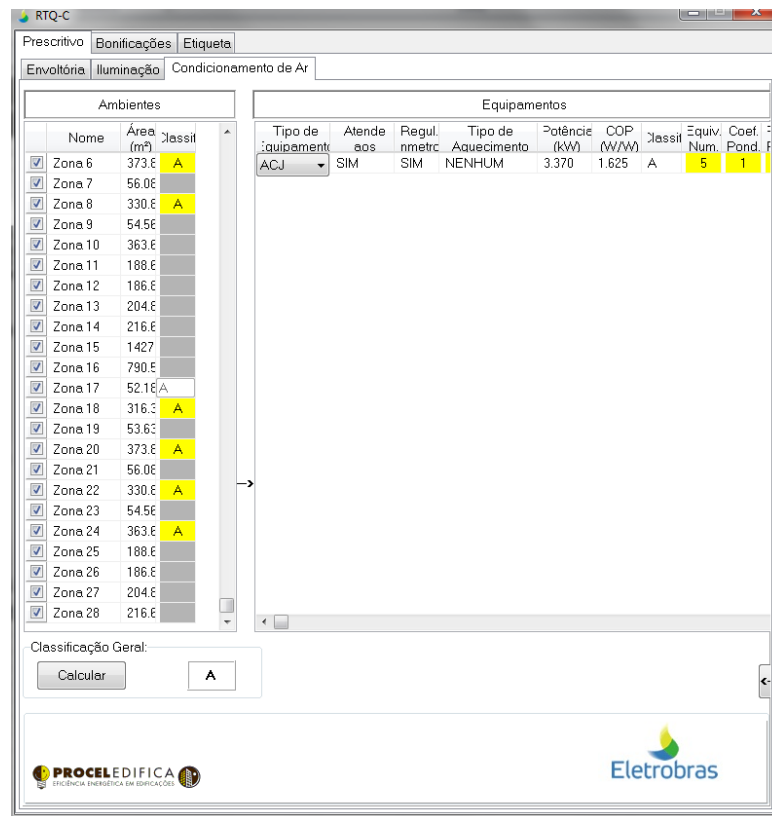


Figura 31 – RQT-C

#### 4.8 Bonificações

Na aba Bonificação de acordo com (tutorial Domus, 2013), são considerados os campos relativos a cada uma das bonificações: sistema e equipamento de racionalização do uso da água; sistema de aquecimento de água; sistema de geração de energia através da energia eólica ou painéis fotovoltaicos; sistema de co-geração e inovações técnicas que aumentem a eficiência energética da edificação.

Dado que o prédio não possui nenhum dos sistemas citados acima a pontuação da bonificação foi de zero.

RTQ-C

Bonificações | Etiqueta | POC

Edificação que possui sistemas e equipamentos que racionalizem o uso da água devem proporcionar uma economia mínima de 40% no consumo anual de água do edifício.  
 % de economia

Edificação que possui parcela de água quente representando um percentual igual ou maior a 10% do consumo energia e que utilizarem aquecimento solar de água deve obter atendimento com fração solar igual ou superior a 70  
 % de atendimento

Edificação que possui sistemas de geração de energia através da energia eólica ou painéis fotovoltaicos devem proporcionar economia mínima de 10% no consumo anual de energia elétrica do edifício  
 % de economia de energia

Edificação que possui sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas que comprovadamente aumentem a eficiência energética da edificação, devem proporcionar uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica.  
 % de economia de energia

Todos os elevadores existentes na edificação possuem classificação nível A segundo a norma VDI 4707.

Bonificação

PROCEL EDIFICA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Eletrobras

Figura 32 – RQT-C

## 4.9 Etiqueta

Considerando todas as notas obtidas nos itens anteriormente citados e clicando em “Calcular Classificação Final”, obtivemos a classificação D no selo PROCEL com pontuação de 2.02.



Figura 33 – Etiqueta do edifício na situação atual (método prescritivo)

#### 4.10 Proposição de melhorias

Diante da classificação baixa obtida com o edifício na situação atual, decreveremos a seguir algumas melhorias para a edificação:

##### 4.10.1 Substituição das Lâmpadas de 32W por lâmpadas de 28W

A tabela abaixo ilustra a situação de antes e depois das alterações de cada uma das 28 zonas:

Zonas	Pontência Luminação (W/m <sup>2</sup> ) s/ Alterações	Pontência Luminação (W/m <sup>2</sup> ) c/ alterações
Zona 1	5.020	4.393
Zona 2	3.370	3.157
Zona 3	12.265	10.732
Zona 4	13.957	12.213
Zona 5	4.773	4.177
Zona 6	5.136	4.494
Zona 7	4.565	3.994
Zona 8	12.768	11.172
Zona 9	7.038	6.158
Zona 10	6.687	5.851
Zona 11	3.053	2.672
Zona 12	3.429	3.000
Zona 13	2.811	2.460
Zona 14	2.659	2.327
Zona 15	6.006	5.883
Zona 16	5.020	4.393
Zona 17	12.265	10.732
Zona 18	6.878	6.018
Zona 19	4.773	4.177
Zona 20	3.595	3.146
Zona 21	3.424	2.996
Zona 22	6.964	6.094
Zona 23	20.894	18.695
Zona 24	3.696	3.234
Zona 25	5.768	5.047
Zona 26	3.673	3.365
Zona 27	3.788	3.436
Zona 28	3.250	2.844
<b>Total</b>		<b>156.858</b>

Figura 34 – Situação das zonas antes e após melhorias propostas

##### 4.10.2 Pintura do teto do prédio e das paredes que compõem a fachada interna de branco

Para emular a alteração da pintura no Domus, alteramos os valores de emissividade e absorvidade interna e externa de 0,5 para 0,1.

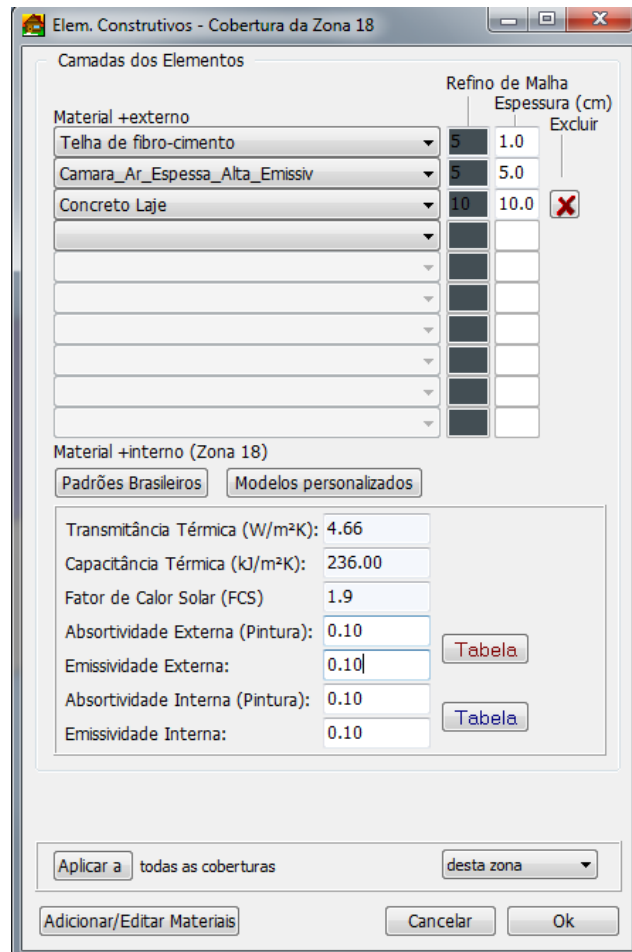


Figura 35 – Exemplo de elementos construtivos

#### 4.10.3 Implantação de um sistema de desligamento automático de luzes

No programa, essa implementação pode ser alterada na aba iluminação da caixa do cálculo de método prescritivo.

Pré Requisitos

Desligamento automático

Contribuição da luz natural

Divisão dos circuitos

Figura 36 – Pré-requisitos

#### 4.10.4 Introdução de sistemas de racionalização de água e geração de energia fotovoltaica.

Na parte de bonificações da aba do RTQ-C método prescritivo, consideramos uma economia de 5% na economia de água, consumo de energia elétrica com a introdução de painéis fotovoltaicos e inovações técnicas. Além disso, propus no programa a padronização do elevador de deficientes existente no prédio.

RTQ-C

Prescritivo | **Bonificações** | Etiqueta

Edificação que possui sistemas e equipamentos que racionalizem o uso da água devem proporcionar uma economia mínima de 40% no consumo anual de água do edifício.  
 % de economia.

Edificação que possui parcela de água quente representando um percentual igual ou maior a 10% do consumo energia e que utilizarem aquecimento solar de água deve obter atendimento com fração solar igual ou superior a 70  
 % de atendimento

Edificação que possui sistemas de geração de energia através da energia eólica ou painéis fotovoltaicos devem proporcionar economia mínima de 10% no consumo anual de energia elétrica do edifício  
 % de economia de energia

Edificação que possui sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas que comprovadamente aumentem a eficiência energética da edificação, devem proporcionar uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica.  
 % de economia de energia

Todos os elevadores existentes na edificação possuem classificação nível A segundo a norma VDI 4707.

Bonificação

#### 4.11 Conclusão Simulação Domus

O processo de simulação no Domus começou pelo desenho da planta simplificada do prédio da administração diretamente no software. O desenho foi dividido em zonas e em seguida foi estruturado em dois pavimentos para dar a forma sólida ao edifício.

Dando continuidade ao processo, foram colocadas as janelas e as portas, seguindo de acordo com a planta real da edificação. Nesse caso, para simplificação, foi considerado apenas um tipo de porta e apenas um tipo de janela. As espessuras das paredes, dos pisos, do teto e do telhado foram consideradas no projeto. Vale lembrar que as paredes vazadas da fachada do prédio foram consideradas como “janelas” a fim de tentar representar mais fielmente o edifício na realidade.

Os dados de entrada como equipamentos, luminárias, equipamentos de condicionamento de ar e ventilação foram coletados através de visitas a campo e em seguida implementados em suas respectivas zonas. Com os dados de entrada registrados, foram escolhidos alguns parâmetros, como por exemplo: temperatura e umidade e consumo mensal de energia elétrica.

Feito isso, simulamos o edifício na situação atual pelo método prescritivo, já que este possibilita um resultado rápido e relativamente confiável, enquanto que pelo método de simulação, o processo é mais complexo (durante a simulação o software apresentou erros).

Após a simulação, o programa deu como resultado a classificação como “D” para o edifício. Julgamos que a nota baixa se deve, principalmente, ao fato de a envoltória do edifício ter uma alvenaria que prejudica a iluminação e a ventilação de todos os ambientes. Outro fator agravante durante a simulação foram simplificações feitas durante a simulação para poder imputar a planta do edifício no programa.

A partir da classificação “D” pós simulação, foram propostas algumas medidas para garantir uma melhor qualificação do edifício ambientalmente. As principais medidas adotadas foram: pintar o teto e as paredes da fachada interna de branco, implantação de sistemas de desligamento automático das luminárias, projeto de economia do uso de água, projeto que aproveita a energia solar e, por último, troca das luminárias de 32W para 28W (simulação no Softlux).

Após alterações, simulamos novamente o edifício da administração e obtivemos como dado de saída uma classificação “C” para o edifício. Essa melhoria se dá, principalmente, pelas trocas de luminárias de 32W para 28W, além da implantação dos sistemas de desligamento automático das luminárias, já que a parcela “iluminação” representa aproximadamente 40% do consumo total do edifício.

Vale lembrar que as alterações propostas no Domus não levaram em consideração a viabilidade econômica dessas melhorias. As alterações visaram somente a mudança da classificação PROCEL do Prédio da administração da POLI. O estudo de viabilidade econômico-financeira será melhor explicado no trabalho realizado junto com o PURE-USP de substituição das lâmpadas através de simulações no software Softlux.

## 5 SOFTWARE SOFTLUX E PROJETO PURE-USP

### 5.1 O que é?

O Softlux é um sistema que calcula a quantidade de lux em determinado ambiente através de um mapa de calor. Assim conseguimos determinar se aquele ambiente está dentro das condições adequadas de luminância. Também possui um assistente de controle financeiro, o qual não foi objeto de estudo neste trabalho.

Para tal, os produtos são cadastrados uma única vez, indicando-se a partir desse cadastro, os vários acabamentos possíveis de luminárias, lâmpadas e materiais elétricos. É possível ainda, definir preços de venda variados para um mesmo produto devido ao fato da existência de diferentes acabamentos, através do cadastro de índices de custo e de vendas, praticados pelas empresas.

Após a finalização da simulação, o orçamento é transformado num projeto, dando origem a todas as demais etapas necessárias à entrega do material na obra: geração automática de pedido, controle de recebimento e de entrega física dos produtos, acompanhamento ao usuário de data prevista de chegada de material e acompanhamento da movimentação de produto no estoque.

O Softlux foi escolhido como software do projeto, pois é uma ferramenta sucinta e ágil de determinar a quantidade de lux e o orçamento previsto no projeto, o que gera rapidez no desenvolvimento. Além disso, o sistema possibilita mudanças rápidas na simulação o que é bom ao se querer atingir o melhor custo VS benefício.

Além do mais, o Softlux é usado como software padrão do PURE USP (Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia na USP). O Pure é um programa que implementa ações de economia de energia, conscientiza a comunidade universitária sobre a importância da eficiência energética e a necessidade de ser consciente sobre o uso sustentável dos recursos naturais. O programa já existe desde 1997 e vem fazendo o retrofit de vários prédios da USP. O prédio Eng. Mário Covas Jr. ainda não tinha passado pelo programa. Por isso, este trabalho foi feito junto ao Luís Márcio, responsável geral pelo PURE USP e foi incorporado ao programa sendo que todas as análises e projeções foram rigorosamente supervisionadas para seguir os padrões adotados e assim incorporar aos outros projetos já existentes. Além das ações técnicas, foram explorados as viabilidades financeiras, de implementação e de manutenção do prédio.

## 5.2 Objetivos

O objetivo dessa alternativa foi diminuir o consumo energético do Edifício Eng. Mário Covas Jr através da alteração das luminárias, lâmpadas e reatores.

Em sua grande maioria o prédio possui lâmpadas de 32W e apenas algumas de 20W e de 40W, o Softlux será usado para chegar no melhor custo VS benefício para manter os níveis de iluminância do ambiente alterando algumas características que incluem:

- Substituição das lâmpadas de 20W, 32W e 40W por 28W e seus respectivos reatores e luminárias;
- Tempo de vida útil das lâmpadas em comparação com as antigas;
- Análise das melhores posições das lâmpadas;
- Refletância das superfícies: piso, parede e teto;
- Remanejamento dos móveis e outros utensílios.

Para cada alternativa propostas será analisada o custo de implementação e seu payback, a operação e a manutenção para manter o nível de iluminância adequada, levando sempre em conta a dimensão da sala e do índice de ambiente (K).

De acordo com o Manual de Especificações de Equipamentos Elétricos elaborado pelo PURE USP as lâmpadas de 28W possuem um vida nominal igual ou superior a 12.000 horas enquanto que as de 32W igual a superior a 7.500 horas. As luminárias serão analisadas a viabilidade pela troca por reflexivas e os reatores por de multitemperatura e multipotência, pois esses aguentam a tensão de 220V e suas oscilações, fato que ocorre muito no prédio em questão devido ao fato das instalações serão antigas e assim variarem muito a voltagem. Esses reatores já foram instalados na USP de São Carlos, Ribeirão Preto e Bauru, e obtiveram grandes sucessos operacionais, porém na Cidade Universitária não houve tal modificação ainda. As luminárias atuais são fabricadas de chapas de aço e quando apresentam refletores, os mesmos são feitos alumínio polido e a pintura é eletrostática, portanto será analisada a viabilidade de trocar as luminárias sem refletores por refletores de alumínio.

Os custos dos produtos foram levantados na região metropolitana de São Paulo, sendo que utilizamos os valores do retrofit do Prédio da Odontologia da Universidade de São Paulo que ocorreu em agosto de 2013 e teve um volume de compras similar ao Edifício da Administração da POLI-USP. Além disso, é importantíssimo salientar que toda compra passa pelo Setor de Compras e por questões de não conformidade, o fornecedor manda um produto mais barato que o solicitado e às vezes passa despercebido pelo Setor de Compras o que prejudica demais o retrofit adequado.

Além do mais, não há um órgão responsável pela manutenção o que pode gerar desconformidade aos padrões estabelecidos e assim ocorrer implementação de lâmpadas de maior voltagem do que as estabelecidas no projeto, por exemplo.

Portanto, a solução que iremos propor também levará essas peculiaridades em questão para se chegar ao modelo mais próximo possível da realidade.

### 5.3 Detalhamento do Sistema Alternativo Proposto

Para a realização das trocas de lâmpadas, iremos substituir todos os três tipos atuais (20W, 28W e 40W) por lâmpadas de 28W, tal medida tem o intuito de padronização o que ocasiona facilidade na manutenção e na compra de material, evitando problemas de não conformidade com o projeto realizado.

Em relação às luminárias, temos três características:

- **Embutidas ou sobrepostas:** as luminárias embutidas possuem um grande problema de modificação, pois as mesmas para serem trocadas necessitam da quebra do teto, portanto é necessário restaurar todo o teto o que ocasiona um grande aumento nos custos e torna o projeto inviável financeiramente. Já as sobrepostas, são necessárias apenas trocar as luminárias, não necessitando de nenhum tipo de quebra e restauração;

- **Reflexivas e não-reflexivas:** as luminárias reflexivas possuem um material que reflete todos os raios luminosos na direção correta. Por isso, elas possuem um melhor desempenho de luminância. Algumas das luminárias do edifício em questão não são reflexivas;

- **Com aletas e sem aletas:** as luminárias com aletas são usadas em ambientes que necessitam de maior acuidade visual como, por exemplo, os escritórios e recintos com atividades regulares, já ambientes como banheiro e corredores não precisam de aletas.

Para o projeto, iremos modificar todas as luminárias para reflexivas e seguiremos os requisitos padrões de embutidas/sobrepostas e com aletas/sem aletas.

Já para os reatores, vamos trocar todos por multitensão e multipotência que suportam duas lâmpadas de 28W cada um.

Abaixo segue os materiais presentes atualmente no edifício e os materiais que iremos propor. Os valores da tabela de cada material são os requisitos mínimos que o sistema PURE USP exige dos fabricantes no momento da licitação.

### 5.3.1 Luminárias

#### 5.3.1.1 Luminária de Embutir para forro modulado/gesso – 2x28W com refletor de alumínio e aletas brancas – Número do bem: 4951670

CARACTERÍSTICAS	DETALHES
Tipo	embutir em forro modulado ou gesso
Tipo de Lâmpada	fluorescente tubular de 28W
Quantidade de Lâmpadas da Luminária	2x28W
Corpo	chapa de aço tratado com pintura eletrostática
Conjunto Óptico	refletor parabólico em alumínio anodizado brilhante de alta pureza e aletas planas brancas
Cor da Luminária	branca
Tipo de Soquete	antivibratório com engate rápido e rotor de segurança
Rendimento	superior ou igual a 70%
Classe de Ofuscamento	superior ou igual a B / 300 lux
Unidade de compra	unidade(s)

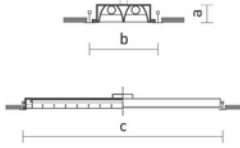
**Tabela 16 - Especificações Luminária 4951670**

interno | embutidos

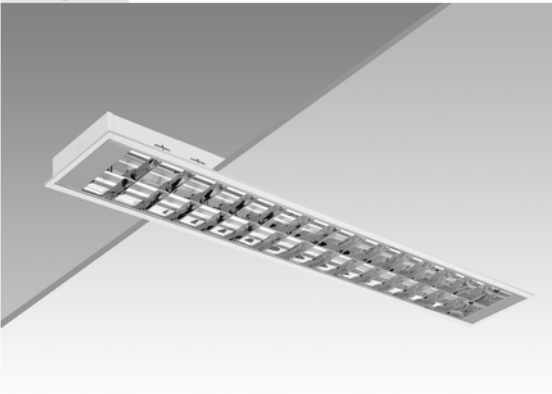
## 2005

**Especificação:** Luminária de embutir em forro de gesso ou modulado com perfil "T" de aba 25mm. Corpo em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca. Refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alto brilho (reflexão total de 86%). Equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato, com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos.

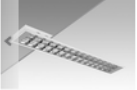
**Aplicação:** Locais de trabalho com uso freqüente de computadores como sala de controle ou monitoramento, CPD, escritório, telemarketing, área de atendimento, etc.



imagens



2005



código	lâmpadas	potência	a	b	c	modulação	nicho
2005.214.100	2xT16	14W	55	203	618	212x625	180x605
2005.228.100	2xT16	28/54W	55	203	1243	212x1250	180x1230

Figura 37 - Luminária 4951670

Fonte: [www.itaim.ind.br](http://www.itaim.ind.br)

### 5.3.1.2 Luminária de Embutir para forro modulado/gesso 2x28W com refletor de alumínio – Número do bem: 4951832

CARACTERÍSTICAS	DETALHES
Tipo	Embutir em forro modulado ou gesso
Tipo de Lâmpada	fluorescente tubular de 28W
Quantidade de Lâmpadas da Luminária	2x28W
Corpo	chapa de aço tratado com pintura eletrostática
Conjunto Óptico	refletor facetado em alumínio anodizado brilhante de alta pureza
Cor da Luminária	branca
Tipo de Soquete	antivibratório com engate rápido e rotor de segurança
Rendimento	superior ou igual a 82%
Classe de Ofuscamento	superior ou igual a C / 300 lux
Unidade de compra	unidade(s)

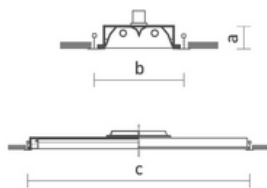
Tabela 17 - Especificações Luminária 4951832

interno | embutidos

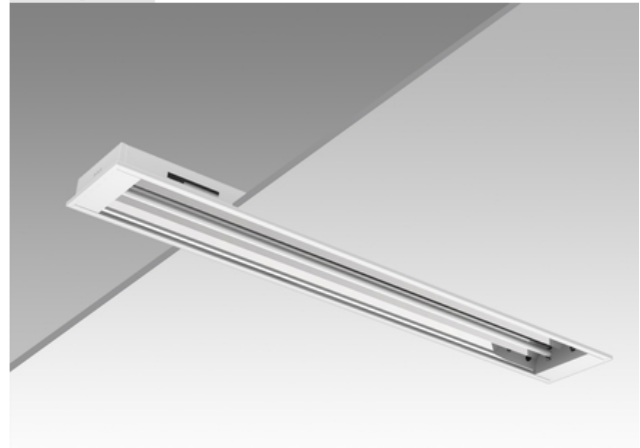
## 2007

**Especificação:** Luminária de embutir em forro de gesso ou modulado com perfil "T" de aba 25mm. Corpo em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca. Refletor em alumínio anodizado de alto brilho (reflexão total de 86%). Equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato, com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos.

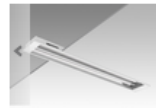
**Aplicação:** Uso geral, onde exerçam tarefas com requisitos visuais normais como loja de serviço, hospital, refeitório, sala de aula, banco, escritório, almoxarifado, etc.



imagens



2007





código	lâmpadas	potência	a	b	c	modulação	nicho
2007.214.100	 2xT16	14W	55	203	618	212x625	180x605
2007.228.100	 2xT16	28/54W	55	203	1243	212x1250	180x1230

Figura 38- Luminária 4951832

Fonte: [www.itaim.ind.br](http://www.itaim.ind.br)

### 5.3.1.3 Luminária de Sobrepor – 2x28W com refletor de alumínio e aletas brancas – Número do bem: 4951697

CARACTERÍSTICAS	DETALHES
Tipo	sobrepor
Tipo de Lâmpada	fluorescente tubular de 28W
Quantidade de Lâmpadas da Luminária	2x28W
Corpo	chapa de aço tratado com pintura eletrostática
Conjunto Óptico	refletor parabólico em alumínio anodizado brilhante de alta pureza e aletas planas brancas
Cor da Luminária	branca
Tipo de Soquete	antivibratório com engate rápido e rotor de segurança
Rendimento	superior ou igual a 70%
Classe de Ofuscamento	superior ou igual a B / 300 lux
Unidade de compra	unidade(s)

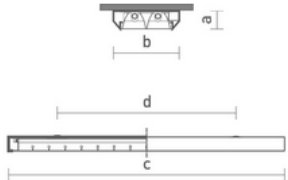
Tabela 18 - Especificações Luminária 4951697

interno | **sobrepor**

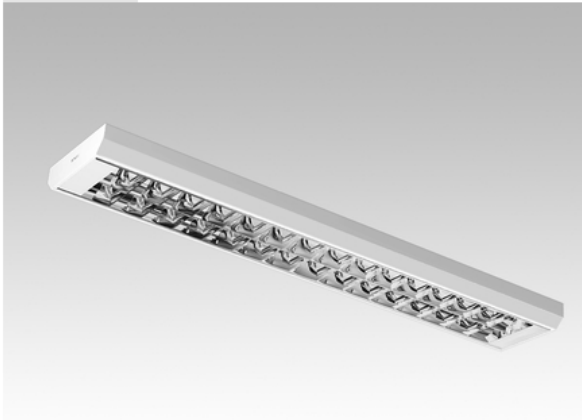
**3005**

**Especificação:** Luminária de sobrepor. Corpo em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca. Refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado de alto brilho (reflexão total de 86%). Equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato, com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos.

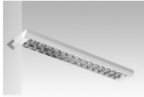
**Aplicação:** Locais de trabalho com uso freqüente de computadores como sala de controle ou monitoramento, CPD, escritório, telemarketing, área de atendimento, etc.



imagens



3005





código	lâmpadas	potência	a	b	c
3005.214.300	 2xT16	14W	60	243	610
3005.228.300	 2xT16	28/54W	60	243	1240

Figura 39 - Luminária 4951697

### 5.3.1.4 Luminária de Sobrepor 2x28W com refletor de alumínio – Número do bem: 4951859

CARACTERÍSTICAS	DETALHES
Tipo	sobrepor
Tipo de Lâmpada	fluorescente tubular de 28W
Quantidade de Lâmpadas da Luminária	2x28W
Corpo	chapa de aço tratado com pintura eletrostática
Conjunto Óptico	refletor facetado em alumínio anodizado brilhante de alta pureza
Cor da Luminária	branca
Tipo de Soquete	antivibratório com engate rápido e rotor de segurança
Rendimento	superior ou igual a 82%
Classe de Ofuscamento	superior ou igual a C / 300 lux
Unidade de compra	unidade(s)

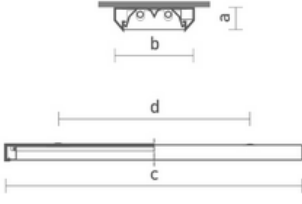
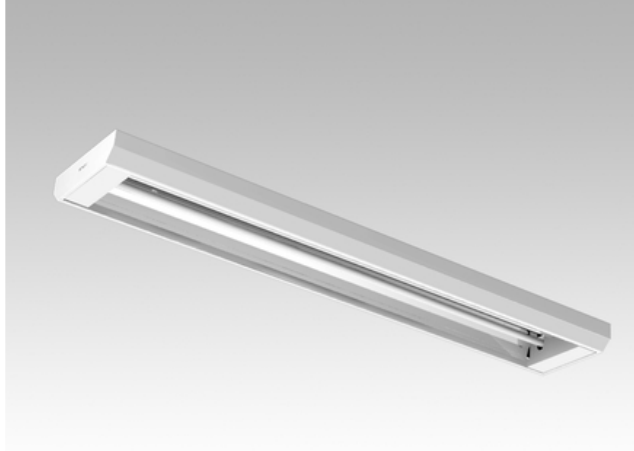
Tabela 19- Especificações Luminária 4951859

> interno | **sobrepor**

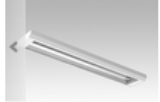
**3007**

**Especificação:** Luminária de sobrepor. Corpo em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca. Refletor em alumínio anodizado de alto brilho (reflexão total de 86%). Equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato, com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos.

**Aplicação:** Uso geral, onde exerçam tarefas com requisitos visuais normais como loja de serviço, hospital, refeitório, sala de aula, banco, escritório, almoxarifado, etc.

3007



código	lâmpadas	potência	a	b	c
3007.214.300	↔ <sub>T5</sub> 2xT16	14W	60	243	610
3007.228.300	↔ <sub>T5</sub> 2xT16	28/54W	60	243	1240

Figura 40- Luminária 4951859

### 5.3.2 Lâmpadas Sistema Antigo

#### 5.3.2.1 Lâmpada Halógena Dicroica de 20W – 12V (36º a 38º) - Número do bem: 5185700

CARACTERÍSTICAS	DETALHES
Tipo	Halógena dicroica com lente frontal protetora
Potência	20W
Tensão de alimentação	12 V
Intensidade luminosa	Igual ou superior a 450 cd
Temperatura de cor	Inferior a 3300K
Índice de Reprodução de Cor	Igual a 100%
Ângulo de Abertura do Facho	36º a 38º
Base	GU 5.3 ou GX 5.3
Vida nominal	superior ou igual a 1000 horas

Tabela 20 - Especificações Lâmpada 5185700



Figura 41 - Luminária 5185700

### 5.3.2.2 Lâmpada Fluorescente Tubular de 32W – Número do bem: 5020123

CARACTERÍSTICAS	DETALHES
Tipo	Tubular
Potência	32W
Fluxo Luminoso	Igual ou superior a 2700 lumens
Temperatura de Cor	Igual ou superior a 4000K
Índice de Reprodução de Cor	Igual ou superior a 85%
Comprimento	1,20 m
Bulbo	T-8 ( 26 mm )
Base	G13 - bipino
Tipo de pó	Trifósforo
Vida nominal	Igual ou superior a 7500 horas

**Tabela 21- Especificações Lâmpada 5020123**



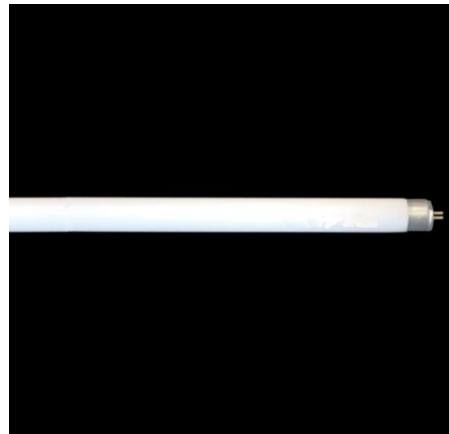
**Figura 42 - Lâmpada 5020123**

### 5.3.3 Lâmpadas Sistema Novo

#### 5.3.3.1 Lâmpada Fluorescente Tubular de 28W – Número do bem: 5020093

CARACTERÍSTICAS	DETALHES
Tipo	Tubular
Potência	28W
Fluxo Luminoso	Igual ou superior a 2600 lumens
Temperatura de Cor	Igual ou superior a 4000K
Índice de Reprodução de Cor	Igual ou superior a 85%
Comprimento	1,15 m
Bulbo	T-5 ( 16 mm )
Base	G5 - bipino
Tipo de pó	Trifósforo
Vida nominal	Igual ou superior a 12000 horas

**Tabela 22 - Especificações Lâmpada 5020093**



**Figura 43 - Lâmpada 5020093**

Exemplos de modelos que atendem a essa especificação:

- Sylvania: T5 Tubular Designer 4000 (F8A042)
- Philips: TL5-28W-HE/840
- GE: T5 Starcoat F28W/T5/840

## 5.4 Descrição dos Ambientes

As dimensões do ambiente influenciam na potência instalada do sistema de iluminação, considerando-se o mesmo nível de luminância. A Tabela 2 apresenta as dimensões dos ambientes do andar térreo e a Tabela 3 do andar superior:

Ambiente Térreo	Código	Dimensões do ambiente (m)		
		Comprimento	Largura	Pé Direito
Banheiro	1	4.7	5.4	3.3
Banheiro	2	4.7	5.4	3.3
Sala	3	2.3	4.3	3.3
Sala	4	5.8	4.65	3.3
Sala	5	5.8	5.85	3.3
Sala	6	5.8	2.25	3.3
Sala	7	4.2	4.7	3.3
Sala	8	5.8	7.15	3.3
Copa	9	5.8	3.25	3.3
Banheiro	10	5	2.3	3.3
Banheiro	11	5	2.3	3.3
Circulação	13	4	35.95	3.3
Escadaria	15	7	7.2	3.3
Sala	16	5.8	3.4	3.3
Sala	17	5.8	15.1	3.3
Sala	18	5.8	2.2	3.3
Sala	19	5.8	2.2	3.3
Sala	20	5.8	2.2	3.3
Sala	21	5.8	20.2	3.3
Sala	22	5.8	3.5	3.3
Circulação	24	3.8	42.8	3.3
Escadaria	26	7	7.4	3.3
Banheiro	27	4.95	2.3	3.3
Banheiro	28	4.95	2.3	3.3
Sala	29	5.8	14.1	3.3
Sala	30	5.8	7.15	3.3
Sala	31	5.8	7.2	3.3
Sala	32	5.8	3.45	3.3
Sala	33	5.8	3.6	3.3
Sala	34	5.8	3.3	3.3
Circulação	36	3.6	35.95	3.3
Sala	37	6.85	3.6	3.3
Sala	38	3.6	3	3.3
Sala	39	3.4	3	3.3
Sala	40	6.55	3.4	3.3
Escadaria	41	1.8	4.7	3.3
Sala	42	7.1	3.1	3.3
Sala	44	6.05	7.9	3.3

Ambiente Térreo	Código	Dimensões do ambiente (m)		
		Comprimento	Largura	Pé Direito
Sala	45	6.05	11.25	3.3
Banheiro	47	3.55	2.2	3.3
Banheiro	48	3.55	2.2	3.3
Sala	57	3.6	3.4	3.3
Sala	58	2.3	1.95	3.3
Sala	59	2.3	1.95	3.3
Sala	60	2.3	1.95	3.3
Sala	61	2.3	1.95	3.3
Sala	62	2.3	1.95	3.3
Sala	63	2.3	1.95	3.3
Sala	64	2.3	1.95	3.3
Biblioteca	65	29	13.3	3.3
Sala	66	3.55	3.25	3.3
Biblioteca	67	6.8	9	3.3
Circulação	68	3.8	42.8	3.3
Sala	69	19.6	6.9	3.3
Circulação	70	11.55	1.6	3.3
Circulação	71	36.1	4.1	3.3
Circulação	74	6.1	2.1	3.3
Sala	75	3	4.7	3.3
Sala	76	2.2	4.6	3.3
Sala	77	2.26	2.26	3.3
Copa	78	3	4.64	3.3
Banheiro	79	3.06	6.88	3.3
Circulação	80	5	2.7	3.3
Circulação	81	14.32	1.96	3.3
Auditório	82	21.5	9.5	8
Sala	83	4.8	3.85	3.3
Circulação	84	15	1.86	3.3
Sala	85	4.8	7	3.3
Sala	86	4.8	3.85	3.3
Banheiro	87	3.06	6.88	3.3
Circulação	88	5	2.7	3.3
Sala	89	4.64	3	3.3
Sala	90	2.26	2.26	3.3
Sala	91	2.2	4.6	3.3
Circulação	94	11.4	6.6	3.3

Tabela 23- Dimensões Andar Térreo Prédio Eng. Mário Covas Jr.

Ambiente Superior	Código	Dimensões do ambiente (m)		
		Comprimento	Largura	Pé Direito
Circulação	96	35.95	3.6	3.3
Banheiro	97	5.8	2.9	3.3
Banheiro	98	5.8	2.9	3.3
Sala	99	5.8	5.8	3.3
Sala	100	5.8	4.7	3.3
Sala	101	5.8	4.7	3.3
Sala	102	5.8	2.1	3.3
Sala	103	5.8	3.5	3.3
Sala	105	5.8	3.4	3.3
Sala	106	5.8	3.4	3.3
Banheiro	108	5	2.3	3.3
Banheiro	109	5	2.3	3.3
Escadaria	110	4.6	5.8	3.3
Sala	111	3.8	2.55	3.3
Sala	113	7	6.8	3.3
Sala	115	5.8	5.2	3.3
Sala	116	5.8	5.2	3.3
Copa	117	4.3	1.6	3.3
Sala	118	4.3	1.6	3.3
Sala	120	5.8	4.6	3.3
Circulação	121	21.25	3.75	3.3
Sala	122	5.8	3.45	3.3
Sala	123	5.8	4.4	3.3
Banheiro	124	3.2	1.1	3.3
Circulação	125	21.25	3.75	3.3
Sala	126	5.8	4.5	3.3
Sala	127	7	8.3	3.3
Sala	128	3.8	2.55	3.3
Escadaria	130	5.8	4.8	3.3
Banheiro	131	4.7	2.3	3.3
Banheiro	132	4.7	2.3	3.3
Sala	133	5.8	3.3	3.3
Sala	134	5.8	3.4	3.3
Sala	135	4.6	1	3.3
Sala	136	5.8	3.4	3.3
Sala	137	5.8	3.5	3.3
Sala	139	5.8	4.6	3.3

Ambiente Superior	Código	Dimensões do ambiente (m)		
		Comprimento	Largura	Pé Direito
Circulação	140	35.95	3.4	3.3
Sala	141	4.6	1.1	3.3
Sala	142	5.8	3.4	3.3
Sala	143	5.8	3.6	3.3
Sala	144	5.8	7	3.3
Sala	145	5.8	2.25	3.3
Sala	146	5.8	3.35	3.3
Copa	147	5.8	1.1	3.3
Banheiro	148	5.8	1.6	3.3
Banheiro	149	4.8	1.55	3.3
Circulação	150	6	4.7	3.3
Sala	151	4.8	2.55	3.3
Sala	152	4.8	7.85	3.3
Sala	154	4.8	7.45	3.3
Copa	155	4.75	3.3	3.3
Circulação	162	22.75	1.1	3.3
Sala	163	5.7	4.9	3.3
Sala	164	12	6.9	3.3
Sala	165	16.3	3.5	3.3
Sala	166	3.5	4.15	3.3
Circulação	167	10.2	1.1	3.3
Sala	168	8.25	6.95	3.3
Sala	169	5.25	3.65	3.3
Sala	170	5.25	5.95	3.3
Circulação	171	3.2	1.6	3.3
Sala	172	5.25	3.5	3.3
Circulação	173	42.8	3.4	3.3
Sala	174	5.9	6.9	3.3
Sala	175	6.9	9.45	3.3
Sala	176	8.5	4.8	3.3
Sala	177	3.55	2.76	3.3
Circulação	178	18.1	3.2	3.3
Sala	179	3.55	3.98	3.3
Sala	180	3.55	2.76	3.3
Sala	181	8.5	4.65	3.3
Sala	182	10.9	3.4	3.3

**Tabela 24 - Dimensões Andar Superior Prédio Eng. Mário Covas Jr.**

Além das dimensões do ambiente, a refletância influencia na potência instalada. Abaixo segue os tipos de ambientes com diferentes condições de refletância de teto, parede, piso, conforme a tabela 4 abaixo:

Condição	Teto (%)	Parede (%)	Solo (%)
30 – 30 – 10 (331)	30	30	10
70 – 50 – 10 (751)	70	50	10
50 – 30 – 10 (531)	50	30	10

#### 5.4.1 Dados Coletados para Uso no Software

O Softlux é capaz de gerar a simulação apenas por sala (quadrada ou retangular), por isso usamos a planta baixa do edifício, pegando todas as metragens dos 182 ambientes espalhados pelos dois andares do prédio. É necessário fazer o input no sistema da largura, comprimento e pé direito.

Além disso, foi necessário passar de sala em sala para captar todos os dados que incluem: contagem do número de lâmpadas, voltagem de cada uma delas, se elas estão embutidas ou sobrepostas, a existência de luminárias reflexivas, a tensão, cor do ambiente e a área envidraçada, além do horário de funcionamento de cada ambiente. Após muito trabalho para cada conseguir entrar em cada sala e fazer a captação dos milhares de equipamentos, acrescentamos no Softlux e foram geradas as simulações. Seguem abaixo as definições e observações de cada um dados acima mencionados de acordo com o PURE USP:

- **Contagem do número de lâmpadas:** inclui não apenas a contagem, mas também se elas estão em pares ou isoladas e suas posições no ambiente;
- **Voltagem:** após o problema do número adequado de lâmpadas, são uns dos fatores que mais influenciam no consumo, por isso foi analisado rigorosamente e revisto pelo Luís Márcio;
- **Embutidas ou sobrepostas:** isso tem pouca influência na questão de economia, porém se as lâmpadas foram embutidas, há uma enorme dificuldade em realizar a troca de lâmpadas que possuem diferentes tamanhos, devido à necessidade de quebra do teto e de sua reforma após a instalação o que eleva muito os custos e acaba se tornando algo pouco atrativo em termos financeiros;
- **Luminárias reflexivas:** a questão de luminárias com refletores faz com que diminua a dispersão dos raios luminosos, aumentando assim a iluminância do ambiente;
- **Tensão:** essa informação é utilizada para determinar o tipo de lâmpada a ser utilizada;
- **Cor do ambiente:** a cor do ambiente não leva em questão somente a cor da parede, mas também a dos móveis e de todos os outros objetos utilizados. Tem influência na quantidade de luz que é absorvida, por isso quanto mais claro for, melhor será o aproveitamento. Portanto, levamos em conta todos os utensílios presentes nos mais de 160 ambientes do edifício. Por definição, um ambiente com paredes e objetos claros, é determinado como claro; um ambiente com paredes claras e objetos escuros ou vice-versa é denominado médio e por fim, escuro é designado quando a predominância é de paredes e/ou objetos escuros;
- **Área envidraçada:** tem forte influência no gasto energético, pois quanto maior for a área, menos há necessidade de luz artificial para chegar às condições adequadas de vivência. Por definição, um local que não seja possível realizar certa atividade sem a luz artificial, é denominado como Área Envidraçada Pequena. Quando é possível trabalhar como apenas parte do número de lâmpadas acessas, o ambiente possui uma Área Envidraçada Média e por fim, quando o ambiente já está adequado apenas com a iluminação natural, é definido como Área Envidraçada Grande.

- **Horário de funcionamento:** além do horário comercial padrão de trabalho, foram considerados os eventos e aulas extras que ocorrem à noite e nos finais de semana, que inclusive têm grande influência no consumo, pois em sua grande maioria ocorrem no Anfiteatro que possui muito lâmpadas e o pé direito muito alto, ocasionando maior demanda energética do que as salas convencionais. Para isso, foram somados todos os eventos e aulas extras realizados em 2012 e assim divididos por 12 para chegar a uma média mensal.

Abaixo segue tabela com todos os valores encontrados:

Sistema Atual (Andar Térreo)													
Ambiente	Lâmpadas		Potência (W)	nº Reatores	Dimensões (m)			Funcionamento (h)			Consumo kWh/ mês		
	Nº	Tipo (W)			Largura	Comp.	Pé Direito	Dias úteis semana	Sábado	Domingo / Feriado		Mês	Ano
Banheiro 1	8	32.0	256	4	4.7	5.4	3.3	55	4		256.4	3076.8	65.9
Banheiro 2	8	32	256	4	4.7	5.4	3.3	55	4		256.4	3076.8	65.9
Sala 3	4	32	128	2	2.3	4.3	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 4	16	32	512	8	5.8	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	100.3
Sala 5	18	32	576	9	5.8	5.9	3.3	45			195.6	2346.7	112.8
Sala 6	6	32	192	3	5.8	2.3	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Sala 7	8	32	256	4	4.2	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	50.3
Sala 8	28	32	896	14	5.8	7.2	3.3	45			195.6	2346.7	175.4
Copa 9	12	32	384	6	5.8	3.3	3.3	50	4		234.7	2816.0	90.3
Banheiro 10	6	32	192	3	5.0	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	49.5
Banheiro 11	6	32	192	3	5.0	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	49.5
Circulação 13	18	32	576	9	4.0	36.0	3.3	12			52.1	625.8	30.1
Escadaria 15	6	32	192	3	7.0	7.2	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Sala 16	6	32	192	3	5.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Sala 17	44	32	1408	22	5.8	15.1	3.3	45			195.6	2346.7	275.5
Sala 18	6	32	192	3	5.8	2.2	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Sala 19	6	32	192	3	5.8	2.2	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Sala 20	8	32	256	4	5.8	2.2	3.3	45			195.6	2346.7	50.3
Sala 21	40	32	1280	20	5.8	20.2	3.3	45			195.6	2346.7	250.5
Sala 22	16	32	512	8	5.8	3.5	3.3	45			195.6	2346.7	100.3
Circulação 24	20	32	640	10	3.8	42.8	3.3	12			52.1	625.8	33.4
Escadaria 26	6	32	192	3	7.0	7.4	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Banheiro 27	6	32	192	3	5.0	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	49.5
Banheiro 28	6	32	192	3	5.0	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	49.5
Sala 29	50	32	1600	25	5.8	14.1	3.3	45			195.6	2346.7	313.1
Sala 30	24	32	768	12	5.8	7.2	3.3	45			195.6	2346.7	150.4
Sala 31	24	32	768	12	5.8	7.2	3.3	45			195.6	2346.7	150.4
Sala 32	12	32	384	6	5.8	3.5	3.3	45			195.6	2346.7	75.3
Sala 33	12	32	384	6	5.8	3.6	3.3	45			195.6	2346.7	75.3
Sala 34	6	32	192	3	5.8	3.3	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Circulação 36	16	32	512	8	3.6	36.0	3.3	12			52.1	625.8	26.8
Sala 37	16	32	512	8	6.9	3.6	3.3	45			195.6	2346.7	100.3
Sala 38	4	32	128	2	3.6	3.0	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 39	4	32	128	2	3.4	3.0	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 40	12	32	384	6	6.6	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	75.3
Escadaria 41	4	32	128	2	1.8	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 42	20	32	640	10	7.1	3.1	3.3	45			195.6	2346.7	125.4
Sala 44	30	32	960	15	6.1	7.9	3.3	45			195.6	2346.7	187.9
Sala 45	20	32	640	10	6.1	11.3	3.3	45			195.6	2346.7	125.4
Banheiro 47	2	40	80	1	3.6	2.2	3.3	55	4		256.4	3076.8	20.8
Banheiro 48	2	40	80	1	3.6	2.2	3.3	55	4		256.4	3076.8	20.8
Sala 57	2	32	64	1	3.6	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 58	2	32	64	1	2.3	2.0	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 59	2	32	64	1	2.3	2.0	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 60	4	32	128	2	2.3	2.0	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 61	4	32	128	2	2.3	2.0	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 62	2	32	64	1	2.3	2.0	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 63	2	32	64	1	2.3	2.0	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 64	4	32	128	2	2.3	2.0	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Biblioteca 65	140	32	4480	70	29.0	13.3	3.3	50			217.3	2607.4	973.7
Sala 66	4	32	128	2	3.6	3.3	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Biblioteca 67	22	32	704	11	6.8	9.0	3.3	50			217.3	2607.4	153.2
Circulação 68	18	32	576	9	3.8	42.8	3.3	12			52.1	625.8	30.1
Sala 69	56	32	1792	28	19.6	6.9	3.3	45			195.6	2346.7	350.6
Circulação 70	4	32	128	2	11.6	1.6	3.3	50			217.3	2607.4	28.0
Circulação 71	22	20	440	22	36.1	4.1	3.3	12			52.1	625.8	23.3
Circulação 74	8	20	160	8	6.1	2.1	3.3	50			217.3	2607.4	36.3
Sala 75	6	32	192	3	3.0	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Sala 76	6	32	192	3	2.2	4.6	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Sala 77	2	32	64	1	2.3	2.3	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Copa 78	4	32	128	2	3.0	4.6	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.1
Banheiro 79	6	32	192	3	3.1	6.9	3.3	55	4		256.4	3076.8	49.5
Circulação 80	8	20	160	8	5.0	2.7	3.3	12			52.1	625.8	8.7
Circulação 81	6	32	192	3	14.3	2.0	3.3	12			52.1	625.8	10.1
Auditório 82	34	32	1088	17	21.5	9.5	8.0	8			34.8	417.2	37.9
Sala 83	5	20	100	5	4.8	3.9	3.3	45			195.6	2346.7	20.9
Circulação 84	4	32	128	2	15.0	1.9	3.3	12			52.1	625.8	6.7
Sala 85	5	20	100	5	4.8	7.0	3.3	45			195.6	2346.7	20.9
Sala 86	5	20	100	5	4.8	3.9	3.3	45			195.6	2346.7	20.9
Banheiro 87	6	32	192	3	3.1	6.9	3.3	55	4		256.4	3076.8	49.5
Circulação 88	8	20	160	8	5.0	2.7	3.3	12			52.1	625.8	8.7
Sala 89	4	32	128	2	4.6	3.0	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 90	2	32	64	1	2.3	2.3	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 91	6	32	192	3	2.2	4.6	3.3	45			195.6	2346.7	37.7
Circulação 94	26	32	832	13	11.4	6.6	3.3	50			217.3	2607.4	181.0

Tabela 25 - Características por Ambiente no Andar Térreo Prédio Eng. Mário Covas Jr.

Ambiente	Sistema Atual (Andar Superior)												Consumo kWh/ mês
	Lâmpadas		Potência (W)	nº Reatores	Dimensões (m)			Funcionamento (h)					
	Nº	Tipo (W)			Largura	Comp.	Pé Direito	Dias úteis semana	Sábado	Domingo / Feriado	Mês	Ano	
Circulação 96	14	32	448	7	36.0	3.6	3.3	12			52.1	625.8	23.7
Banheiro 97	4	32	128	2	5.8	2.9	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Banheiro 98	4	32	128	2	5.8	2.9	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Sala 99	12	32	384	6	5.8	5.8	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 100	12	32	384	6	5.8	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 101	12	32	384	6	5.8	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 102	6	32	192	3	5.8	2.1	3.3	45			195.6	2346.7	38.1
Sala 103	12	32	384	6	5.8	3.5	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 105	12	32	384	6	5.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 106	6	32	192	3	5.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	38.1
Banheiro 108	4	32	128	2	5.0	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Banheiro 109	4	32	128	2	5.0	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Escadaria 110	6	32	192	3	4.6	5.8	3.3	45			195.6	2346.7	38.1
Sala 111	4	32	128	2	3.8	2.6	3.3	45			195.6	2346.7	25.4
Sala 113	18	32	576	18	7.0	6.8	3.3	45			195.6	2346.7	116.2
Sala 115	8	32	256	4	5.8	5.2	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 116	8	32	256	4	5.8	5.2	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Copa 117	4	32	128	2	4.3	1.6	3.3	50	4		234.7	2816.0	30.5
Sala 118	8	32	256	2	4.3	1.6	3.3	45			195.6	2346.7	50.5
Sala 120	10	32	320	5	5.8	4.6	3.3	45			195.6	2346.7	63.6
Circulação 121	12	32	384	6	21.3	3.8	3.3	12			52.1	625.8	20.3
Sala 122	8	32	256	4	5.8	3.5	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 123	8	32	256	4	5.8	4.4	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Banheiro 124	2	32	64	1	3.2	1.1	3.3	55	4		256.4	3076.8	16.7
Circulação 125	12	32	384	6	21.3	3.8	3.3	12			52.1	625.8	20.3
Sala 126	8	32	256	4	5.8	4.5	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 127	18	32	576	18	7.0	8.3	3.3	45			195.6	2346.7	116.2
Sala 128	4	32	128	2	3.8	2.6	3.3	45			195.6	2346.7	25.4
Escadaria 130	6	32	192	3	5.8	4.8	3.3	45			195.6	2346.7	38.1
Banheiro 131	4	32	128	2	4.7	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Banheiro 132	4	32	128	2	4.7	2.3	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Sala 133	12	32	384	3	5.8	3.3	3.3	45			195.6	2346.7	75.7
Sala 134	12	32	384	6	5.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 135	4	32	128	2	4.6	1.0	3.3	45			195.6	2346.7	25.4
Sala 136	12	32	384	6	5.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 137	12	32	384	6	5.8	3.5	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 139	16	32	512	8	5.8	4.6	3.3	45			195.6	2346.7	101.7
Circulação 140	28	32	896	14	36.0	3.4	3.3	12			52.1	625.8	47.5
Sala 141	2	32	64	1	4.6	1.1	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 142	16	32	512	8	5.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	101.7
Sala 143	12	32	384	6	5.8	3.6	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 144	28	32	896	14	5.8	7.0	3.3	45			195.6	2346.7	178.0
Sala 145	8	32	256	4	5.8	2.3	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 146	12	32	384	6	5.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Copa 147	22	32	704	1	5.8	1.1	3.3	50	4		234.7	2816.0	165.4
Banheiro 148	4	32	128	2	5.8	1.6	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Banheiro 149	4	32	128	2	4.8	1.6	3.3	55	4		256.4	3076.8	33.3
Circulação 150	8	32	256	4	6.0	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 151	8	32	256	4	4.8	2.6	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 152	20	32	640	10	4.8	7.9	3.3	45			195.6	2346.7	127.1
Sala 154	12	32	384	6	4.8	7.5	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Copa 155	6	32	192	3	4.8	3.3	3.3	50	4		234.7	2816.0	45.8
Circulação 162	20	32	640	10	22.8	1.1	3.3	45			195.6	2346.7	127.1
Sala 163	12	32	384	6	5.7	4.9	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 164	48	32	1536	24	12.0	6.9	3.3	45			195.6	2346.7	305.1
Sala 165	18	32	576	9	16.3	3.5	3.3	45			195.6	2346.7	114.4
Sala 166	8	32	256	4	3.5	4.2	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Circulação 167	2	32	64	1	10.2	1.1	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 168	16	32	512	8	8.3	7.0	3.3	45			195.6	2346.7	101.7
Sala 169	8	32	256	4	5.3	3.7	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 170	8	32	256	4	5.3	6.0	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Circulação 171	2	32	64	1	3.2	1.6	3.3	45			195.6	2346.7	12.7
Sala 172	4	32	128	2	5.3	3.5	3.3	45			195.6	2346.7	25.4
Circulação 173	18	32	576	9	42.8	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	114.4
Sala 174	24	32	768	12	5.9	6.9	3.3	45			195.6	2346.7	152.5
Sala 175	32	32	1024	16	6.9	9.5	3.3	45			195.6	2346.7	203.4
Sala 176	8	32	256	4	8.5	4.8	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 177	4	32	128	1	3.6	2.8	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Circulação 178	12	32	384	6	18.1	3.2	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 179	12	32	384	6	3.6	4.0	3.3	45			195.6	2346.7	76.3
Sala 180	4	32	128	1	3.6	2.8	3.3	45			195.6	2346.7	25.2
Sala 181	8	32	256	4	8.5	4.7	3.3	45			195.6	2346.7	50.8
Sala 182	8	32	256	4	10.9	3.4	3.3	45			195.6	2346.7	50.8

Tabela 26 - Características por Ambiente no Andar Superior Prédio Eng. Mário Covas Jr.

## 5.5 Potência Instalada

Os sistemas foram avaliados juntamente com o Softlux para chegarmos um índice adequado contemplando a potência instalada por m<sup>2</sup> em cada tipo de atividade. O lux necessário para cada ambiente e sua respectiva atividade se encontram abaixo:

- Escritório: 500lux
- Banheiro: 100 lux
- Circulação/corredor: 100 lux
- Recintos não usados para trabalho contínuo: 100lux
- Auditório: 300lux
- Armazem/depósito: 150lux
- Sala de reuniões: 300lux

A lista 6 e 7 mostra respectivamente o Cálculo Luminotécnico do andar térreo e superior. As colunas do relatório estão explicadas logo abaixo:

- **Ambiente:** segue na nomenclatura o tipo do ambiente juntamente com um número que é o código utilizado nas plantas oficiais do Prédio da Administração da POLI-USP;
- **Luminária:** as quatro luminárias explicadas acima;
- **Código:** código de cada uma delas no Sistema Mercúrio;
- **Quantidade:** número de lâmpadas;
- **Eméd(lx):** luminância média daquele ambiente
- **Emáx(lx):** luminância máxima daquele ambiente
- **Emín(lx):** luminância mínima daquele ambiente

Segue abaixo um exemplo de output do Softlux de um determinado ambiente. Como cada ambiente dá duas páginas de resultado e temos mais de 160 ambientes, resolvemos colocar os resultados em um arquivo digital que se encontra em <https://www.dropbox.com/sh/1mtbgt81wjg2hhq/eg5UadOTQM>. O ambiente em questão é a sala 99 (Serviço dos Órgãos Colegiados e Concursos):

## CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

## DADOS DO AMBIENTE

Ambiente: Sala 99

## Dimensões:

Comprimento:	5,80 m
Largura:	5,80 m
Pé direito:	3,30 m
Plano de trabalho:	0,75 m
Altura de suspensão:	0,00 m

## Cores e refletância: Média

Teto:	70
Parede:	50
Piso:	10

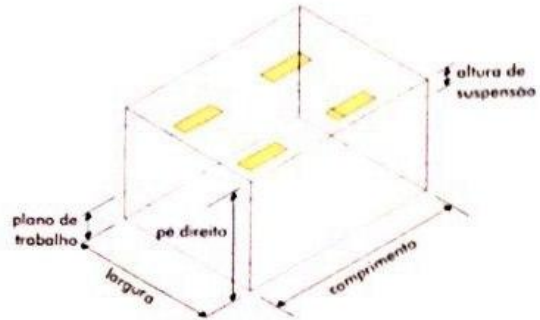
Condições do ambiente: Médio

Fator de perdas luminosas: 0,7

Fluxo luminoso: 2600 lm

Fator de reator: 1,00

Tipo de atividade: Escritório



## DISTRIBUIÇÃO DAS LUMINÁRIAS

Luminária: 3035 2xT16 28W

Código: 3035.228.300

Iluminância solicitada:

Quantidade: 6

Número de colunas: 3

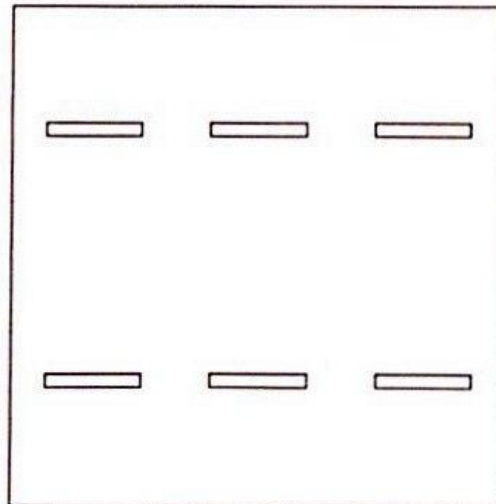
Número de linhas: 2

Distância entre colunas: 1,93 m

Distância entre linhas: 2,9 m

Distância parede-colunas: 0,97 m

Distância parede-linhas: 1,45 m



Cálculo realizado pelo método ponto a ponto, em função dos dados fotométricos da luminária. Não considera as reflexões no teto, paredes e piso.

Figura 44 - Output do Softlux do Ambiente 99

softlux

ITAIM  
ILUMINAÇÃO

## CALCULO LUMINOTÉCNICO

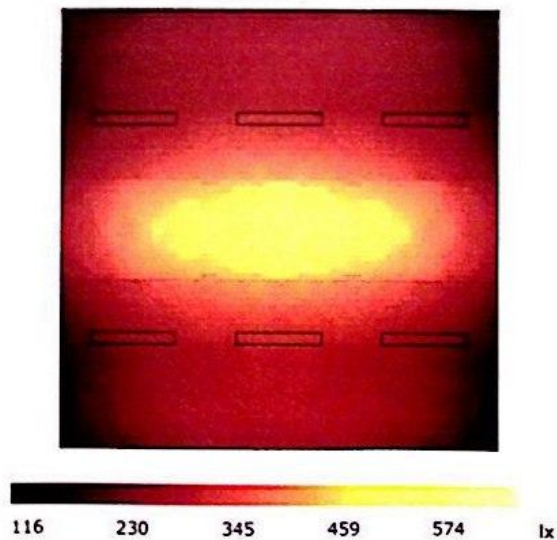
## RESULTADOS

<b>Ambiente:</b>	Sala 99	<b>E médio:</b>	283 lx
<b>Luminária:</b>	3035 2xT16 28W	<b>E máximo:</b>	478 lx
<b>Código:</b>	3035.228.300	<b>E mínimo:</b>	145 lx
<b>Quantidade:</b>	6	<b>E mcz:</b>	325 lx

## PONTO A PONTO

219	251	274	274	251	219
246	289	312	312	289	246
355	414	431	431	414	355
355	414	431	431	414	355
246	289	312	312	289	246
219	251	274	274	251	219

## ILUMINÂNCIA



Calculo realizado pelo método ponto a ponto, em função dos dados fotométricos da luminária. Não considera as reflexões no teto, paredes e piso.

Figura 45 - Output do Softlux do Ambiente 99

Os resultados compilados dos ambientes e seus respectivos números de lâmpadas e lux encontram-se na lista abaixo:

softlux		ITAIM ILUMINAÇÃO					
CÁLCULO LUMINOTÉCNICO							
DADOS DO CLIENTE							
<b>Empresa:</b>	Prédio Eng. Mários Covas Jr.						
<b>Obra:</b>	Prédio Administração - POLI/USP						
<b>Dados adicionais:</b>							
<b>Autor:</b>	Lucas Garcia, Danilo Marteleto, Carlos Vicente e Renato Sung						
<b>Data:</b>	18/11/2013						
<b>Revisão:</b>	22/11/2013						
RESUMO							
Ambiente	Luminária	Código	Qtde	$E_{mca}(lx)$	$E_{méd}(lx)$	$E_{máx}(lx)$	$E_{min}(lx)$
Banheiro 1, 2	2007 2xT16 28W	2007.228.100	2	130	121	167	45
Sala 3	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	98	91	131	44
Sala 4	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	121	115	182	30
Sala 5	3035 2xT16 28W	3035.228.300	9	369	351	498	159
Sala 6	3035 2xT16 28W	3035.228.300	3	260	197	276	106
Sala 7	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	325	267	403	133
Sala 8	3035 2xT16 28W	3035.228.300	9	408	357	509	155
Copa 9	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	152	151	233	74
Banheiro 10, 11	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	212	155	225	95
Circulação 13	3037 2xT16 28W	3037.228.300	5	78	86	175	18
Escadaria 15	3037 2xT16 28W	3037.228.300	3	131	147	323	30
Sala 16	3035 2xT16 28W	3035.228.300	3	238	208	322	89
Sala 17	3035 2xT16 28W	3035.228.300	18	366	334	519	150
Sala 18, 19, 20	3035 2xT16 28W	3035.228.300	3	264	198	277	110
Sala 21	3035 2xT16 28W	3035.228.300	20	370	335	521	151
Sala 22	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	409	374	518	194
Circulação 24	3037 2xT16 28W	3037.228.300	7	95	102	181	25
Escadaria 26	3037 2xT16 28W	3037.228.300	3	114	129	237	21
Banheiro 27, 28	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	212	150	175	95
Sala 29	3035 2xT16 28W	3035.228.300	18	417	407	546	162
Sala 30	3035 2xT16 28W	3035.228.300	12	466	404	570	181
Sala 31	3035 2xT16 28W	3035.228.300	9	316	306	437	131
Sala 32	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	406	321	444	166
Sala 33	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	394	315	439	157
Sala 34	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	121	123	219	61
Circulação 36	3037 2xT16 28W	3037.228.300	6	98	105	183	27
Sala 37	3035 2xT16 28W	3035.228.300	8	402	367	509	172
Sala 38	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	179	167	249	88
Sala 39	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	184	172	248	92
Sala 40	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	317	293	417	151
Escadaria 41	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	293	194	271	128
Sala 42	3035 2xT16 28W	3035.228.300	8	569	448	610	222
Sala 44	3035 2xT16 28W	3035.228.300	12	489	423	601	183
Sala 45	3035 2xT16 28W	3035.228.300	10	253	233	367	105
Banheiro 47, 48	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	142	99	130	56
Sala 57	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	139	109	150	63
Sala 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	206	124	150	96
Sala 66	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	196	194	235	124
Biblioteca 67	3035 2xT16 28W	3035.228.300	12	312	304	440	126
Biblioteca 65	3035 2xT16 28W	3035.228.300	60	311	303	396	125
Circulação 68	3037 2xT16 28W	3037.228.300	7	95	102	181	25
Sala 69	3035 2xT16 28W	3035.228.300	24	394	352	482	135

Figura 46 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente

Circulação 70	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	114	96	156	30
Circulação 71	3037 2xT16 28W	3037.228.300	7	106	118	186	35
Circulação 74	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	127	107	174	21
Sala 75	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	173	144	242	78
Sala 76	3035 2xT16 28W	3035.228.300	3	314	233	319	131
Sala 77	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	165	107	128	83
Copa 78	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	88	87	129	34
Banheiro 79, 87	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	140	118	172	59
Circulação 80	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	162	148	174	91
Circulação 81	3037 2xT16 28W	3037.228.300	3	115	100	141	40
Auditório 82	3037 2xT16 28W	3037.228.300	16	105	93	128	48
Sala 83	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	72	77	127	24
Circulação 84	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	74	66	132	13
Sala 85	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	93	93	179	28
Sala 86	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	143	137	173	66
Circulação 88	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	97	83	130	33
Sala 89	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	176	148	178	94
Sala 90	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	183	112	131	86
Sala 91	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	234	163	235	102
Circulação 94	3037 2xT16 28W	3037.228.300	8	192	192	272	80

**Figura 47 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente**

## CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

## DADOS DO CLIENTE

**Empresa:** Prédio Eng. Mários Covas Jr.  
**Obra:** Prédio Administração - POLI/USP  
**Dados adicionais:**  
**Autor:** Lucas Garcia, Danilo Marteleto, Carlos Vicente e Renato Sung  
**Data:** 18/11/2013  
**Revisão:** 22/11/2013

## RESUMO

Ambiente	Luminária	Código	Qtde	$E_{mz}(lx)$	$E_{méd}(lx)$	$E_{máx}(lx)$	$E_{mín}(lx)$
Circulação 96	3037 2xT16 28W	3037.228.300	6	100	108	177	38
Banheiro 97, 98	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	195	157	233	82
Sala 99	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	325	283	478	145
Sala 100, 101	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	385	321	520	159
Sala 102	3035 2xT16 28W	3035.228.300	3	314	233	322	131
Sala 103	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	473	374	518	194
Sala 105, 106	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	317	259	428	151
Banheiro 108, 109	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	212	150	175	95
Escadaria 110	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	143	156	246	40
Sala 111	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	102	96	131	53
Sala 113	2950 2xT16 28W	2950.228.100	9	262	253	342	107
Sala 115, 116	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	208	208	340	106
Copa 117, Sala 118	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	296	199	289	132
Sala 120	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	229	223	368	117
Circulação 121	3037 2xT16 28W	3037.228.300	4	108	116	185	37
Sala 122	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	313	257	424	146
Sala 123	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	234	229	378	122
Banheiro 124	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	204	101	131	66
Circulação 125	3037 2xT16 28W	3037.228.300	4	108	116	185	37
Sala 126	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	229	226	373	120
Sala 127	2005 2xT16 28W	2005.228.100	9	288	281	423	117
Sala 128	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	112	92	129	51
Escadaria 130	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	137	153	213	54
Banheiro 131, 132	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	263	187	271	115
Sala 133	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	327	263	428	153
Sala 134	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	410	378	525	198
Sala 135, 141	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	253	169	196	112
Sala 136	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	410	378	525	198
Sala 137	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	409	374	518	194
Sala 139	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	473	374	518	194
Circulação 140	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	94	102	176	23
Sala 142	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	476	378	525	198
Sala 143	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	460	369	512	188
Sala 144	3035 2xT16 28W	3035.228.300	10	466	410	677	200
Sala 145	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	402	307	419	160
Sala 146	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	483	381	530	199
Copa 147	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	131	83	141	26
Banheiro 148	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	259	174	233	110
Banheiro 149	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	303	195	268	133
Circulação 150	3037 2xT16 28W	3037.228.300	2	139	132	184	47
Sala 151	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	440	324	500	202
Sala 152	3035 2xT16 28W	3035.228.300	8	394	340	540	163

Figura 48 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente

Sala 154	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	305	267	432	124
Copa 155	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	163	162	281	78
Circulação 162	3037 2xT16 28W	3037.228.300	5	181	106	147	42
Sala 163	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	322	273	457	146
Sala 164	3035 2xT16 28W	3035.228.300	18	459	409	585	167
Sala 165	3035 2xT16 28W	3035.228.300	8	255	242	286	115
Sala 166	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	401	313	469	176
Circulação 167	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	75	48	130	5
Sala 168	3035 2xT16 28W	3035.228.300	9	269	241	370	110
Sala 169	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	281	266	440	151
Sala 170	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	205	203	333	99
Circulação 171	3037 2xT16 28W	3037.228.300	1	177	103	131	66
Sala 172	3035 2xT16 28W	3035.228.300	2	170	149	273	71
Circulação 173	3037 2xT16 28W	3037.228.300	7	102	105	181	27
Sala 174	3035 2xT16 28W	3035.228.300	10	420	411	675	203
Sala 175	3035 2xT16 28W	3035.228.300	12	382	336	489	137
Sala 176	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	182	169	220	65
Sala 177	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	111	94	128	56
Circulação 178	3037 2xT16 28W	3037.228.300	4	138	120	170	47
Sala 179	3035 2xT16 28W	3035.228.300	6	627	475	656	278
Sala 180	3035 2xT16 28W	3035.228.300	1	145	93	123	56
Sala 181	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	188	193	264	60
Sala 182	3035 2xT16 28W	3035.228.300	4	189	176	217	87

**Figura 49 - Luminárias e Lux para a Nova Proposta Divididos por Ambiente**

Com todos os números de lâmpadas necessárias, adicionamos os dados em uma tabela com o intuito de comparar o cenário atual com o proposto e os resultados foram o seguinte:

Sistema Proposto T5 - 28W (Andar Térreo)									Economia		
Lâmpadas		Potência Tot, Lamp.(W)	Luminárias sobrepor		Luminárias embutir		nº Reatores	Consumo kWh/mês	Economia Consumo kWh/mês	Economia Consumo mês %	Economia a (W)
Nº	Tipo		3037 S/ Aletas	3035 C/ Aletas	2007 S/ Aletas	2005 C/ Aletas					
4.0	28.0	112.0				2.0	2.0	29.2	36.7	0.6	143.0
4.0	28.0	112.0				2.0	2.0	29.2	36.7	0.6	143.0
2.0	28.0	56.0	1.0				1.0	11.1	14.1	0.6	72.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	22.3	78.0	0.8	399.0
18.0	28.0	504.0	9.0				9.0	100.3	12.5	0.1	64.0
6.0	28.0	168.0		3.0			3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
8.0	28.0	224.0		4.0			4.0	44.6	5.7	0.1	29.0
18.0	28.0	504.0		9.0			9.0	100.3	75.1	0.4	384.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	26.8	63.6	0.7	271.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	29.2	20.3	0.4	79.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	29.2	20.3	0.4	79.0
10.0	28.0	280.0	5.0				5.0	14.9	15.2	0.5	292.0
6.0	28.0	168.0	3.0				3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
6.0	28.0	168.0		3.0			3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
36.0	28.0	1008.0		18.0			18.0	200.6	74.9	0.3	383.0
6.0	28.0	168.0		3.0			3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
6.0	28.0	168.0		3.0			3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
6.0	28.0	168.0		3.0			3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
40.0	28.0	1120.0		20.0			20.0	222.9	27.6	0.1	141.0
12.0	28.0	336.0		6.0			6.0	66.9	33.4	0.3	171.0
14.0	28.0	392.0	7.0				7.0	20.8	12.6	0.4	242.0
6.0	28.0	168.0	3.0				3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	29.2	20.3	0.4	79.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	29.2	20.3	0.4	79.0
36.0	28.0	1008.0		18.0			18.0	200.6	112.4	0.4	575.0
24.0	28.0	672.0		12.0			12.0	133.8	16.6	0.1	85.0
18.0	28.0	504.0		9.0			9.0	100.3	50.1	0.3	256.0
12.0	28.0	336.0		6.0			6.0	66.9	8.4	0.1	43.0
12.0	28.0	336.0		6.0			6.0	66.9	8.4	0.1	43.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	15.4	0.4	79.0
12.0	28.0	336.0	6.0				6.0	17.8	8.9	0.3	171.0
16.0	28.0	448.0	8.0				8.0	89.2	11.1	0.1	57.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	2.9	0.1	15.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	2.9	0.1	15.0
12.0	28.0	336.0		6.0			6.0	66.9	8.4	0.1	43.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	22.3	2.9	0.1	15.0
16.0	28.0	448.0		8.0			8.0	89.2	36.2	0.3	185.0
24.0	28.0	672.0		12.0			12.0	133.8	54.2	0.3	277.0
20.0	28.0	560.0		10.0			10.0	111.5	13.9	0.1	71.0
2.0	28.0	56.0	1.0				1.0	14.6	6.2	0.3	24.0
2.0	28.0	56.0	1.0				1.0	14.6	6.2	0.3	24.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
120.0	28.0	3360.0		60.0			60.0	743.1	230.5	0.2	1061.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	2.9	0.1	15.0
24.0	28.0	672.0		12.0			12.0	148.6	4.6	0.0	21.0
14.0	28.0	392.0	7.0				7.0	20.8	9.3	0.3	178.0
48.0	28.0	1344.0		24.0			24.0	267.5	83.1	0.2	425.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	24.8	3.3	0.1	15.0
14.0	28.0	392.0	7.0				7.0	20.8	2.5	0.1	48.0
2.0	28.0	56.0	1.0				1.0	12.4	23.9	0.7	110.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	15.4	0.4	79.0
6.0	28.0	168.0		3.0			3.0	33.4	4.3	0.1	22.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	14.6	18.5	0.6	72.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	29.2	20.3	0.4	79.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	5.9	2.8	0.3	53.0
6.0	28.0	168.0	3.0				3.0	8.9	1.1	0.1	22.0
32.0	28.0	896.0	16.0				16.0	31.7	6.2	0.2	177.0
2.0	28.0	56.0		1.0			1.0	11.1	9.8	0.5	50.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	5.9	0.8	0.1	15.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	-1.4	-0.1	-7.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	-1.4	-0.1	-7.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	29.2	20.3	0.4	79.0
2.0	28.0	56.0	1.0				1.0	3.0	5.7	0.7	110.0
4.0	28.0	112.0		2.0			2.0	22.3	2.9	0.1	15.0
2.0	28.0	56.0	1.0				1.0	11.1	1.6	0.1	8.0
4.0	28.0	112.0	2.0				2.0	22.3	15.4	0.4	79.0
16.0	28.0	448.0	8.0				8.0	99.1	81.9	0.5	377.0

Tabela 27 - Sistema Proposto e a Respectiva Economia (Andar Térreo)

Sistema Proposto T5 - 28W (Andar Superior)							
Lâmpadas		Potência Tot, Lamp.(W)	Luminárias sobrepor		Luminárias embutir		Consumo kWh/mês
Nº	Tipo		3037 S/ Aletas	3035 C/ Aletas	2007 S/ Aletas	2005 C/ Aletas	
12.0	28.0	336.0	6.0				17.8
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
6.0	28.0	168.0		3.0			33.4
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
4.0	28.0	112.0	2.0				22.3
2.0	28.0	56.0	1.0				11.1
18.0	28.0	504.0			9.0		100.3
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
4.0	28.0	112.0		2.0			26.8
4.0	28.0	112.0		2.0			22.3
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
8.0	28.0	224.0	4.0				11.9
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
2.0	28.0	56.0	1.0				14.6
8.0	28.0	224.0	4.0				11.9
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
18.0	28.0	504.0				9.0	100.3
2.0	28.0	56.0		1.0			11.1
4.0	28.0	112.0	2.0				22.3
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
4.0	28.0	112.0		2.0			22.3
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
12.0	28.0	336.0		6.0			17.8
4.0	28.0	112.0		2.0			22.3
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
20.0	28.0	560.0		10.0			111.5
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
2.0	28.0	56.0		1.0			13.4
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
4.0	28.0	112.0	2.0				29.2
4.0	28.0	112.0	2.0				22.3
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
16.0	28.0	448.0		8.0			89.2
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
4.0	28.0	112.0		2.0			26.8
10.0	28.0	280.0	5.0				55.7
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
36.0	28.0	1008.0		18.0			200.6
16.0	28.0	448.0		8.0			89.2
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
2.0	28.0	56.0	1.0				11.1
18.0	28.0	504.0			9.0		100.3
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
2.0	28.0	56.0	1.0				11.1
4.0	28.0	112.0		2.0			22.3
14.0	28.0	392.0	7.0				78.0
20.0	28.0	560.0		10.0			111.5
24.0	28.0	672.0		12.0			133.8
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
2.0	28.0	56.0		1.0			11.1
8.0	28.0	224.0	4.0				44.6
12.0	28.0	336.0		6.0			66.9
2.0	28.0	56.0		1.0			11.1
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6
8.0	28.0	224.0		4.0			44.6

Economia		
Economia Consumo kWh/mês	Economia Consumo mês %	Economia (W)
5.9	0.2	113.0
4.1	0.1	16.0
4.1	0.1	16.0
9.4	0.1	48.0
9.4	0.1	48.0
9.4	0.1	48.0
4.7	0.1	24.0
9.4	0.1	48.0
31.7	0.4	162.0
-6.5	-0.2	-33.0
4.1	0.1	16.0
4.1	0.1	16.0
15.8	0.4	81.0
14.3	0.6	73.0
15.8	0.1	81.0
6.3	0.1	32.0
6.3	0.1	32.0
3.8	0.1	16.0
28.2	0.6	144.0
19.0	0.3	97.0
8.4	0.4	162.0
6.3	0.1	32.0
6.3	0.1	32.0
2.1	0.1	8.0
8.4	0.4	162.0
6.3	0.1	32.0
15.8	0.1	81.0
14.3	0.6	73.0
15.8	0.4	81.0
4.1	0.1	16.0
4.1	0.1	16.0
31.1	0.4	159.0
9.4	0.1	48.0
3.1	0.1	16.0
9.4	0.1	48.0
9.4	0.1	48.0
34.8	0.3	178.0
29.6	0.6	568.0
-9.6	-0.8	-49.0
34.8	0.3	178.0
9.4	0.1	48.0
66.5	0.4	340.0
6.3	0.1	32.0
9.4	0.1	48.0
152.1	0.9	648.0
4.1	0.1	16.0
4.1	0.1	16.0
28.6	0.6	146.0
6.3	0.1	32.0
37.9	0.3	194.0
9.4	0.1	48.0
19.0	0.4	81.0
71.4	0.6	365.0
9.4	0.1	48.0
104.4	0.3	534.0
25.2	0.2	129.0
6.3	0.1	32.0
1.6	0.1	8.0
1.4	0.0	7.0
6.3	0.1	32.0
6.3	0.1	32.0
1.6	0.1	8.0
3.1	0.1	16.0
36.4	0.3	186.0
41.1	0.3	210.0
69.6	0.3	356.0
6.3	0.1	32.0
14.1	0.6	72.0
31.7	0.4	162.0
9.4	0.1	48.0
14.1	0.6	72.0
6.3	0.1	32.0
6.3	0.1	32.0

Tabela 28 - Sistema Proposto e a Respectiva Economia (Andar Superior)

Segue abaixo o resumo do número de lâmpadas, luminárias e reatores atualmente e com o sistema proposto:

<b>Troca de Lâmpadas</b>						
	<b>40W -&gt; 28W</b>		<b>32W -&gt; 28W</b>		<b>20W -&gt; 28W</b>	
	40W	28W	32W	28W	20W	28W
<b>Térreo</b>	4	4	940	770	61	32
<b>Superior</b>	0	0	788	652	0	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1728</b>	<b>1422</b>	<b>61</b>	<b>32</b>

Tabela 29 - Troca de Lâmpadas

<b>Troca De Reatores</b>						
	<b>40W -&gt; 28W</b>		<b>32W -&gt; 28W</b>		<b>20W -&gt; 28W</b>	
	40W	28W	32W	28W	20W	28W
<b>Térreo</b>	61	16	470	385	2	2
<b>Superior</b>	0	0	395	326	0	0
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>16</b>	<b>865</b>	<b>711</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Tabela 30 - Troca de Reatores

<b>Novas Luminárias a Comprar</b>				
	<b>Sobrepor</b>		<b>Embutir</b>	
	<b>c/ aletas</b>	<b>s/ aletas</b>	<b>c/ aletas</b>	<b>s/ aletas</b>
<b>Térreo</b>	285	114	0	4
<b>Superior</b>	252	56	9	9
<b>Total:</b>	<b>537</b>	<b>170</b>	<b>9</b>	<b>13</b>

Tabela 31 - Troca de Luminárias

## 5.6 Custos do Projeto

O custo de instalação é tomado como padrão do PURE USP de 30% sobre o valor dos materiais, portanto o valor total será 4/3 do preço dos materiais. O custo total (material + mão de obra) encontra-se na tabela 36 abaixo. Os valores do material foram adotados o do Prédio da Odontologia da Universidade de São Paulo que ocorreu em agosto/2013 e teve um volume de material similar:

Equipamento	Tipo	Vida útil (anos)	Quantidade (UN)	Preço Unitário (R\$)	Mão de Obra (R\$)	Custo Total (R\$)
Lâmp. Fluor. T5 28W	28W	5	1.458	8,27	4.019,22	16.076,88
Reator Elet. Duplo	2x28W	10	729	46,38	11.270,34	45.081,36
Lum. Sobr. c/ Aletas	2x28W	15	537	107,15	19.179,85	76.719,40
Lum. Sobr. s/ Aletas	2x28W	15	170	72,56	4.111,733	16.446,93
Lum. Embut. c/ Aletas	2x28W	15	9	108,37	325,11	1.300,44
Lum. Embut. s/ Aletas	2x28W	15	13	70,94	307,41	1.229,63

**Tabela 32 - Custos dos Materiais Propostos**

## 5.7 Análise Financeira

A análise econômica considera os custos de implantação, operação e manutenção dos sistemas. Desta maneira, foram somados os seguintes gastos:

- i) Aquisição dos conjuntos (luminária + 2 lâmpadas fluorescentes tubulares + reator);
- ii) Custo com o consumo de energia elétrica;
- iii) Substituição das lâmpadas após sua vida útil.

Os custos foram estimados levando-se em consideração o valor presente de cada item acima mencionado sendo que os valores foram considerando os da licitação do retrofit do Prédio de Odontologia da USP que ocorreu em agosto/2013. A taxa de juros adotada é de 12% ao ano. O valor estimado por kWh foi fixado em R\$0,2952. Este valor leva em consideração uma média de preços baseados nas tarifas atuais para a Cidade Universitária.

Para o cálculo do RCB (relação custo x benefício) foi usado o software do Programa de Eficiência Energética da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

A avaliação econômica do projeto será feita por meio do cálculo da relação custo-benefício (RCB), devendo obedecer a seguinte metodologia:

$$RCB = \frac{\text{Custo Anualizado Total}}{\text{Benefícios}}$$

- a) Cálculo do Custo Anualizado Total ( $CA_{TOTAL}$ )

$$CA_{TOTAL} = \sum CA_{equip1} + CA_{equip2} + \dots + CA_{equipn}$$

a1) Cálculo do Custo Anualizado dos equipamentos com mesma vida útil ( $CA_{equipn}$ ):

$$CA_{equipn} = CPE_{equipn} \times FRC$$

a2) Cálculo do Custo dos equipamentos com mesma vida útil ( $CPE_{equipn}$ ):

$$CPE_{equipn} = CE_{equipn} + \left[ (CT + CTE) \times \frac{CE_{equipn}}{CTE} \right]$$

a3) Cálculo do fator de recuperação de capital (FRC):

$$FRC = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Onde:

- $CA_{TOTAL}$  – custo anualizado total do projeto (investimento anualizado)
- $CPE_{equipn}$  - Custo dos equipamentos com a mesma vida útil, acrescida da parcela correspondente aos outros custos diretos e indiretos. Esta parcela é proporcional ao percentual do custo do equipamento em relação ao custo total com equipamentos.
- FRC - Fator de recuperação de capital considerando a vida útil
- $CE_{equipn}$  – Custo somente de equipamento com mesma vida útil
- CT - Custo total do projeto (custos diretos + custos indiretos)
- CTE – Custo total somente de equipamentos
- n - vida útil (em anos)
- i - taxa de juros (taxa de desconto)

## b) Cálculo dos Benefícios

$$B = (EE \times CEE) + (RDP \times CED)$$

Onde:

- EE - Energia Economizada (MWh/ano)
- CEE - Custo Evitado de Energia (R\$/MWh)
- RDP - Redução de Demanda na Ponta (kW)
- CED - Custo Evitado de Demanda (R\$/kW)

Na simulação foram adicionados o número e tipo de lâmpadas, luminárias e reatores do sistema atual e comparado com o do sistema proposto. O RCB encontrado foi de 2,05 que significa que o projeto proposto não é viável economicamente, pois o payback está dando muito acima de cinco anos. O valor máximo aceitável em questões financeiras é de 0,85.

## 5.8 Conclusões

Este estudo contemplou o retrofit do Prédio Eng. Mário Covas Jr. A análise foi elaborada levando-se em consideração a potência instalada e o custo de implantação, operação e manutenção de cada sistema, para manter o mesmo nível de iluminância. A análise da relação custo-benefício entre o sistema atual e o proposto serviu para a definição da viabilidade econômica da implantação do referido sistema.

Devido ao fato do RCB ter dado um valor de 2,05, a viabilidade econômica do projeto não se justifica, pois o payback será muito alto e os custos financeiros não são vantajosos. O atual projeto com lâmpadas de 32W já são suficientes em termos financeiros, técnicos e condições adequadas de trabalho, não necessitando das trocas de lâmpadas, luminárias e reatores.

## 6 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Além das soluções técnicas, a educação ambiental tem papel importantíssimo na economia dos gastos energéticos. Se todas as pessoas tomarem as medidas corretas diariamente e divulgando para as pessoas que eventualmente estão presentes no local, é possível atingir uma redução expressiva no consumo. Portanto, pequenas atitudes dos profissionais, durante o dia a dia do trabalho, podem contribuir muito com a preservação do meio ambiente. Por mais que a empresa realize diversas ações socioambientais, os resultados também dependem da postura de cada profissional no ambiente de trabalho.

Pela Lei nº 9.795/99, entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

- Instalação de sensores e redução do número e tipo de lâmpadas em áreas coletivas e de circulação, tais como biblioteca, copas, banheiros, corredores e marquises;
- Adequação das instalações hidráulicas em copas e banheiros. Uso de descargas acopladas em substituição às de parede. Recuperação de água descartada;
- Captação de água da chuva;
- Separação dos resíduos recicláveis, com recolha específica, destinando-os a associação e cooperativa de catadores de materiais recicláveis, favorecendo a inclusão social e econômica destes;
- Uso de canecas, garrafas e outros reutilizáveis de pertence pessoal, não sendo mais fornecidos copos de plástico;
- Substituição de garrafões de água mineral por água filtrada, própria para consumo. Uso de copos de café recicláveis de papel, abolindo-se os de plástico;
- Recolhimento de tonners e cartuchos para posterior encaminhamento a uma cooperativa de catadores.
- Doação de equipamentos de informática obsoletos e fora de uso a escolas públicas e outras instituições que possam fazer uso deles;
- Incentivo à leitura de documentos em meio eletrônico, imprimindo-os apenas se necessário;
- Realocação das impressoras corporativas e definição de níveis diferenciados de acesso, com inserção de senha. Configuração das máquinas para imprimir frente e verso e preto-e-branco. Realocação da central de cópias em local visível;
- Uso de papel reciclável;
- Conscientização sobre o destino dos resíduos;
- Elaboração de um possível Projeto para Energia Fotovoltaica;
- Mapear as principais rubricas da conta de telefonia (assinatura, franquia de chamadas locais, celulares, interurbanos e internacionais) racionalizando o acesso dos ramais às mesmas;

- Diminuir os gastos com chamadas celulares e interurbanas, buscar ainda implantar brevemente sistemas de telefonia alternativa, tipo Skype ou Voip.
- Utilização do ar condicionado com sabedoria, apenas quando necessário e dois graus abaixo da temperatura ambiente, evitando que 900 kg de dióxido de carbono subam para atmosfera anualmente;
- Na troca de eletrodomésticos, procure os que tenham “A” na avaliação Procel, pois permitem o uso mais eficiente de energia elétrica;
- Desligamento do monitor do computador quando sair da sala;
- Colocação de plantas dentro do escritório, elas absorvem a poluição interna.

## 7 CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS FINAIS

O trabalho foi levando em conta todos os pontos luminosos do prédio da Administração da POLI-USP, desde as áreas comuns até cada departamento e sala do local, assim como o anfiteatro. Além disso, foram considerados os tempos médios que cada ponto luminoso fica ligado, por exemplo: para o anfiteatro pegamos o número médio de eventos no ano, multiplicamos pelo número de horas médio que fica funcionando por evento e dividimos por 12, para chegar a uma média mensal. Portanto, o trabalho foi o mais próximo da realidade possível, aproximando assim da realidade do empreendimento.

Para fazer a simulação utilizamos dois softwares, o Procel-Domus e o Softlux, este segundo teve como objetivo complementar o Procel-Domus com uma simulação mais precisa e também calcular a quantidade de lux necessário para cada ambiente. O Domus se mostrou muito complexo para fazer uma simulação bem precisa, por isso simplificamos cada etapa para agilizar o processo. Já o Softlux possui uma interface intuitiva e de fácil utilização, mostrando-se bem eficaz.

Como resultado, tivemos no Software Procel-Domus que foi possível melhorar o desempenho energético do Ed. Engenheiro Mário Covas Jr. com mudanças de equipamentos mais antigos e poucos eficientes por outros mais novos. No presente estudo, escolhemos por analisar os efeitos da substituição de eletrodomésticos antigos e alterar alguns pontos arquitetônicos do edifício, como as paredes que não deixam a luz passar de forma a iluminar adequadamente o ambiente interno. Essas substituições podem ser feitas imediatamente e causaram, além da economia, maior conforto aos funcionários que utilizam o prédio frequentemente.

Na simulação do projeto feito pelo Software Softlux e pelo Programa do PEE, vimos que não é viável economicamente realizar a troca do sistema de iluminação pelo conjunto que engloba as lâmpadas de 28W, portanto o sistema de retrofit de iluminação não deve ser feito. Atualmente, as maiorias das lâmpadas são de 32W e apesar das lâmpadas de 28W possuírem maior eficiência econômica, a diferença na quantidade de energia economizada não chegar a compensar em um período de 5 anos, que é o tempo de vida médio desse tipo de lâmpada de 32W, portanto financeiramente não é vantajoso.

Além dessas mudanças, percebemos que um grande problema no edifício é a falta de educação ambiental dos usuários do prédio. Assim sendo, é um fator que pode ser muito bem introduzido no cotidiano dessas pessoas. Algumas ações, como adesivos perto dos interruptores, cartazes espalhados pelos corredores e palestras de tempos em tempos mostrando a importância da educação ambiental, seriam de extrema importância para melhorar a eficiência do empreendimento. Inclusive, seria de extrema importância que alguém tomasse a liderança e conduzisse as melhores práticas ambientais, mostrando aos funcionários que trabalham no prédio como podem melhorar o desempenho ambiental e assim fazer do mundo um lugar melhor para se viver e assegurando um ambiente confortável para as próximas gerações.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PROGRAMA MUNICIPAL DE GESTÃO ENERGÉTICA. **Legislação aplicável.**

Disponível em:

<[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/planejamento/gestao\\_energetica/legislacao\\_aplicavel/index.php?p=9620](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/planejamento/gestao_energetica/legislacao_aplicavel/index.php?p=9620)>. Acesso em 28/05/2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60432-2: 1998.**

Normas Técnicas – Catálogo. Disponível em:

<<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4764>>. Acesso em 25/05/2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Ações Simples.** Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/informma/item/8740-a%C3%A7%C3%B5es-simples-e-dom%C3%A9sticas>>. Acesso em 25/05/2013.

ELETROBRAS. **Programa nacional de conservação de energia.** Disponível em:

<<http://www.eletrobras.gov.br/procel>>. Acesso em 25/05/2013.

CEF - CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul da Caixa de Construção**

**Sustentável.** Disponível em <[http://downloads.caixa.gov.br/\\_arquivos/desenvolvimento\\_urbano/gestao\\_ambiental/Guia\\_Selo\\_Casa\\_Azul\\_CAIXA.pdf](http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/Guia_Selo_Casa_Azul_CAIXA.pdf)>  
Acesso em 10/05/2013.

**AULICINO, P.** Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído: o caso dos conjuntos Habitacionais. **São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de Universidade de São Paulo.**

**ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA.** Atlas de Energia Elétrica do Brasil. **3ed. Brasília: ANEEL, 2008.**

**NASCIMENTO A. L. e MACIEL E.** Certificação Ambiental AQUA, LEED e Procel INMETRO. **Artigo, 2010. Centro Universitário Fundação Santo André – MBA em Gestão Ambiental.**

**MARQUES N. R. e BIANCHI G. M.** Avaliação sustentável de um edifício educacional em Viçosa-MG: uma experiência no uso do método LEED para edificações existentes. **Viçosa, 2009. Artigo – Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa.**

ANEXO I

➤ 1ª etapa – Avaliação de projeto - etiquetagem

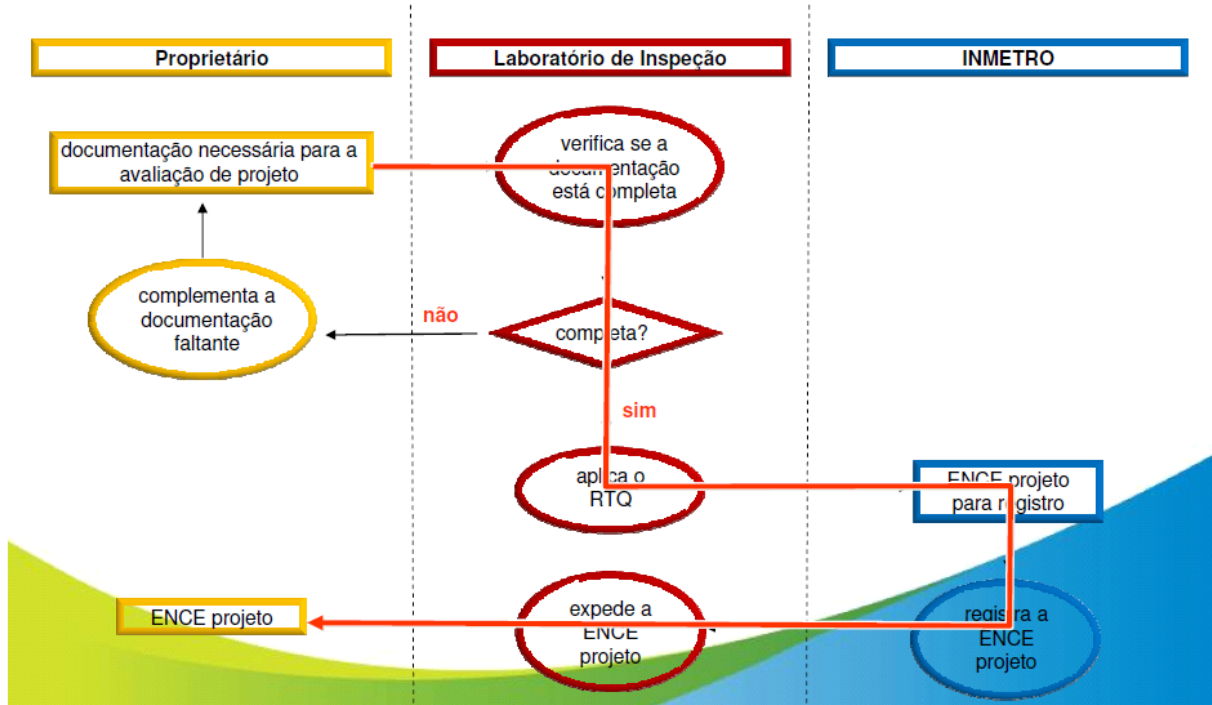


Figura 50 - Fluxograma da Avaliação do Projeto – Etiquetagem

➤ 2ª etapa – Avaliação do edifício - inspeção

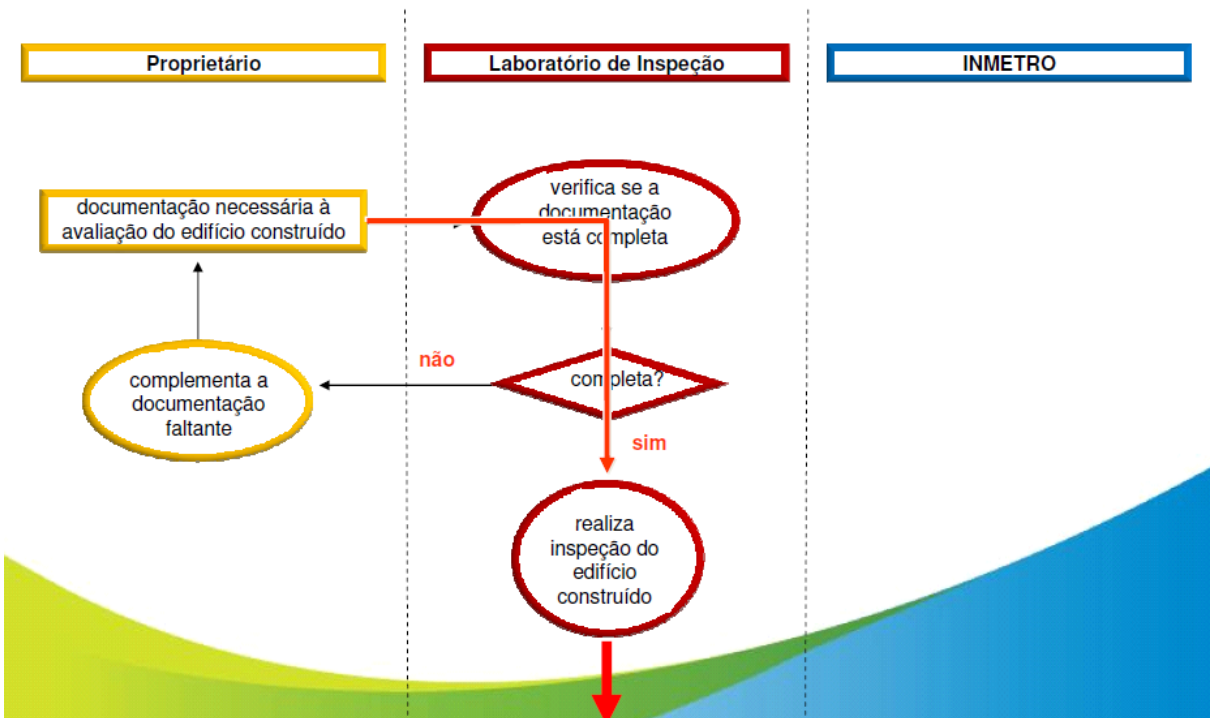


Figura 51 - Fluxograma da Avaliação do Edifício – Inspeção

## ANEXO II



## Tabela de estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético

Para calcular o consumo médio [kWh] de um equipamento, de acordo com o seu real hábito de uso, procure a potência do aparelho no manual do fabricante.

Em seguida, faça o cálculo da seguinte forma:

Consumo médio do equipamento [kWh] = Potência do equipamento [W]/1000 x Número de horas utilizadas x Número de dias de uso ao mês

Para achar o custo mensal em reais, multiplique o consumo médio em kWh pelo valor da tarifa cobrada pela concessionária local.

APARELHOS ELÉTRICOS	DIAS ESTIMADOS	MÉDIA	CONSUMO MÉDIO MENSAL
	Uso/Mês	Utilização/Dia	(KWh)
APARELHO DE BLU RAY	8	2 h	0,192
APARELHO DE DVD	8	2 h	0,240
APARELHO DE SOM 3 EM 1	20	3 h	6,600
AQUECEDOR DE AMBIENTE	15	8 h	193,440
AQUECEDOR DE MAMADEIRA	30	15 min	0,750
AQUECEDOR DE MARMITA	20	30 min	0,600
AR CONDICIONADO TIPO JANELA MENOR OU IGUAL A 9.000 BTU	30	8 h	128,800
AR CONDICIONADO TIPO JANELA DE 9.001 A 14.000 BTU	30	8 h	181,600
AR CONDICIONADO TIPO JANELA MAIOR QUE 14.000 BTU	30	8 h	374,000
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT MENOR OU IGUAL A 10.000 BTU	30	8 h	142,288
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 10.001 A 15.000 BTU	30	8 h	193,760
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 15.001 A 20.000 BTU	30	8 h	293,680
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT DE 20.001 A 30.000 BTU	30	8 h	439,200
AR CONDICIONADO TIPO SPLIT MAIOR QUE 30.000 BTU	30	8 h	679,200
ASPIRADOR DE PÓ	30	20 min	7,170
BATEDEIRA	8	20 min	0,400
BOILER ELÉTRICO DE 200 L	30	24 h	346,750
BOMBA D'ÁGUA 1/2 CV	30	30 min	7,200
BOMBA D'ÁGUA 1/3 CV	30	30 min	6,150
CAFETEIRA ELÉTRICA	30	1 h	6,565
CAFETEIRA EXPRESSO	30	1 h	23,820
CHALEIRA ELÉTRICA	30	1 h	28,230
CHURRASQUEIRA ELÉTRICA	5	4 h	76,000
CHUVEIRO ELÉTRICO - 4500 W	30	32 min	72,000
CHUVEIRO ELÉTRICO - 5500 W	30	32 min	88,000
COMPUTADOR	30	8 h	15,120
ENCERADEIRA	2	2 h	1,800
ESPRESSOR DE FRUTAS	20	10 min	0,187
EXAUSTOR FOGÃO	30	2 h	9,960
FAX MODEM EM STAND BY	30	24 h	2,160
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO A SECO - 1050 W	12	1 h	2,400
FERRO ELÉTRICO AUTOMÁTICO A VAPOR - 1200 W	12	1 h	7,200
FOGÃO ELÉTRICO - COOK TOP (POR QUEIMADOR)	30	1 h	68,550
FORNO ELÉTRICO	30	1 h	15,000
FORNO MICRO-ONDAS - 25 L	30	20 min	13,980
FREEZER VERTICAL/HORIZONTAL	30	24 h	47,550
FREEZER VERTICAL FROST FREE	30	24 h	54,000
FRIGOBAR	30	24 h	18,900
FRITADEIRA ELÉTRICA	15	30 min	6,810
FURADEIRA	4	1 h	0,944
GELADEIRA 1 PORTA	30	24 h	25,200
GELADEIRA 1 PORTA FROST FREE	30	24 h	39,600
GELADEIRA 2 PORTAS	30	24 h	48,240
GELADEIRA 2 PORTAS FROST FREE	30	24 h	56,880
GRILL	10	30 min	3,205
HOME THEATER - 350 W	8	2 h	5,600



### Tabela de estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético

Para calcular o consumo médio [kWh] de um equipamento, de acordo com o seu real hábito de uso, procure a potência do aparelho no manual do fabricante.

Em seguida, faça o cálculo da seguinte forma:

Consumo médio do equipamento [kWh] = Potência do equipamento [W]/1000 x Número de horas utilizadas x Número de dias de uso ao mês

Para achar o custo mensal em reais, multiplique o consumo médio em kWh pelo valor da tarifa cobrada pela concessionária local.

APARELHOS ELÉTRICOS	DIAS ESTIMADOS	MÉDIA	CONSUMO MÉDIO MENSAL
	Uso/Mês	Utilização/Dia	(KWh)
IMPRESSORA	30	1 h	0,450
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 11 W	30	5 h	1,650
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 15 W	30	5 h	2,250
LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA - 23 W	30	5 h	3,450
LÂMPADA INCANDESCENTE - 40 W	30	5 h	6,000
LÂMPADA INCANDESCENTE - 60 W	30	5 h	9,000
LÂMPADA INCANDESCENTE - 100 W	30	5 h	15,000
LAVADORA DE LOUÇAS	30	40 min	30,860
LAVADORA DE ROUPAS	12	1 h	1,764
LIQUIDIFICADOR	15	15 min	0,806
MÁQUINA DE COSTURA	10	3 h	3,000
MODEM DE INTERNET	30	8 h	1,920
MONITOR	30	8 h	13,200
MONITOR LCD	30	8 h	8,160
MULTIPROCESSADOR	20	1 h	8,560
NEBULIZADOR	16	2,5 h	1,680
NOTEBOOK	30	8 h	4,800
PANELA ELÉTRICA	20	1 h	22,000
PRANCHA (CHAPINHA)	20	30 min	0,330
PROJETOR	20	1 h	4,780
RÁDIO ELÉTRICO PEQUENO	30	10 h	1,500
RÁDIO RELÓGIO	30	24 h	3,600
ROTEADOR	30	8 h	1,440
SANDUICHEIRA	30	10 min	3,348
SCANNER	30	1 h	0,270
SECADOR DE CABELO - 1000 W	30	10 min	5,215
SECADORA DE ROUPA	8	1 h	14,920
TANQUINHO	12	1 h	0,840
TELEFONE SEM FIO	30	24 h	2,160
TORNEIRA ELÉTRICA - 3250 W	30	30 min	48,750
TORRADEIRA	30	10 min	4,000
TV EM CORES - 14" (TUBO)	30	5 h	6,300
TV EM CORES - 29" (TUBO)	30	5 h	15,150
TV EM CORES - 32" (LCD)	30	5 h	14,250
TV EM CORES - 40" (LED)	30	5 h	12,450
TV EM CORES - 42" (LCD)	30	5 h	30,450
TV PORTÁTIL	30	5 h	7,050
VENTILADOR DE MESA	30	8 h	17,280
VENTILADOR DE TETO	30	8 h	17,520
VIDEOGAME	15	4 h	1,440